# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 11 2016
Часть 2

ISSN 1812-7339

**Журнал издается с 2003 г.**

Электронная версия: **http://fundamental-research.ru**

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

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

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

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

***Ответственный секретарь редакции***
*Бизенкова Мария Николаевна*

***РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ***

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

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

Все публикации рецензируются.
Доступ к журналу бесплатен.

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

Учредитель – ИД «Академия Естествознания»

Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»

Ответственный секретарь редакции –
*Бизенкова Мария Николаевна* –
+7 (499) 705-72-30
E-mail: **edition@rae.ru**

Почтовый адрес
г. Москва, 105037, а/я 47
АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,
редакция журнала «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Подписано в печать 01.12.2016

Формат 60x90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр
Академия Естествознания»,
г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Технический редактор
Митронова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С.

Усл. печ. л. 27,75
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2016/11

© ИД «Академия Естествознания»

# СОДЕРЖАНИЕ

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

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВОЗА ТОПЛИВА ПО СЕТИ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ
*Аксенов К.А., Неволина А.Л.* ..... *239*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОЙ ФИБРЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМПОЗИЦИОННОГО ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА
*Андронов С.Ю., Трофименко Ю.А.* ..... *244*

ОБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ФЕРРОМАГНИТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В РАБОЧЕМ ЗАЗОРЕ ЭПМ
*Беззубцева М.М., Волков В.С.* ..... *249*

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУМЕРНОЙ МНОГОМАССОВОЙ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
*Верзилина О.А.* ..... *255*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОСИНТЕЗА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ФЕРМЕНТАТИВНОМ ГИДРОЛИЗАТЕ ВОЛОКНИСТОГО ПРОДУКТА ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА
*Гладышева Е.К.* ..... *260*

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ПРИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
*Гордиенко Л.В.* ..... *266*

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
*Ершова О.В., Чупрова Л.В.* ..... *271*

НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ
*Захарова А.А.* ..... *276*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ РЕГУЛЯТОРА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 6 МВТ
*Кавалеров Б.В., Бахирев И.В., Басаргин Ш.Д.* ..... *281*

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ
*Кондратьев А.С., Нья Т.Л., Швыдько П.П.* ..... *286*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПРЕССУЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРЕССОВАННОГО ИСКУССТВЕННОГО КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД
*Красикова О.В., Черепов В.Д., Попова Д.В.* ..... *293*

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИИ
*Куков С.С., Плаксин А.М., Гриценко А.В., Глемба К.В., Карпенко А.Г., Руднев В.В.* ..... *300*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ
*Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Боровенский В.Р.* ..... *306*

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ АНАЛОГОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ
*Мельников Д.В.* ..... *312*

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЛАЖНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ
*Попов А.М., Доня Д.В., Кравченко С.Н., Плотникова И.О., Плотников К.Б., Хлопотов И.В.* ..... *318*

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПРЕССОВАННОГО ИСКУССТВЕННОГО КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД
*Черепов В.Д., Красикова О.В., Богданова Г.В., Матвеева Р.О.* ..... *323*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА
*Шестаков И.В.* ..... *328*

ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССА ДЕГИДРОКСИЛАЦИИ СЛЮД
*Шишелова Т.И., Липовченко Е.Л.* ..... *333*

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ В КИНОБИЗНЕСЕ
*Ясницкий Л.Н., Плотников Д.И.* ..... *339*

***Экономические науки (08.00.00)***

УПРАВЛЕНИЕ ТРУДОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ РЕГИОНА
*Бардовский В.П., Ильин И.В., Трошина Е.В.* ..... *343*

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЯХ
*Березнякова А.В., Безуглов Д.А.* ..... *348*

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ОСНОВЕ КОНТРОЛЛИНГА ПЕРСОНАЛА
*Бикметов А.Г., Малышева О.С., Хафизов А.М., Кудлаева А.Р., Вахитова А.Р.* ..... *353*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СБЕРЕЖЕНИЙ НАСЕЛЕНИЯ НА ЛОКАЛЬНЫЙ ИНВЕСТИЦИОННЫЙ РЫНОК
*Бирюков И.Н., Назарчук Н.П.* ..... *358*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЧП-ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ТЭК РОССИИ: ОЦЕНКА И ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ
*Гоосен Е.В.* ..... *362*

РОЗНИЧНЫЕ ТОРГОВЫЕ СЕТИ КАК ФАКТОР РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
*Горянинская О.А., Малахов Р.Г.* ..... *367*

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ТОВАРОВ ПРИ ЛИЦЕНЗИРОВАНИИ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ
*Гурова Е.С., Безуглов Д.А.* ..... *373*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
*Гусев Е.Г., Шуман Г.И.* ..... *378*

ЭТНОГРАФИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ
*Дзахмишева И.Ш.* ..... *387*

АКТУАЛИЗАЦИЯ ОЖИДАЕМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ
*Калмакова Н.А., Суховерхов Е.И.* ..... *392*

ЭКОНОМИКА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ
*Климовец О.В.* ..... *397*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА КРУПНОГО ГОРОДА
*Козлова О.А., Макарова М.Н., Казакова Н.В.* ..... *402*

ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
*Лаптев С.В., Филина Ф.В.* ..... *407*

МЕХАНИЗМ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
*Малышева О.С., Хафизов А.М., Бикбулатова Л.Р., Волков С.В., Шагимуратов Т.Р., Шарипов И.Г., Кудояров Р.И.* ..... *414*

К СОДЕРЖАТЕЛЬНЫМ АСПЕКТАМ И МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАНКА И СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ
*Медведев А.В., Калачева И.В., Иванченко П.Ю.* ..... *419*

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПТОВЫХ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ
*Назимов А.С., Ли С.Р., Сусленкова Ю.В., Лисичкина Е.А.* ..... *425*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА
*Першина Т.А., Пономарева Е.Ю., Поляничко М.В.* ..... *430*

ЗАДАЧИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОЗНИЧНОЙ СЕТИ: МОДЕЛИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ
*Собко Э.О.* ..... *436*

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В СТРУКТУРЕ МНОГООТРАСЛЕВОГО КЛАСТЕРА
*Федосова М.Н.* ..... *441*

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА
*Фокина Е.А., Трухляева А.А., Бондаренко П.В.* ..... *447*

## CONTENTS

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

HYBRID METHOD DEVELOPMENT OF SUPPLY CHAIN SCHEDULING OF PETROL STATIONS NETWORKS
*Aksenov K.A., Nevolina A.L.* ..... 239

STUDY OF METHOD OF INTRODUCTION POLYARCRYLONITRILE FIBRO ON PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF COMPOSITE DISPERSION-REINFORCED ASPHALT
*Andronov S.Yu., Trofimenko Yu.A.* ..... 244

THE OBJECTIVE MEASURE OF THE AMOUNT OF FERROMAGNETIC COMPONENT IN THE WORKING AIR GAP OF THE ELECTROMAGNETIC POWDER CLUTCH (EPC)
*Bezzubtseva M.M., Volkov V.S.* ..... 249

THE DEVELOPMENT OF EFFICIENT ALGORITHM FOR THE STUDY OF TWO-DIMENSIONAL MULTI-MASS SYSTEM WITH DISTRIBUTED PARAMETERS
*Verzilina O.A.* ..... 255

STUDY INTO BIOSYNTHESIS PROCESS OF BACTERIAL CELLULOSE ON ENZYMATIC HYDROLYZATE OF OAT HULL PULP
*Gladysheva E.K.* ..... 260

THE TOPOLOGICAL RELATIONS IN INTELLIGENT GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS
*Gordienko L.V.* ..... 266

SOLUTION OF THE PROBLEM OF RECYCLING OF POLYMERIC MATERIALS
*Ershova O.V., Chuprova L.V.* ..... 271

FUZZY MODELS OF THE STRATEGIC ANALYSIS IN STRATEGIC MANAGEMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM
*Zakharova A.A.* ..... 276

UNIFIED QUALITY TRANSIENTS FOR AUTOMATED TESTING OF GAS TURBINES POWER
*Kavalerov B.V., Bakhirev I.V., Basargin Sh.D.* ..... 281

CALCULATION HYDRAULIC DRAG COEFFICIENT OF FREE-FORM SOLID PARTICLES
*Kondratev A.S., Nha T.L., Shvydko P.P.* ..... 286

INVESTIGATION OF VALUE OF THE PRESSING PRESSURE UPON FORMATION OF PROPERTIES OF THE PRESSED ARTIFICIAL STONE MATERIAL BASED ON THE SCREENINGS CRUSHING OF CARBONATE ROCKS
*Krasikova O.V., Cherepov V.D., Popova D.V.* ..... 293

DIAGNOSING CYLINDER GROUP ACCORDING TO THE RESULTS OF THE ESTIMATION OF THE COMPRESSION RATIO
*Kukov S.S., Plaksin A.M., Gritsenko A.V., Glemba K.V., Karpenko A.G., Rudnev V.V.* ..... 300

USING TECHNOLOGY 3D-PRINT IN THE DESIGN OF TILLAGE TOOLS
*Lysych M.N., Shabanov M.L., Borovenskiy V.R.* ..... 306

SYNTHESIS OF OPTIMAL FILTERS ANALOG ELECTRONICS USING A DEVICE MATRIX OPERATORS
*Melnikov D.V.* ..... 312

CHANGING THE PHASE CHARACTERISTICS OF WET DISPERSIONS
*Popov A.M., Donya D.V., Kravchenko S.N., Plotnikova I.O., Plotnikov K.B., Khlopotov I.V.* ..... 318

INVESTIGATION OF MODIFIED PRESSED ARTIFICIAL STONE MATERIAL BASED ON THE SCREENINGS CRUSHING OF CARBONATE ROCKS
*Cherepov V.D., Krasikova O.V., Bogdanova G.V., Matveeva R.O.* ..... 323

TEMPERATURE REGIME AROUND THE PIPE WITH INSULATION IN HEAVING SOILS SOUTHERN DISTRICT OF THE FAR EASTERN
*Shestakov I.V.* ..... 328

THERMODYNAMICS PROSESS OF MICA DEHYDROXYLATION
*Shishelova T.I., Lipovchenko E.L.* ..... 333

NEURAL NETWORK MATHEMATICAL MODEL FOR OPTIMIZATION OF FINANCIAL COSTS IN THE MOVIE BUSINESS
*Yasnitskiy L.N., Plotnikov D.I.* ..... 339

***Economic sciences (08.00.00)***

MANAGEMENT OF LABOUR POTENTIAL OF THE REGION
*Bardovskiy V.P., Ilin I.V., Troshina E.V.* ..... 343

ACTUAL PROBLEMS OF FIGHT AGAINST COUNTERFEIT GOODS MOVING IN THE INTERNATIONAL MAILINGS
*Bereznyakova A.V., Bezuglov D.A.* ..... 348

COMPETENCE APPROACH IN THE BASIS OF PERSONNEL CONTROLLING
*Bikmetov A.G., Malysheva O.S., Khafizov A.M., Kudlaeva A.R., Vakhitova A.R.* ..... 353

IMPROVEMENT TOOLS OF ATTRACTION OF HOUSEHOLD SAVINGS IN THE LOCAL INVESTMENT MARKET
*Biryukov I.N., Nazarchuk N.P.* ..... 358

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PPP PROJECTS IN FUEL AND ENERGY COMPLEX OF RUSSIA: ASSESSMENT AND CURRENT STATUS
*Goosen E.V.* ..... 362

CHAIN RETAILORS AS A REGIONAL DEVELOPMENT FACTOR
*Goryaninskaya O.A., Malakhov R.G.* ..... 367

CATEGORIZATION OF GOODS LICENSING OF EXPORT-IMPORT OPERATIONS
*Gurova E.S., Bezuglov D.A.* ..... 373

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT ENTREPRENEURSHIP IN RURAL AREAS OF THE PRIMORSKY KRAY IN THE NEW ECONOMIC CONDITIONS
*Gusev E.G., Shuman G.I.* ..... 378

ETHNOGRAPHIC TOURISM IN KABARDINO-BALKAR REPUBLIC
*Dzakhmisheva I.Sh.* ..... 387

UPDATING THE EXPECTED EFFECTIVENESS OF FINANCIAL MANAGEMENT OF BUSINESS ENTITIES
*Kalmakova N.A., Sukhoverkhov E.I.* ..... 392

ECONOMY OF KRASNODAR REGION UNDER CONDITIONS OF IMPORTS PHASE-OUT
*Klimovets O.V.* ..... 397

METHODICAL ISSUES MAJOR CITY OF THE LABOR MARKET FORECASTING
*Kozlova O.A., Makarova M.N., Kazakova N.V.* ..... 402

FINANCIAL AND ECONOMIC TOOLS OF OPTIMIZATION OF ACTIVITIES
OF THE ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION
*Laptev S.V., Filina F.V.* ..... *407*

THE MECHANISM OF FUNDING FOR SCIENTIFIC RESEARCH
AND DEVELOPMENT IN THE OIL AND GAS INDUSTRY
*Malysheva O.S., Khafizov A.M., Bikbulatova L.R., Volkov S.V.,*
*Shagimuratov T.R., Sharipov I.G., Kudoyarov R.I.* ..... *414*

TO THE SUBSTANTIAL ASPECTS AND MATHEMATICAL MODELING
OF BANK AND INSURANCE COMPANY INTERACTION
*Medvedev A.V., Kalacheva I.V., Ivanchenko P.Yu.* ..... *419*

EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF PROVIDING SERVICES
ON TRADE DEALER SET OF CONSUMER GOODS
*Nazimov A.S., Lee S.R., Suslenkova Yu.V., Lisichkina E.A.* ..... *425*

DESIGNING OF MODEL OF IMPLEMENTATION OF POTENTIAL
OF ENERGY SAVING OF THE ENTITIES WITH USE OF A INTEGRATED APPROACH
*Pershina T.A., Ponomareva E.Yu., Polyanichko M.V.* ..... *430*

LOGISTIC EFFICIENCY PROBLEMS OF RETAIL COMPANY:
MODELS AND MATHEMATICAL METHODS OF MAKING DECISIONS
*Sobko E.O.* ..... *436*

MATHEMATICAL MODEL FOR OPTIMIZATION INDUSTRIAL ENTERPRISE'S
PRODUCTION AND SALES STRATEGY IN DIVERSIFIED CLUSTERS'S STRUCTURE
*Fedosova M.N.* ..... *441*

CONCEPTUAL BASES OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT
IS ASSESSING THE FINANCIAL CONDITION OF ECONOMIC ENTITIES
*Fokina E.A., Trukhlyaeva A.A., Bondarenko P.V.* ..... *447*

УДК 004.896

# РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВОЗА ТОПЛИВА ПО СЕТИ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

**Аксенов К.А., Неволина А.Л.**

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: wiper99@mail.ru*

В статье решена задача разработки гибридного метода планирования развоза топлива по сети автозаправочных станций. Определены требования к методу планирования развоза топлива по сети автозаправочных станций. Выявлены ограничения применимости транспортной задачи для решения задачи планирования развоза топлива. Проведен анализ уровня автоматизации решаемой задачи. Решена задача построения нового метода планирования на основе интеграции транспортной задачи, мультиагентного подхода, имитационного и экспертного моделирования. Проведен экспериментальный анализ мультиагентных подходов, наиболее соответствующими решаемой задаче оказались сети потребностей-возможностей и мультиагентная модель процесса преобразования ресурсов. Предлагаемый подход реализован в результате интеграции корпоративной информационной системы, мультиагентной системы динамического моделирования ситуаций BPsim.MAS и системы поддержки принятия решений BPsim.DSS, реализующей фреймовый подход при построении интеллектуальных агентов.

**Ключевые слова: сети автозаправочных станций, планирование, анализ процессов, автоматизированная информационная система, мультиагентный подход, имитационное моделирование, интеграция моделей**

# HYBRID METHOD DEVELOPMENT OF SUPPLY CHAIN SCHEDULING OF PETROL STATIONS NETWORKS

**Aksenov K.A., Nevolina A.L.**

*Ural Federal University named after First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: wiper99@mail.ru*

In this work hybrid method of supply chain scheduling of petrol stations networks is developed. Requirements for method of supply chain scheduling of petrol stations networks are determined. Limitations of transport task application are detected for subject area of petrol logistic. The automation level of petrol stations networks is marked. The task of new hybrid method of supply chain scheduling of petrol stations networks was solved. New method based on transport task, multi agent approach, simulation, expert systems. Experimental analysis of two multi agent approach as multi agent resources conversion processes and need-and-Means networks was done. The proposed approach is implemented in integration enterprise information system, multi agent simulation system BPsim.MAS and decision support systems BPsim.DSS. BPsim.DSS – frame expert system.

**Keywords: petrol stations networks, scheduling, analysis of processes, automated information system, multi agent approach, simulation, model integration**

Рост автомобилизации страны за последние десятилетия повысил важность решения задачи планирования развоза топлива по сети автозаправочных станций. Решение данной задачи имеет как экономический, так и социальный аспект. Информационная поддержка принятия решений при решении задачи планирования поставок имеет важное значение. Качество принимаемых решений, их грамотность и общая культура принятия решений может оказывать влияние на следующие параметры: количество и лояльность клиентов, объем продаж топлива, время обслуживания на АЗС, доходы топливного предприятия.

Транспортная система компании по обеспечению нефтепродуктами содержит следующие компоненты:

– автозаправочные станции (АЗС, автоматические АЗС (ААЗС));

– парк бензовозов (свои и наёмные бензовозы);

– нефтебазы (НБ, свои и/или чужие, с которыми заключены договоры по обеспечению ГСМ);

– маршруты перемещения бензовозов от нефтебаз к АЗС;

– реализуемые компанией виды топлива.

Компании по обеспечению нефтепродуктов могут иметь в распоряжении свои нефтебазы или пользоваться услугами других. Стоимость закупки нефтепродуктов на сторонних нефтебазах выше, чем на собственной нефтебазе компании, но привлечение сторонних нефтебаз требуется по следующим причинам:

– ряд АЗС компании находятся на значительном удаленном расстоянии от своих нефтебаз и компании выгоднее закупать топливо на более близких к данным АЗС топливных складах;

– некоторые виды топлива, реализуемые на АЗС компании, отсутствуют на своих нефтебазах, поэтому компании требуются дополнительные источники топлива для обеспечения сети АЗС;

– в силу сложности процесса снабжения нефтебаз (перебои поставок с нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) и непредсказуемости графика транспортировки на железной дороге), а также рассогласованности в динамике потребления топлива на сети АЗС и объемов поставок на свои нефтебазы с НПЗ, малым и средним сетям АЗС жизненно необходимо взаимодействовать с нефтебазами более крупных игроков (чаще всего это вертикально-интегрированные нефтяные компании (ВИНКи)).

Парк бензовозов компании может содержать собственные транспортные средства или для решения своих задач привлекать наёмные бензовозы (фрилансеры). Бензовозы имеют различные емкости и нормы расхода топлива. Каждый бензовоз, в зависимости от марки, имеет в составе автоцистерны несколько секций и может перевозить от 1 до 6 видов различного топлива (количество секций у небольших и средних компаний варьируется от 1 до 3, однако крупные сети и ВИНКи также используют шестисекционные бензовозы).

Для учета вышеперечисленных факторов, а также дорожных условий при решении задач анализа и планирования развоза топлива необходимо использовать современные информационные технологии и системы принятия решений.

## Анализ уровня автоматизации процесса планирования сетей АЗС

Большинство средних и крупных сетей АЗС вложили существенные инвестиции в системы сбора и анализа данных об остатках в емкостях АЗС и нефтебазах, о местоположении автотранспорта, однако наиболее интеллектуальная задача (планирование развоза) оказалась в меньшей степени охвачена.

Анализ систем поддержки принятия решений (СППР) не позволил выявить в открытых источниках специализированных СППР планирования развоза топлива. Поэтому в качестве продуктов-заменителей были рассмотрены проблемно-ориентированные системы, используемые в логистике, такие как AnyLogic, ARIS, Business Studio, G2, Magenta, BPsim. С точки зрения решаемой задачи в работе [1] были определены их достоинства и недостатки.

В настоящее время на рынке представлена система «Лексема» (http://lexema.ru), используемая для задачи планирования и учета движения топлива, однако функционал данной системы больше относится к ERP-системе. К недостаткам системы «Лексема» можно отнести следующее:

1) поддержка только ручного планирования;

2) отсутствие данных об удаленности (расстояниях) между объектами сети АЗС;

3) нет возможности учета знаний предметных специалистов (о физических и технических ограничениях объектов сети (АЗС, НБ) и транспортных средствах (бензовозах);

4) отсутствие каких-либо средств анализа «что, если».

## Разработка гибридного метода планирования развоза топлива

Наиболее близким классическим аппаратом планирования развоза топлива является транспортная задача [4–5]. В ходе анализа применимости транспортной задачи были выявлены следующие ограничения предметной области:

1) кратность объема перевозки груза должна быть кратна объему секции;

2) грузы не являются однородными и каждый груз (в зависимости от вида топлива) может транспортироваться в одной секции бензовоза;

3) не учитывается последовательность слива топлива бензовозом (в зависимости от конструктивных особенностей сливных устройств очередность слива секций может отличаться);

4) отсутствует составляющая времени в виде времен начала и окончания рейсов, времен погрузки/разгрузки;

5) отсутствует разделение на виды грузов или их маркировка (виды топлива (например, 92, 95, 98, Дт, 80);

6) не учитывается наличие у бензовоза нескольких секций;

7) не учитываются физические ограничения бензовозов по обслуживанию АЗС;

8) отсутствует возможность учесть предпочтения бензовозов по обслуживанию АЗС;

9) не учитывается возможность обслуживания близких АЗС одним бензовозом за рейс.

Данные ограничения предлагается учесть с использованием мультиагентного подхода. В [1] были исследованы следующие подходы и модели мультиагентного планирования:

1) мультиагентная модель процесса преобразования ресурсов (МППР) [1–3];

2) сети потребностей-возможностей (ПВ-сети) [6–8] В.А. Виттиха, П.О. Скобелева, Г.А. Ржевского;

3) модель активных и пассивных преобразователей (АПП) Б.И. Клебанова

и И.М. Москалева, а также ее изменение в системе моделирования социально-экономического развития;

4) подход А.В. Борщева, Ю.Г. Карпова, реализованный в системе моделирования AnyLogic.

С целью детального анализа двух наиболее подходящих подходов (ПВ-сети и МППР) проведен их экспериментальный анализ. Рассмотрена работа сети АЗС, которая состоит из 5 АЗС, парка с тремя бензовозами и нефтебазы. Были смоделированы следующие ситуации, представленные в таблице:

1) эксперимент № 1, заявки на топливо поступают равномерно на протяжении трёх суток работы АЗС случайным образом, поступление новой заявки приводит к корректировке плана;

2) эксперимент № 2, планирование выполняется периодически (несколько раз в сутки), на протяжении трёх суток работы АЗС.

Средняя загрузка бензовозов, количество рейсов и, соответственно, объем поставленного топлива у модели на ПВ-сети меньше (от 7,7% до 19%), чем у модели МППР. Это объясняется применением в ПВ-сети процедуры матчинга.

Для решения задачи планирования развоза разработан гибридный метод на основе интеграции транспортной задачи, теории составления расписаний, аппарата имитационного и экспертного моделирования, мультиагентных систем (МППР). Метод состоит из следующих этапов:

1. Расчет (определение) потребностей топлива на АЗС кратных емкости минимального бензовоза. Прогноз потребностей на остальных емкостях АЗС, у которых на вторую половину смены может возникнуть потребность, кратная емкости минимального бензовоза.

2. Решение транспортной задачи в части планирования поставок с нефтебаз до АЗС (без привязки бензовозов).

3. Обработка опорного решения из транспортной задачи 1: Ранжирование всех потребностей (определение наиболее срочных потребностей – что везем раньше, а что позже) – согласно приоритетности. Определение для каждого заказа (потребности на поставку топлива) поставщика (склада/логистического центра – нефтебазы) и маршрута поставки.

4. Обработка опорного решения из транспортной задачи 2: Формирование рейсов (плана развоза). Закрепление за каждым заказом транспортного средства и определение времени исполнения (времен начала и окончания рейса). На данном этапе используется интеллектуальный агент-планировщик с фреймовой базой знаний, учитывающей статистику продаж топлива с АЗС, физические ограничения АЗС и бензовозов (по их совместимости и возможности обслуживания), а также предпочтения по применению.

5. Проверка плана развоза специалистом по логистике / диспетчером.

6. Проверка и корректировка плана развоза на мультиагентной имитационной модели процесса преобразования ресурсов.

7. Выполнение плана.

8. В условиях внешних воздействий, приводящих к ситуациям диспетчеризации, проводится корректировка плана развоза экспертом (диспетчером, ЛПР).

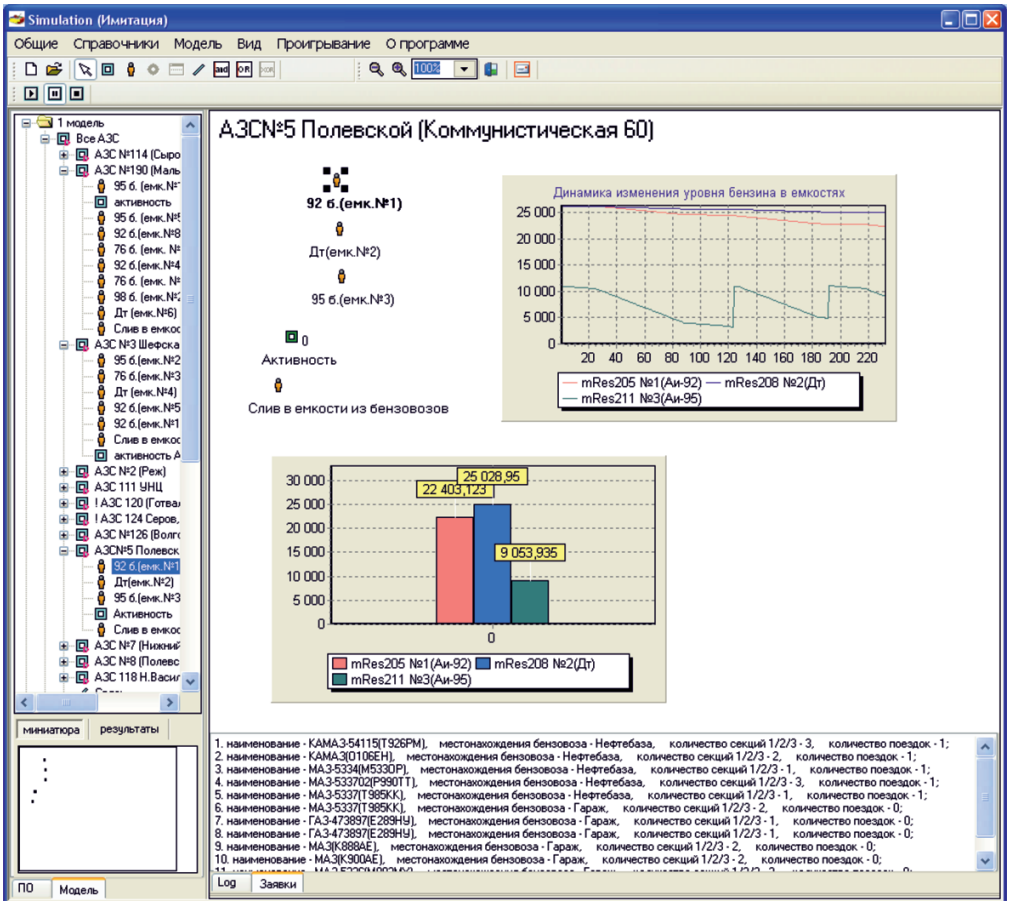
Главным критерием успешности решения данной задачи является обеспечение бесперебойной работы сети АЗС.

### Программная реализация гибридного метода планирования развоза топлива

На основе гибридного метода принятия решений планирования развоза топлива по сети АЗС была разработана СППР в результате интеграции систем «Планировщик», BPsim.MAS (мультиагентной системы моделирования) и BPsim.DSS (фреймовой интеллектуальной системы). Данная СППР является проблемно-ориентированной и поддерживает ручную, автоматизированную и автоматическую корректировку плана развоза экспертом (диспетчером, ЛПР).

Результаты экспериментов (модели сети АЗС МППР и ПВ-сети)

| Параметры/Эксперимент № (модель) | 1, МППР | 1, ПВ-сеть | 2, МППР | 2, ПВ-сеть |
|---|---|---|---|---|
| $T_{\text{время моделирования,}}$ мин | 30 | 99 | 41 | 147 |
| Средняя загрузка бензовоза 1,% | 62,78 | 63,96 | 63,04 | 48,79 |
| Средняя загрузка бензовоза 2,% | 56,41 | 30,36 | 51,92 | 37,94 |
| Средняя загрузка бензовоза 3,% | 31,02 | 25,38 | 38,72 | 37,22 |
| Суммарное количество рейсов | 35 | 27 | 30 | 22 |
| Суммарный объем перевезённого топлива, л | 224200 | 207000 | 225400 | 183000 |




*Фрагмент имитационной модели в BPsim.MAS*

## Применение метода планирования и СППР

С применением системы «Планировщик» и продуктов семейства BPsim были разработаны имитационные модели. Так, для единого диспетчерского центра ООО «Башнефть-Розница» в модели реализован процесс потребления и поставки топлива на сеть АЗС бренда «Башнефть», охватывающего «куст» Свердловской области. В результате анализа работы сети были выработаны и обоснованы решения о переходе на смешанный график развоза топлива (день/ночь). Фрагмент имитационной мультиагентной модели сети АЗС показан на рисунке.

Результаты вычислительных экспериментов имитационной модели сопоставлены с фактическими данными развоза и показали сходимость результатов в части рейсов и объема перевозки топлива. Результаты анализа доказывают, что метод, реализованный в СППР, показывает более жадную стратегию по количеству рейсов и объему перевозок (в среднем выше на 13 %). Однако метод уступает действиям диспетчера в части объема топлива, заданного стратегией развоза на 1,4 %. В результате внедрения были разработаны мультиагентные модели процессов снабжения сети АЗС в системе динамического моделирования ситуаций BPsim.MAS и системе принятия решений BPsim.DSS, а также «Планировщик», которые реализуют алгоритмы планирования и диспетчеризации. Результаты экспериментов на данных показали следующие результаты:

1) экспериментальный план дает согласованность с результатами фактического плана, составленного специалистом-диспетчером;

2) использование автоматического алгоритма планирования позволяет учитывать предпочтения лица, принимающего решения, в части стратегий развоза, приоритетность обслуживания емкостей АЗС, ограничения по транспортным средствам (бензовозам) и АЗС (в части обслуживания бензовозами).

## Заключение

В данной работе предложен гибридный метод принятия решений задачи планирования развоза топлива по сети автозаправочных станций. Метод разработан в результате интеграции транспортной задачи, мультиагентной имитационной модели процесса преобразования ресурсов, аппарата фреймовых экспертных систем. Метод программно реализован в виде системы поддержки принятия решений в результате интеграции систем «Планировщик» и BPsim. Апробация метода и СППР прошла в условиях действующей сети автозаправочных станций Свердловской области. При решении задачи планирования развоза решена задача интеграции СППР с корпоративной системой предприятия, что теперь позволяет отнести BPsim к открытой системе моделирования и дает возможность применять ее для задач управления в реальном масштабе времени.

## Список литературы

1. Аксенов К.А., Неволина А.Л., Аксенова О.П., Смолий Е.Ф. Мультиагентное моделирование и планирование логистики // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9744 (дата обращения: 24.10.2016).

2. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O., Goncharova N., Nevolina A. Industrial Simulation of Metallurgical Logistics // International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications (CISIA 2015). June 28–29, Bangkok, Thailand. – P. 600–603.

3. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O., Goncharova N., Nevolina A. Decision Support for Gasoline Tanker Logistics with BPsim.DSS // International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications (CISIA 2015). June 28–29, Bangkok, Thailand. – P. 604–606.

4. Moder J.J., Elmaghraby S.E. Handbook of Operations Research. Models and applications. Van Nostrand Reinhold, New York, 1978. – 656 p.

5. Prosvetov G.I. Mathematical method in logistic: problem and decision: Alfa Press, 2014. – 304 p.

6. Rzevski G., Himoff J., Skobelev P. MAGENTA Technology: A Family of Multi-Agent Intelligent Schedulers. International conference on multi-agent systems // Proceedings of Workshop on Software Agents in Information Systems and Industrial Applications 2 (SAISIA). Fraunhofer IITB, Germany, February 2006. URL: http://rzevski.net/06%20i-Scheduler%20Family.pdf.

7. Skobelev P.O. Open multi-agent system for operative processing of information in the decision-making processes: Avtoref. dis. on competition of a scientific degree. Kazan.step. Ph. D. – Samara, 2003. (In Russian).

8. Vittikh V.A., Skobelev P.O. Multiagent Interaction Models for Constructing the Needs-and-Means Networks in Open Systems. Automation and Remote Control. – 2003. – Vol. 64. – P. 162–169.

## References

1. Aksenov K.A., Nevolina A.L., Aksenova O.P., Smolij E.F. Multiagentnoe modelirovanie i planirovanie logistiki // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 4; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9744 (data obrashhenija: 24.10.2016).

2. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O., Goncharova N., Nevolina A. Industrial Simulation of Metallurgical Logistics // International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications (CISIA 2015). June 28–29, Bangkok, Thailand. P. 600–603.

3. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O., Goncharova N., Nevolina A. Decision Support for Gasoline Tanker Logistics with BPsim.DSS // International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications (CISIA 2015). June 28–29, Bangkok, Thailand. P. 604–606.

4. Moder J.J., Elmaghraby S.E. Handbook of Operations Research. Models and applications. Van Nostrand Reinhold, New York, 1978. 656 p.

5. Prosvetov G.I. Mathematical method in logistic: problem and decision: Alfa Press, 2014. 304 p.

6. Rzevski G., Himoff J., Skobelev P. MAGENTA Technology: A Family of Multi-Agent Intelligent Schedulers. International conference on multi-agent systems // Proceedings of Workshop on Software Agents in Information Systems and Industrial Applications 2 (SAISIA). Fraunhofer IITB, Germany, February 2006. URL: http://rzevski.net/06%20i-Scheduler%20Family.pdf.

7. Skobelev P.O. Open multi-agent system for operative processing of information in the decision-making processes: Avtoref. dis. on competition of a scientific degree. Kazan.step. Ph. D. Samara, 2003. (In Russian).

8. Vittikh V.A., Skobelev P.O. Multiagent Interaction Models for Constructing the Needs-and-Means Networks in Open Systems. Automation and Remote Control. 2003. Vol. 64. pp. 162–169.

УДК 66-963

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОЙ ФИБРЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМПОЗИЦИОННОГО ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

**Андронов С.Ю., Трофименко Ю.А.**

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов, e-mail: vdt_sstu@mail.ru*

Способом повышения устойчивости асфальтобетона к внешним нагрузкам является введение в его состав волокон и нитей. Введение в смесь длинных (протяженных) элементов – нитей, волокон или проволоки, при удовлетворении и постоянстве качественных показателей, а также удобства ее использования, в настоящее время является неразрешимой проблемой. Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси и получить «композитный» материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе. В ходе работы были подобраны опытные составы композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей и определено влияние на их свойства способа введения в смесь фибры с различной плотностью и длиной нарезки, проведены эксперименты по отработке режимов приготовления и введения фибры в состав композиционных смесей. Выполненные исследования позволили установить эффективность способа введения предварительно приготовленной смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком в смесь компонентов асфальтобетонной смеси для улучшения показателей физико-механических свойств асфальтобетона в покрытиях автомобильных дорог.

**Ключевые слова: композиционный материал, технология производства композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей, полиакрилонитрильная фибра, контрольные образцы асфальтобетона, лабораторные испытания**

# STUDY OF METHOD OF INTRODUCTION POLYARCRYLONITRILE FIBRO ON PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF COMPOSITE DISPERSION-REINFORCED ASPHALT

**Andronov S.Yu., Trofimenko Yu.A.**

*Saratov State Technical University named after Y.A.Gagarin, Saratov, e-mail: vdt_sstu@mail.ru*

A method of increasing the stability of asphalt concrete to external loads is the introduction into its structure of fibers and yarns. Introduction to the mixture of long (extended) elements – yarns, fibers or wires, with satisfaction and constancy of quality indicators, as well as ease of use, now is an insoluble problem. Introduction into a mixture of small size (discrete) components allows achieving their uniform distribution (dispersion) in the mixture and obtain a «composite» material having a high physical and mechanical properties in the finished structural member During the experimental formulations were selected composite dispersion-reinforced asphalt mixtures and determined the impact on their property in the way of the introduction of a mixture of fibers of different densities and cutting length, performed experiments to simulate cooking modes and the introduction of fiber in the composite mixture. The studies have established the effectiveness of the method of administration premix polyacrylonitrile fiber with a mineral powder in the mixture of components to improve the asphalt mixture physico-mechanical properties of the coatings of asphaltic concrete road.

**Keywords: composite material, the production technology of composite dispersion-reinforced asphalt mixtures, polyacrylonitrile fiber, control of asphalt concrete samples, laboratory tests**

В транспортном строительстве широко используется асфальтобетон, который работает в сложных климатических условиях под воздействием динамической и статической нагрузки, деформаций и т.д. Асфальтобетоны подвержены трещинообразованию, шелушению, выкрашиванию, образованию колей, волн и впадин. Способом повышения устойчивости асфальтобетона к внешним нагрузкам является введение в его состав волокон и нитей. Введение в смесь длинных (протяженных) элементов – нитей, волокон или проволоки, при удовлетворении и постоянстве качественных показателей, а также удобства ее использования, в настоящее время является неразрешимой проблемой.

## Цель исследования

Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси и получить композитный материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе [1]. В качестве армирующих волокон в асфальтобетонной смеси исходя из технико-экономических соображений применяется фибра из углеродных нитей.

## Материалы и методы исследования

Выполнялись исследования способов введения в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей предварительно приготовленных смесей (навесок) из полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком, а также предварительно приготовленных смесей (навесок) из полиакрилонитрильной фибры с песком.

Для установления влияния температуры и оптимального соотношения минерального порошка и полиакрилонитрильной фибры изготавливались опытные замесы. Использовались следующие компоненты: фибра полиакрилонитрильная 0,56 текс 12 мм; минеральный порошок МП-1. Смешивание осуществлялось в керамической цилиндрической емкости объемом 3 л с диаметром дна 150 мм. Емкость с минеральным порошком и полиакрилонитрильной фиброй размещалась на электроплитке, оснащенной регулятором скорости нагрева. Скорость нагрева составляла 10–12 °С в минуту. Контроль температуры выполнялся ртутным термометром. Перемешивание выполнялось вручную металлическим шпателем (примерно одно круговое движение в секунду). При смешении фиксировались температуры, при которых: смесь становилась «однородной» (то есть достигалось наилучшее качество смешивания); в смеси образовывались сгустки и комья, происходило разделение на фибру и минеральный порошок (то есть качество смешивания ухудшалось). Было изготовлено 5 смесей.

По результатам исследований можно сделать вывод, что полиакрилонитрильная фибра с минеральным порошком смешивается до однородной смеси при соотношении не более 2% полиакрилонитрильной фибры и 98% минерального порошка. Большие соотношения полиакрилонитрильной фибры не позволяют ей смешиваться с минеральным порошком до однородного состояния. Было установлено, что нагрев и интенсивность смешивания положительно влияют на качество и однородность перемешивания. Интервал температур от 100 до 200 °С для перемешивания является наиболее оптимальным. В указанном интервале температур компоненты быстро перемешиваются между собой и для этого требуется 5–7 круговых движений. Наилучшая температура смешивания составляет 160 °С. При температурах свыше 200 °С или приводит к тому, что образуются комья, сгустки и происходит спекание полиакрилонитрильной фибры в минеральном порошке. Понижение температуры ниже 100 °С также приводит к повторному образованию комьев и ухудшению качества полученной ранее смеси.

## Результаты исследования и их обсуждение

Фотографии готовых смесей в конце смешивания приведены на рис. 1–2. Оценка однородности смесей, при перемешивании с нагревом полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком, представлена в табл. 1.

На основании выполненных исследований в дальнейшем рекомендуется использование предварительно подготовленной смеси из минерального порошка с полиакрилонитрильной фиброй не более 2% по массе с нагревом при смешивании до температуры 150 °С. Также на основании выполненных исследований было установлено, что температура применения смеси должна быть не ниже 95–100 °С.

Выполнялось исследование возможности качественного смешивания полиакрилонитрильной фибры с песком. Для исследований применялся мелкий речной песок. Методика исследований аналогична исследованиям возможности предварительного смешивания с минеральным порошком. На рис. 3–4 показаны фото смесей. В табл. 2 представлена оценка смесей при перемешивании с нагревом полиакрилонитрильной фибры с песком.

На основании выполненных исследований можно сделать вывод, что достигнуть равномерного смешивания полиакрилонитрильной фибры с песком не представляется возможным.

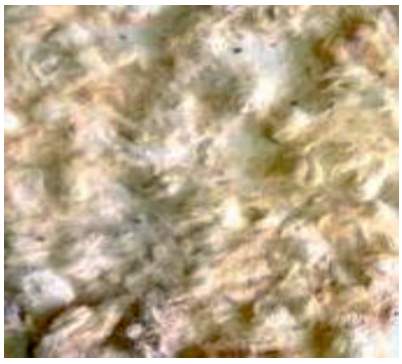


*Рис. 1. Смесь полиакрилонитрильной фибры 5% с минеральным порошком 95% после перемешивания с нагревом до 210 °С*

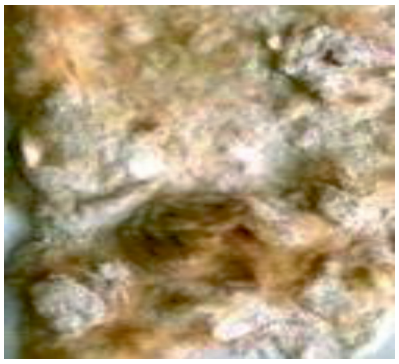


*Рис. 2. Смесь полиакрилонитрильной фибры 2,5% с минеральным порошком 97,5% после перемешивания с нагревом до 210 °С*

Для определения влияния на качество композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси технологии изготовления, при которой компоненты смеси смешиваются с предварительно приготовленной смесью полиакрилонитрильной фибры и минерального порошка, было изготовлено 3 смеси.

Смесь полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком использовалась в нагретом виде, при температуре не ниже 100 °С.

Для сопоставления результатов исследований в качестве исходных смесей (без полиакрилонитрильной фибры) использовались смеси марки I типа Б с вяжущим БНД 60/90. Состав и физико-механические показатели исходных смесей приведены в табл. 3.

Было исследовано 3 способа введения смеси полиакрилонитрильной фибры и минерального порошка в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей.

**Таблица 1**

Оценка смесей, при перемешивании с нагревом полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком

| № п/п | Соотношения полиакрилонитрильной фибры и минерального порошка,% по массе | Температура смешивания смеси, °С | | Визуальная оценка |
|---|---|---|---|---|
| | | Хорошее качество | Ухудшение качества | |
| 1 | Полиакрилонитрильная фибра 5% Минеральный порошок 95% | 100 | 200 °С | Недостаточное |
| 2 | Полиакрилонитрильная фибра 2,5% Минеральный порошок 97,5% | 95 | 205 °С | Недостаточное |
| 3 | Полиакрилонитрильная фибра 2% Минеральный порошок 98% | 95 | 200 °С | Удовлетворительное |
| 4 | Полиакрилонитрильная фибра 1,5% Минеральный порошок 98,5% | 100 | 205 °С | Удовлетворительное |
| 5 | Полиакрилонитрильная фибра 1,0% Минеральный порошок 99% | 95 | 205 °С | Хорошее |

**Таблица 2**

Оценка смесей, при перемешивании с нагревом ФСПАНВ с песком

| № п/п. | Соотношения полиакрилонитрильной фибры и песка,% по массе | Температура, смешивания смеси | | Визуальная оценка |
|---|---|---|---|---|
| | | Хорошее | Ухудшение качества | |
| 1 | Полиакрилонитрильная фибра 5% Песок речной 95% | Не достигнуто | 180 °С | Не смешивается |
| 2 | Полиакрилонитрильная фибра 1% Песок речной 99% | Не достигнуто | 180 °С | Не смешивается |

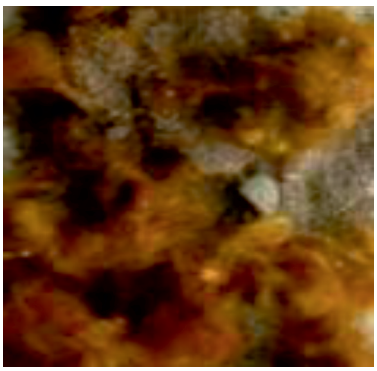


*Рис. 3. Смесь полиакрилонитрильной фибры 5% с мелким песком речным 95% после перемешивания с нагревом до 200 °С*

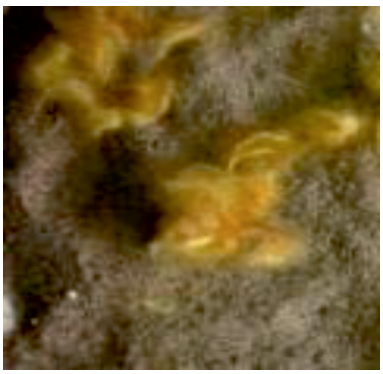


*Рис. 4. Смесь полиакрилонитрильной фибры 1% с песком речным 99% после перемешивания с нагревом до температуры 200 °С*

**Таблица 3**

Физико-механические показатели композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонов при введении полиакрилонитрильной фибры в виде смеси с минеральным порошком нагретой до температуры 150 °С

| Наименование показателя | Ед. изм. | Требования ГОСТ 9128-2013 к смеси марка I тип Б | Фактические значения | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Асфальтобетон типа Б, марки I | Асфальтобетон типа Б марки I с постепенным введением в состав смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком | Асфальтобетон типа Б марки I с введением сразу всей навеской в состав смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком | Асфальтобетон типа Б марки I с введением в первую мешалку смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком, а затем всех остальных компонентов |
| Средняя плотность уплотненного материала из смеси | г/см$^3$ | – | 2,45 | 2,46 | 2,46 | 2,47 |
| Водонасыщение для смесей | % | от 1,5 до 4,0 | 1,57 | 1,6 | 2,2 | 5,2 |
| Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С | МПа | От 2,5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 5,0 |
| Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов при температуре 20 °С | МПа | – | 4,43 | 4,9 | 4,7 | 4,1 |
| Предел прочности при сжатии при температуре 0 °С | МПа | До 13,0 | 7,47 | 8,5 | 7,50 | 7,7 |
| Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С | МПа | От 1,30 | 1,7 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |
| Водостойкость | – | От 0,85 | 0,98 | 0,89 | 0,85 | 0,82 |
| Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения | – | От 0,83 | 0,83 | 0,87 | 0,85 | 0,79 |
| Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С | | От 0,38 | 0,6 | 0,65 | 0,61 | 0,55 |
| Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при раскоде при температуре 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин | МПа | От 4,0 до 6,5 | 4,2 | 5,2 | 5,5 | 4,1 |

1. Смесь полиакрилонитрильной фибры и минерального порошка вносилась постепенно в разогретую минеральную часть смеси с одновременным перемешиванием и последующим добавлением вяжущего и перемешиванием до однородного состояния.

2. Смесь полиакрилонитрильной фибры и минерального порошка вносилась сразу всей навеской на разогретую минеральную часть смеси, перемешивалась, затем вводилось вяжущее и перемешивалось до однородного состояния.

3. Смесь полиакрилонитрильной фибры и минерального порошка вносилась сразу всей навеской в работающую лабораторную мешалку, затем вносились разогретые компоненты минеральной части смеси, компоненты перемешивались, затем вводилось вяжущее и все перемешивалось до однородного состояния.

Смеси для исследований готовились в лабораторной мешалке объемом 6 л, сконструированной по типу смесителей асфальтобетонного завода.

После приготовления композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей из них изготавливались и испытывались контрольные образцы по ГОСТ 12801-98 [2]. Результаты лабораторных испытаний в сравнении с исходными смесями приведены в табл. 3.

Для смеси, при постепенном внесении полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком, были определены все показатели по ГОСТ 9128-2013 [3]. Для смеси, при внесении полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком всей навески сразу, определялись плотность, водонасыщение, прочность при 20 °С и 50 °С.

Для смеси, при внесении полиакрилонитрильной фибры в мешалку с последующим внесением остальных компонентов, определялись плотность, водонасыщение, прочность при 20 °С, 0 °С и 50 °С, сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения и сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С.

При постепенном внесении полиакрилонитрильной фибры в смеси с минеральным порошком в разогретую минеральную часть асфальтобетонной смеси, с одновременным перемешиванием, последующим введением вяжущего и перемешиванием до однородного состояния обеспечивается наиболее высокое качество смеси, и соответственно, композиционного дисперсно-армированного асфальтобетона. Все основные физико-механические показатели стали выше, чем у исходной асфальтобетонной смеси без добавки фибры. Улучшение показателей физико-механических свойств асфальтобетонной смеси обусловливается равномерным распределения полиакрилонитрильной фибры в объеме асфальтовой смеси [3]. При приготовлении композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси с введением смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком всей навеской в мешалку и затем внесением разогретых компонентов части смеси и перемешиванием получить положительных результатов не удалось [3].

## Выводы

Введение в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей предварительно приготовленной смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком позволяет получить положительные результаты при условии обеспечения равномерной подачи такой смеси в мешалку при постоянном перемешивании компонентов асфальтобетонной смеси и использовании ее при температуре не ниже 95–100 °С. Исследования позволили установить эффективность способа введения предварительно приготовленной смеси полиакрилонитрильной фибры с минеральным порошком в смесь компонентов асфальтобетонной смеси для улучшения показателей физико-механических свойств асфальтобетона в покрытиях автомобильных дорог.

## Список литературы

1. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – М.: СтандартИнформ, 1998.

2. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – М.: СтандартИнформ, 2013.

3. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий. Методические рекомендации. – Омск: СибАДИ, 2004.

4. Челпанов И.Б. Стандартизация испытаний строительных, дорожных материалов и изделий / Челпанов И.Б., Евтеева С.М., Талалай В.В., Кочетков А.В., Юшков Б.С. // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2011. – № 2. – С. 57–68.

5. Installing Composite Surface Treatment and Thin Wearing Courses Using Different Types of Fibre. A.V. Kochetkov, L.V. Yankovskii, I.B. Chelpanov. Translated from Khimicheskie Volokna. – Vol. 47, № 1. – P. 66–72, January-February, 2015. Fibre Chemistry July 2015.

## References

1. GOST 12801-98 Materialy na osnove organicheskih vjazhushhih dlja dorozhnogo i ajerodromnogo stroitelstva. Metody ispytanij. M.: StandartInform, 1998.

2. GOST 9128-2013 Smesi asfaltobetonnye, ajerodromnye i asfaltobeton. Tehnicheskie uslovija. M.: StandartInform, 2013.

3. Tehnologicheskoe obespechenie kachestva stroitelstva asfaltobetonnyh pokrytij. Metodicheskie rekomendacii. Omsk: SibADI, 2004.

4. Chelpanov I.B. Standartizacija ispytanij stroitelnyh, dorozhnyh materialov i izdelij / Chelpanov I.B., Evteeva S.M., Talalaj V.V., Kochetkov A.V., Jushkov B.S. // Transport. Transportnye sooruzhenija. Jekologija. 2011. no. 2. S. 57–68.

5. Installing Composite Surface Treatment and Thin Wearing Courses Using Different Types of Fibre. A.V. Kochetkov, L.V. Yankovskii, I.B. Chelpanov. Translated from Khimicheskie Volokna. Vol. 47, no. 1. R. 66–72, January-February, 2015. Fibre Chemistry July 2015.

УДК 62 – 523. 2

# ОБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ФЕРРОМАГНИТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В РАБОЧЕМ ЗАЗОРЕ ЭПМ

**Беззубцева М.М., Волков В.С.**

*ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Санкт-Петербург, Пушкин, e-mail: mysnegana@mail.ru*

В статье представлены рекомендации по методике определения численного соотношения между компонентами заполнителя, внесенного в рабочий зазор электромагнитных порошковых муфт (ЭПМ). Исследованы физико-механические процессы, происходящие в магнитоожиженном слое ферротел (ферропорошка) под действием постоянного по знаку и регулируемого по величине электромагнитного поля при относительном смещении поверхностей, ограничивающих рабочий зазор ЭПМ. Представлены экспериментальные зависимости тангенциальной составляющей сил взаимодействия между феррочастицами заполнителя от индукции в рабочем зазоре ЭМП. Показано, что передача момента осуществляется за счет сил трения, развиваемых в слое скольжения (или в зоне разрушения) структурных построений между ферротелами. Такая трактовка процессов в рабочем зазоре ЭПМ согласуется с полученными экспериментальными данными, выполненными на макетах, моделирующих рабочий объем исследуемых аппаратов. Представленные в статье результаты исследований имеют практическую значимость и могут быть использованы при проектировании надежно работающих ЭМП в аппаратурно-технологических системах АПК.

**Ключевые слова: электромагнитная порошковая муфта, коэффициент заполнения рабочего зазора, тангенциальное усилие сдвига**

# THE OBJECTIVE MEASURE OF THE AMOUNT OF FERROMAGNETIC COMPONENT IN THE WORKING AIR GAP OF THE ELECTROMAGNETIC POWDER CLUTCH (EPC)

**Bezzubtseva M.M., Volkov V.S.**

*St.-Peterburg agrarian university, St.-Peterburg, Pushkin, e-mail: mysnegana@mail.ru*

The article contains recommendations on the method of determining of definition Numerical ratio between The components of the filler introduced into the working air gap of the electromagnetic powder clutches (EPC). There is the study Of physical and mechanical processes occurring in the magnetic liquified layer of ferromagnetic particles (ferromagnetic powder) under the influence of electromagnetic field with permanent sign and regulation largest when relative displacement of surfaces which limits the working air gap of electromagnetic powder clutch. There are experimental dependences of the tangential component of the forces of the interaction of ferromagnetic particles of the filler by induction in the working air gap of EPC. It is shown that the torque transmission is carried out by friction forces exerted in the sliding layer (or in the zone of destruction) structural models between ferrotelami. Such a treatment process in the gap EPM is consistent with experimental data provided on layouts that simulate the working volume of the test apparatus. The results of the study presented in the article have practice significance and can be used in the case of the design of safe working EPC hardware-technological sistems of agro-industrial complex (AIC).

**Keywords: electromagnetic powder clutch, coefficient of filling of the working air gap, tangential shear**

В настоящее время отсутствует объективная методика оценки численного соотношения между компонентами заполнителя, внесенного в рабочий зазор электромагнитных порошковых муфт (ЭПМ). В этой связи исследования физико-механических процессов, происходящих в магнитоожиженном слое ферропорошка под действием электромагнитного поля при относительном смещении поверхностей ЭПМ при различных коэффициентах заполнения рабочего зазора ферромагнитной составляющей являются актуальными. Актуальность исследования критерия для объективной оценки ферромагнитной составляющей заполнителя рабочего зазора ЭПМ также не вызывает сомнений при рассмотрении ряда эмпирических формул, характеризующих величину силы взаимодействия между ведущей и ведомой частями ЭПМ при различных значениях индукции $B_\delta$ в их рабочих зазорах [2, 3]. Представленные в статье результаты исследований имеют практическую значимость и могут быть использованы при проектировании надежно работающих ЭМП в аппаратурно-технологических системах АПК.

**Целью исследования** является разработка методики объективной оценки количества ферромагнитной составляющей в рабочем зазоре электромагнитных порошковых муфт (ЭПМ).

## Материалы и методы исследований

Объективный критерий оценки количества ферромагнитной составляющей в рабочем зазоре ЭПМ. Использованы экспериментально-статистические методы исследований.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Основным фактором, определяющим вращающий момент, передаваемый ЭПМ, является удельное усилие сдвига (τ или *f*), величина которого зависит от магнитной индукции $B_\delta$ в рабочем зазоре, величины рабочего зазора δ, сорта заполнителя, его состава и ряда конструктивных факторов [1, 4, 5, 6]. Ферромагнитный порошок пропорционально магнитному полю увеличивает свою вязкость благодаря образованию связок, ориентированных вдоль магнитных силовых линий, и осуществляет, таким образом, сцепление полумуфт и передачу момента (рис. 1). Сухие порошковые муфты (смесь ферромагнитного порошка с тальком, графитом и т.п.) имеют диаметр зерен в пределах 0,5–10 мкм. Передача момента осуществляется за счет сил трения, развиваемых в слое скольжения (или в зоне разрушения) структурных построений между ферротелами. Такая трактовка процессов в рабочем зазоре ЭПМ согласуется с полученными экспериментальными данными, выполненными на макетах, моделирующих рабочий объем исследуемых аппаратов. Угол разрыва связок $\theta_0$ является в действительности углом деформации структурных построений из ферротел заполнителя. Экспериментально установлено, что угол $\theta_0$ достигает величины 16–20° при индукции в рабочем зазоре $B$ = 0,3 – 0,4 Тл.

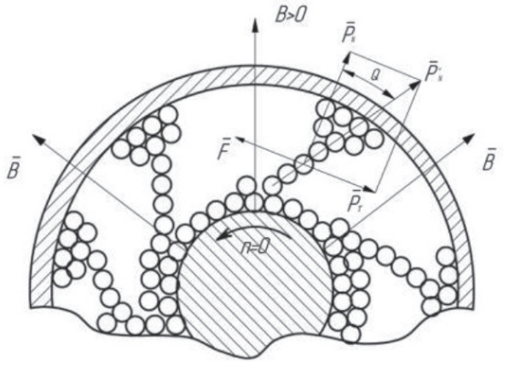



*Рис. 1. Организация связок из ферропорошка заполнителя в зазоре ЭПМ: B – индукция магнитного поля; n – частота вращения вала, F – силы взаимодействия между частицами ферропорошка заполнителя; τ – тангенциальное усилие сдвига; ν – угол деформации связок из ферропорошка заполнителя*

В настоящее время для определения составляющей удельного усилия сдвига (тангенциальная составляющая τ или *f*) [7, 8] используют следующие выражения:

$$\tau = \chi\, B_\delta^{1,8}\, K_V 10^{-6}; \quad (1)$$

$$f = f_B\, B_\delta^{1+0,02B_\delta}, \quad (2)$$

где $K_V$ – отношение объема материала магнитного порошка ко всему объему рабочего зазора; $f_B$ – постоянный коэффициент, зависящий от концентрации смеси, величины рабочего зазора и свойств ферромагнитной составляющей.

Естественно, что при различном заполнении (концентрации) рабочего зазора ферромагнитным заполнителем величины τ и $f$, определенные по выражениям (1) и (2), при прочих равных условиях будут различными. Поэтому весьма важно однозначно характеризовать степень заполнения рабочего зазора заполнителем и, в частности, его ферромагнитной составляющей.

До сих пор еще нет единого объективного подхода к определению степени заполнения объема рабочего зазора тем или иным заполнителем. Этим, очевидно, можно объяснить то, что в исследованиях используют формулу Лихтенеккера, характеризующую зависимость начальной магнитной проницаемости магнитодиэлектрика от концентрации соответствующего карбонильного порошка

$$\mu = \mu^p, \quad (3)$$

где μ – проницаемость магнитодиэлектрика; $p$ – объемная концентрация ферромагнитной основы.

Применительно к определению средней магнитной проницаемости заполнителя объемная концентрация ферромагнитной основы представлена в следующем виде:

$$\mu_{ср} = \mu^{Kv}, \quad (4)$$

где μ – значение магнитной проницаемости вещества ферромагнитных частиц;
$K_V$ – коэффициент объемного заполнения магнитной средой.

По сравнению с экспериментом формула (4) дает ошибку при $K_V$ = 0,5 больше 15–70 %. При этом под насыпным весом заполнителя подразумевают вес его единичного объема, не меняющегося при его свободной утряске, т.е. утряске под действием собственного веса. Такой подход к определению связи между весом и объемом, заполняемым частицами заполнителя, является необъективным и вносит ошибку субъективного характера в определение величины коэффициента $K_V$.

При этом коэффициент заполнения $K_V$ рабочего зазора определяют по выражению

$$Kv = \frac{G_{Fe}}{gFeV}, \quad (5)$$

где $G_{Fe}$ – вес ферромагнитных частиц в смеси;

$g_{Fe}$ – удельный вес материала частиц ферромагнитной составляющей;
$V$ – объем заполнителя.

Эта рекомендация для определения $K_V$ также носит субъективный характер. В зависимости от интенсивности встряхивания заполнитель может занимать различный объем. В основном это определяется формой частиц заполнителя (его компонентов) и способами его уплотнения в данном объеме. При этом не учитывается величина объема рабочего зазора, в который вносится заполнитель (с учетом изоляции его от внутренних полостей ЭПМ).

Следует, по-видимому, пользоваться двумя различными по содержанию понятиями «коэффициент заполнения рабочего зазора».

Коэффициент заполнения объема рабочего зазора ферромагнитной составляющей заполнителя – это понятие, которое можно применить к заполнителю на любой основе. Именно ферромагнитная составляющая в основном характеризует свойства заполнителя рабочего зазора. Коэффициент заполнения объема рабочего зазора ферромагнитной составляющей заполнителя $K_{VFe}$ предлагается определить по следующей формуле:

$$K_{VFe} = \frac{G_{Fe}}{g_{Fe} V_{P3}}, \qquad (6)$$

где $G_{Fe}$ – вес ферромагнитной составляющей заполнителя, внесенного в рабочий зазор;
$g_{Fe}$ – удельный вес ферромагнитной составляющей заполнителя;
$V_{P3}$ – объем, отделенный от внутренних полостей ЭПМ.

Формулу (5) целесообразно применять только при рабочем зазоре, изолированном от внутренних полостей ЭПМ, так как лишь в этом случае можно говорить о стабильном значении коэффициента $K_{VFe}$.

Определенный по формуле (6) коэффициент заполнения $K_{VFe}$ будет однозначно характеризовать магнитные свойства рабочего зазора, в частности его магнитное сопротивление в статических условиях. Эта формула удобна для определения коэффициента $K_{VFe}$ на жидкой основе. В этом случае подразумевается, что почти весь объем рабочего зазора заполнен ферромагнитной составляющей в смеси с каким-либо маслом и с учетом температурного коэффициента объемного расширения последнего при повышении его температуры в процессе работы со скольжением [9, 10].

Для характеристики магнитного состояния заполнителя в рабочем зазоре при использовании твердой основы необходимо также располагать значением коэффициента заполнения. В этом случае должна быть учтена форма частиц ферромагнитной составляющей и твердой основы заполнителя. Появляется (и косвенно учитывается с помощью специально вводимых коэффициентов) третья компонента заполнителя рабочего зазора – воздух в промежутках между частицами заполнителя.

Коэффициент заполнения рабочего зазора на твердой основе определяется по формуле

$$K_{V_{ЗАП}} = \frac{V_{ЗАП}}{V_{РЗ}}, \qquad (7)$$

где $V_{ЗАП}$ – объем заполнителя на твердой основе.

Объем порошкового заполнителя складывается из объемов по крайней мере двух порошкообразных компонентов:

$$V_{ЗАП} = (V_{K1} + V_{K2})\, K_3, \qquad (8)$$

здесь $V_{K1}$ – объем первой компоненты (ферромагнитной составляющей);
$V_{K2}$ – объем второй компоненты (твердая основа);
$K_3$ – коэффициент, учитывающий различие в форме частиц компонентов заполнителя.

Коэффициент $K_3$ характеризует плотность заполнения заполнителем единичного объема.

Объем, занимаемый частицами первой компоненты, определяется по формуле

$$V_{K1} = \frac{G_{Fe}}{g_{Fe}} K_1, \qquad (9)$$

где $K_1$ – коэффициент, учитывающий влияние формы частиц ферромагнитного порошка на величину занимаемого им объема.

Численное значение коэффициента $K_1$ определяется по известным формулам для частиц сферической и неправильной формы.

Объем, занимаемый частицами второй компоненты, определяется по выражению

$$V_{K2} = \frac{G_{ТВ.\ ОСН}}{g_{ТВ.\ ОСН}} K_2, \qquad (10)$$

где $G_{ТВ.ОСН.}$ – вес твердой основы;
$g_{ТВ.ОСН.}$ – удельный вес материала твердой основы;
$K_2$ – коэффициент, учитывающий влияние формы частиц на величину занимаемого ими объема.

Объем, занимаемый заполнителем, составленным из двух компонентов, определяется выражением

$$V_{ЗАП} = \left( \frac{G_{Fe}}{g_{Fe}} K_1 + \frac{G_{ТВ.\ ОСН}}{g_{ТВ.\ ОСН}} K_2 \right) K_3. \qquad (11)$$

На основании изложенного можно утверждать, что коэффициент заполнения ра-

бочего зазора заполнителем на твердой основе целесообразно вычислять по формуле

$$K_{V_{\text{ЗАП}}} = \frac{1}{V_{P3}}\left(\frac{G_{Fe}}{g_{Fe}}K_1 + \frac{G_{\text{ТВ. ОСН}}}{g_{\text{ТВ. ОСН}}}K_2\right)K_3. \quad (12)$$

Формулой (12) имеет смысл пользоваться лишь при рабочем зазоре, изолированном от внутренних полостей ЭПМ. Анализ проведенных экспериментальных исследований показал, что величина, определенная по формуле (12), не зависит от субъективных действий экспериментатора. В этом случае таблицы, составленные для значений $f$ (или $\tau$) и $\mu$ для ряда заполнителей при коэффициентах, определенных по формуле (12), будут содержать (при прочих разных условиях) их единственные значения.

Установлено, что магнитное сопротивление рабочего зазора при многократном его заполнении заполнителем без учета значения коэффициента $K_{V_{Fe}}$ будет различным. Проведены исследования магнитных характеристик заполнителей на твердой основе (тальк, слюда) с различными ферромагнитными компонентами. Заполнитель составлялся в каждом случае из двух компонентов. Зависимость тангенциальной составляющей сил взаимодействия между частицами ферропорошка от индукции в рабочем зазоре исследовалась на модели рабочего зазора ЭПМ для статических испытаний (рис. 2). Расстояние между рабочими поверхностями соответствовало ширине рабочего зазора ЭПМ. В рабочий зазор $V_{P3}$ вносилось соответственно 35; 52; 70 г ферромагнитной составляющей, тщательно размешанной с порошкообразной слюдой, обеспечивающей достаточно полное заполнение рабочего зазора. Это соответствовало значениям коэффициентов $K_{V_{Fe}} = 0,27$; $K_{V_{Fe}} = 0,405$ и $K_{V_{Fe}} = 0,54$. Скорость протяжки стальной ленты на макете, моделирующем рабочий зазор ЭПМ, и линейная скорость диска на уровне рабочего зазора с заполнителем относительно заторможенной части устанавливались одного порядка.

Определение величин $B$ и $H$ в рабочем зазоре производилось баллистическим методом. В результате исследований при оптимальном значении коэффициента $K_{V_{Fe}} = 0,405$ [7] получена эмпирическая формула для исследуемой зависимости $B = \varphi_1(H)$. Для аналитического выражения кривой намагничивания заполнителя использована гиперболическая зависимость

$$y = \frac{x}{a + bx}$$

или

$$B = \frac{H}{a + bH};\ \frac{1}{B} = a\frac{1}{H} + b. \quad (13)$$

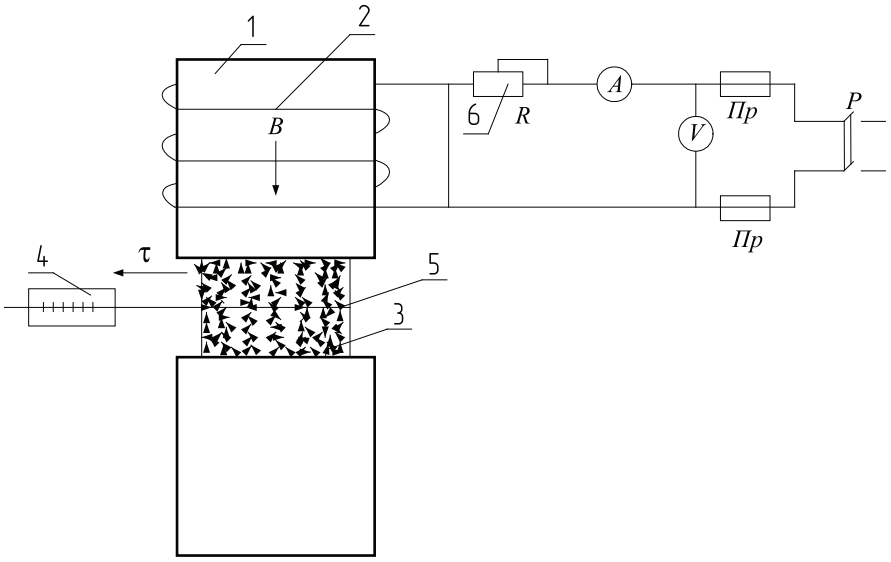



*Рис. 2. Схема экспериментальной установки «Электромагнит ФЛ-1» для статических испытаний физико-механических процессов в рабочем зазоре ЭПМ: 1 – сердечник с подвижными полюсами электромагнита; 2 – обмотка управления; 3 – емкость с исследуемым заполнителем; 4 – стальная лента с динамометром; 5 – связки из ферропорошка; 6 – регулировочный реостат; A и V – соответственно амперметр и вольтметр в цепи обмотки управления*

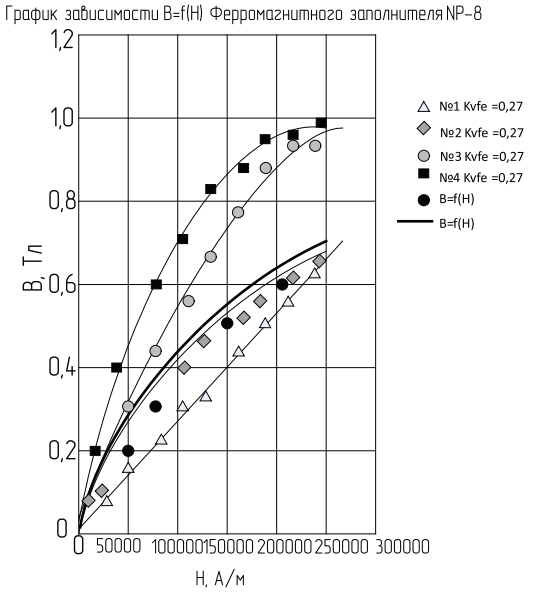



*Рис. 3. График зависимости B-H ферромагнитного заполнителя*

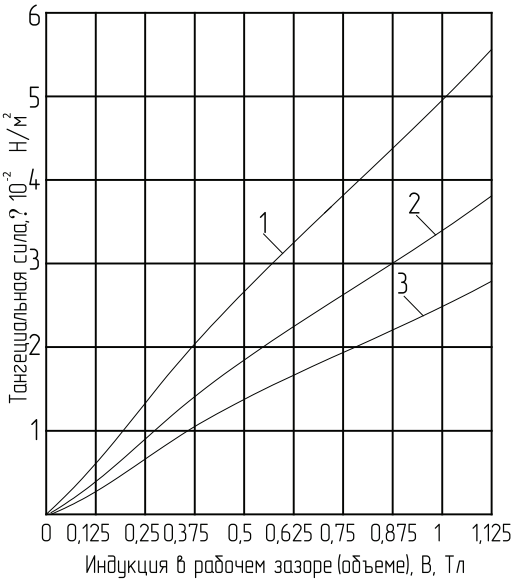



*Рис. 4. Зависимость тангенциальной составляющей сил взаимодействия между феррочастицами заполнителя от индукции в рабочем зазоре B при высоте рабочего зазора (объема) M: 1 – δ = 0,25 мм; 2 – δ = 0,5 мм; 3 – δ = 1,5 мм*

Спрямление зависимостей $\left(\frac{1}{B};\frac{1}{H}\right)$, представленных на рис. 3, подтверждает, что данные опытной зависимости $B = \varphi_1(H)$ могут быть уложены в предлагаемое аналитическое выражение. Зависимость $B = \varphi_1(H)$ опишем аналитически для значений индукции ($B$ = 0,1 – 0,6 Тл), т.е. для рабочего диапазона изменения индукции в рабочем зазоре ЭПМ. Величины постоянных коэффициентов $a$ и $b$, входящих в формулу (12), определены методом наименьшей ошибки. Можно записать, что

$$\sum_{1}^{n=3}\frac{1}{B} = a\sum_{1}^{n=3}\frac{1}{H} + nb$$

здесь $n$ = 3.

В результате произведенных вычислений получаем, что $a$ = 0,305; $b = 0{,}4\cdot10^{-4}$. Эмпирическая формула, описывающая зависимость $B = \varphi_1$(H) заполнителя с порошком № Р-8 при $K_{V_{Fe}} = 0{,}405$, будет иметь следующий вид:

$$B = \frac{H}{0{,}305 + 0{,}41\cdot10^{-4}H}. \qquad (14)$$

Значения индукции B, вычисленные по формуле (13), дают хорошее совпадение с соответствующими точками на опытной кривой $B = \varphi_1$(H), представленной на рис. 3.

Учитывая неоднородность и дискретность фрикционных контактов, тангенциальная составляющая силы Рτ взаимодействия между феррочастицами заполнителя в слое разрыва связок (между плоскостями) равна сумме элементарных сил трения Δτ, возникающих на отдельных площадках касания. Зависимость Рτ от индукции в рабочем зазоре B исследовалась на модели рабочего зазора ЭПМ для статических испытаний. Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 4.

**Заключение**

На основании результатов исследований физико-механических процессов, происходящих в магнитоожиженном слое ферропорошка под действием постоянного по знаку и регулируемого по величине электромагнитного поля при относительном смещении поверхностей, ограничивающих рабочий зазор ЭПМ, составлена методика объективной оценки численного соотношения между компонентами заполнителя электромагнитных порошковых муфт (ЭПМ). Представлены экспериментальные зависимости тангенциальной составляющей сил взаимодействия между феррочастицами заполнителя от индукции в рабочем зазоре ЭМП. Представленные в статье

результаты исследований имеют практическую значимость и могут быть использованы при проектировании надежно работающих ЭМП в аппаратурно-технологических системах АПК.

### Список литературы

1. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование режимов работы электромагнитных механоактиваторов// Успехи современного естествознания. – 2012. – № 8. – С. 109–110.

2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование физико-механических процессов в магнитоожиженном слое феррочастиц // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 1–1. – С. 13–17.

3. Беззубцева М.М., Волков В.С. К вопросу исследования коэффициента объемного заполнения аппаратов с магнитоожиженным слоем // Журнал «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований». – 2015. – № 3–1. – С. 8–10.

4. Беззубцева М.М., Волков В.С. Прикладная теория электромагнитной механоактивации // Известия международной академии аграрного образования. – 2013. – Т. 3, № 16. – С. 93–96.

5. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические исследования электромагнитного способа механоактивации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 72–74.

6. Беззубцева М.М., Волков В.С., Зубков В.В. Исследование аппаратов с магнитоожиженным слоем // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6–2. – С. 258–262.

7. Беззубцева М.М., Волков В.С., Обухов К.Н. Экспериментальные исследования теплового поля в аппаратах с магнитоожиженным слоем // Журнал «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований». – 2014. – № 3–1. – С. 138–139.

8. Беззубцева М.М., Волков В.С., Обухов К.Н., Котов А.В. Прикладная теория электромагнитной механоактивации (Монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–1. – С. 101–102.

9. Беззубцева М.М., Мазин Д.А., Зубков В.В. Исследование коэффициента объемного заполнения ферромагнитной составляющей в аппаратах с магнитоожиженным слоем // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 23. – С. 371–376.

10. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. К вопросу исследования физико-механических процессов в магнитоожиженном слое ферротел // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 7–2. – С. 191–196.

### References

1. Bezzubceva M.M., Volkov V.S. Issledovanie rezhimov raboty jelektromagnitnyh mehanoaktivatorov// Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2012. no. 8. pp. 109–110.

2. Bezzubceva M.M., Volkov V.S. Issledovanie fiziko-mehanicheskih processov v magnitoozhizhennom sloe ferrochastic // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 1–1. pp. 13–17.

3. Bezzubceva M.M., Volkov V.S. K voprosu issledovanija kojefficienta obemnogo zapolnenija apparatov s magnitoozhizhennym sloem // Zhurnal «Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij». 2015. no. 3–1. pp. 8–10.

4. Bezzubceva M.M., Volkov V.S. Prikladnaja teorija jelektromagnitnoj mehanoaktivacii // Izvestija mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovanija. 2013. T. 3, no. 16. pp. 93–96.

5. Bezzubceva M.M., Volkov V.S. Teoreticheskie issledovanija jelektromagnitnogo sposoba mehanoaktivacii // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2012. no. 5. pp. 72–74.

6. Bezzubceva M.M., Volkov V.S., Zubkov V.V. Issledovanie apparatov s magnitoozhizhennym sloem // Fundamentalnye issledovanija. 2013. no. 6–2. pp. 258–262.

7. Bezzubceva M.M., Volkov V.S., Obuhov K.N. Jeksperimentalnye issledovanija teplovogo polja v apparatah s magnitoozhizhennym sloem // Zhurnal «Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij». 2014. no. 3–1. pp. 138–139.

8. Bezzubceva M.M., Volkov V.S., Obuhov K.N., Kotov A.V. Prikladnaja teorija jelektromagnitnoj mehanoaktivacii (Monografija) // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovanija. 2015. no. 2–1. pp. 101–102.

9. Bezzubceva M.M., Mazin D.A., Zubkov V.V. Issledovanie kojefficienta obemnogo zapolnenija ferromagnitnoj sostavljajushhej v apparatah s magnitoozhizhennym sloem // Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. no. 23. pp. 371–376.

10. Bezzubceva M.M., Obuhov K.N. K voprosu issledovanija fiziko-mehanicheskih processov v magnitoozhizhennom sloe ferrotel // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2015. no. 7–2. pp. 191–196.

УДК 004.942

# РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУМЕРНОЙ МНОГОМАССОВОЙ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

**Верзилина О.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»), Старый Оскол, e-mail: staglo@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы сокращения времени моделирования двумерной многомассовой системы с распределенными параметрами. Инструментальная среда представлена конечным множеством частиц, движущихся под воздействием вибрирующих стенок контейнера, в котором она находится. Проведен анализ алгоритма программы прямого компьютерного моделирования методом дискретных элементов, в результате анализа определены резервы сокращения времени моделирования. Разработан эффективный алгоритм с распараллеливанием вычислений на основе применения многоядерных параллельных вычислительных устройств и 3D-видеокарт на базе программно-аппаратной платформы NVidia CUDA, реализованной в виде подключаемой динамической библиотеки. Приведены результаты сокращения времени моделирования для 1576 частиц инструментальной среды при моделировании без распараллеливания вычислений и с распараллеливанием при помощи платформы NVidia CUDA.

**Ключевые слова: двумерные многомассовые системы, сокращение времени моделирования, распараллеливание вычислений, NVIDIA CUDA**

# THE DEVELOPMENT OF EFFICIENT ALGORITHM FOR THE STUDY OF TWO-DIMENSIONAL MULTI-MASS SYSTEM WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

**Verzilina O.A.**

*Stary Oskol technological Institute A.A. Ugarov (branch) of Federal public Autonomous educational institution of higher professional education «National research technological University «MISIS», Stary Oskol, e-mail: staglo@mail.ru*

The article deals with the problems of reducing time simulation of two-dimensional multi-mass system with distributed parameters. Tool medium represents the final pH of CMV particles moving under the effect of vibrating walls of the container in which it is located. It was made the analysis of the algorithm of the program of a direct computer simulation using the method of discrete element, the analysis identified the potential for reducing the time of simulation. It was found out the effective algorithm with parallelization of computations based on the use of multi-core Parallel computing devices and 3D-videocards on the basis of software and hardware platform NVidia CUDA, implemented as plug-in dynamic link library. There are the results of modeling time reduction for 1576 particle-environment in the simulation without parallelization computing and parallelization using the NVidia CUDA platform.

**Keywords: two-dimensional multi-mass system, reducing the time simulation, parallel computing, NVIDIA CUDA**

Существует ряд подходов и разработано множество моделей, моделирующих движение дискретных многомассовых систем в вибрирующем контейнере [2].

Существенным недостатком разработанных моделей является то, что процедура моделирования даже двух секунд процесса выполняется от двух часов и более. Поэтому снижение времени моделирования – это очень актуальная задача. Снижение времени предполагается выполнить за счет распараллеливания вычислений, что в свою очередь требует построения специальной модели и алгоритма системы. Автором предлагается следующий подход к моделированию многомассовых систем, при котором параллельно, при помощи видеокарт NVIDIA, с использованием архитектуры вычислений CUDA отслеживаются параметры движения отдельных частиц, их упругое взаимодействие друг с другом и со стенками контейнера и выполняется визуализация процесса.

## Теоретический анализ

В 2000 г. профессором С.Н. Шевцовым и А.А. Петряевым была разработана программа моделирования динамики быстрых движений гранулированных сред GranMos [3, 5].

Система GranMoS предназначена для моделирования динамики гранулированных сред при воздействии на них внешнего механического возбуждения со стороны границ. Сконструировав систему, т.е. задав размеры и физико-механические свойства

сферических гранул, форму ограничивающего контейнера и закон его движения, законы взаимодействия гранул друг с другом и с границами, системе предоставляют возможность развиваться в соответствии с законами динамики.

Процесс моделирования в этой программе может занимать от нескольких минут до десятков часов. Завершив моделирование, можно увидеть движение системы частиц в реальном времени, поле скоростей и плотности частиц. Система используется для проектирования технологических машин, работающих с гранулированными средами: вибростанков, транспортеров, сепараторов, сит.

## Материалы и методы исследования

В настоящей статье предлагается осуществить сокращение машинного времени моделирования за счет разработки эффективного вычислительного метода, использующего распараллеливание на базе многоядерных графических процессоров. Для этого были решены следующие задачи:

а) определены затраты времени на вычислительные процедуры на каждом этапе вычисления;

б) определены резервы сокращения времени;

в) оптимизированы алгоритм вычисления с распараллеливанием;

г) разработан эффективный вычислительный метод программы моделирования с распараллеливанием.

В связи с тем, что эффект сокращения времени моделирования наблюдается при большом количестве частиц, в настоящей работе для определения затрат времени используется контейнер и деталь круглой формы. Это позволяет исключить влияние формы контейнера и детали на ускорение вычислений (рис. 1).

Для определения затрат времени выбирались контейнеры, форма которых представляет собой сплайн 1-й степени, с количеством сегментов в диапазоне от 200 до 800 и числом частиц инструментальной среды в диапазоне от 500 до 10000.

В результате исследования времени выполнения одного шага интегрирования системы выяснилось, что наиболее длительные (от 80 до 90%) затраты времени «расходуются» на функцию расчета скоростей и ускорений для состояния ансамбля частиц. Остальные процедуры, включающие в себя процедуру обновления границы контейнера, а также функции предиктора, корректора в совокупности занимают не более 20% процедуры шага интегрирования.

Одним из важных моментов исследования является то, что время моделирования одного шага интегрирования прямопропорционально количеству частиц инструментальной среды (рис. 2). На каждом шаге интегрирования движения ансамбля частиц для каждой частицы выполняются вычисления, не зависящие от результатов вычислений для остальных частиц ансамбля. В этом случае необходимо применить распараллеливание вычислений, которое даст значительное сокращение общего времени выполнения моделирования. Это подтверждается еще тем, что структура программы состоит из этапов, напрямую зависящих от количества частиц ИС и количества сплайнов.

## Результаты исследования и их обсуждение

Рассматривается алгоритм интегрирования двумерной многомассовой системы, состоящей из $n$ частиц и $m$ сегментов сплайновых кривых, методом Адамса 4 порядка с предикт-коррекцией без распараллеливания (рис. 3). Вся процедура выполняется с использованием центрального процессора (ЦП) и ОЗУ хоста.

*Шаг 1.* В начале каждой итерации процедура интегрирования принимает значение времени $time = time + step$, где $step$ – шаг по времени. Его характерное значение равно $10^{-6}$ с. Таким образом, для моделирования 1 секунды динамики многомассовой системы необходимо выполнить порядка миллиона итераций!

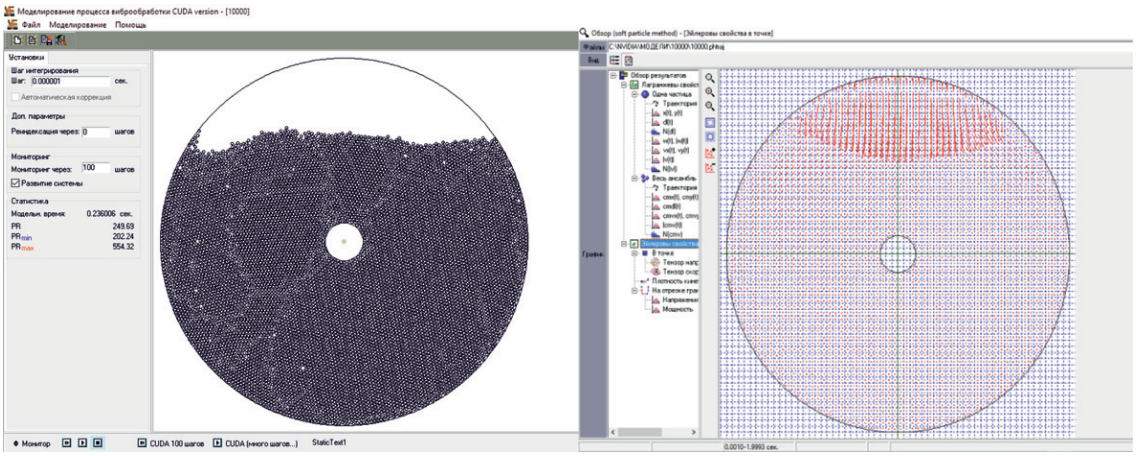


*Рис. 1. Фрагмент интерфейса программы исследования процесса виброударного упрочнения детали и контейнера круглой формы*

*Рис. 2. Время выполнения процедуры интегрирования в зависимости от количества частиц ИС*

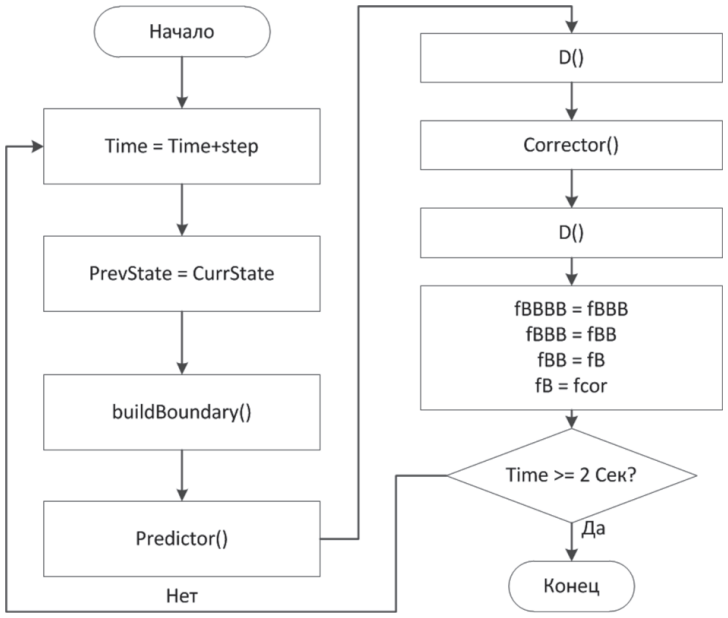



*Рис. 3. Алгоритм процедуры интегрирования без распараллеливания*

*Шаг 2.* Осуществляется копирование состояния предыдущего состояния ансамбля инструментальной среды в текущее состояние *prevstate* = *currstate*.

*Шаг 3.* Получение состояния сплайновой границы в момент времени *time*, при помощи вызова функции *buildboundary*. Здесь последовательно для каждого сегмента границы контейнера рассчитывается его положение в текущий момент *time* на основе его кинематической функции движения. Сложность шага $O(m)$.

*Шаг 4.* Последовательное вычисление предиктора для каждой частицы инструментальной среды. Сложность шага $O(n)$.

*Шаг 5.* Последовательное вычисление ускорений и скоростей для «предсказанного» состояния ансамбля частиц: *fpr* = *D*(*time*, *currstate*). Сложность шага линейно зависит от $n$ и $m$.

*Шаг 6.* Последовательное вычисление корректора для каждой частицы инструментальной среды. Сложность шага $O(n)$.

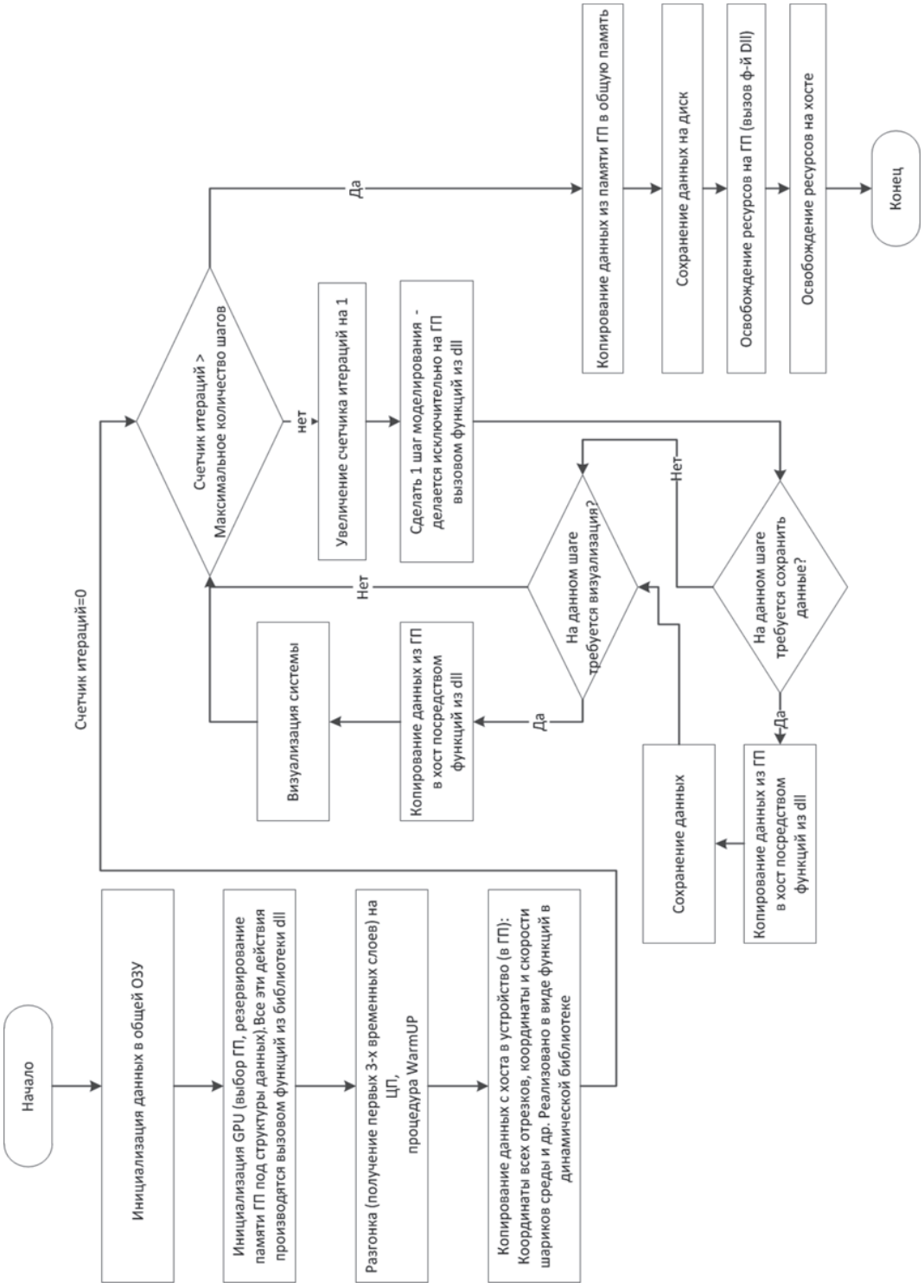



*Рис. 4. Алгоритм процедуры интегрирования с распараллеливанием*

*Шаг 7.* Последовательное вычисление ускорений и скоростей для «скорректированного» состояния ансамбля частиц: *fcor* = *D*(*time*, *currstate*). Сложность шага аналогична шагу 6.

*Шаг 8.* Переопределение временных слоев.

*Шаг 9.* Переход к шагу 1, либо завершение работы при достижении заданного модельного времени.

Анализ алгоритма показывает, что, во-первых, самыми длительными по времени являются шаги 5 и 7, так как именно здесь происходит расчет сил, действующих на все элементы системы и между ними, и, во-вторых, вычисления на шагах 3, 4 и 6 можно легко распараллелить. Так как количество элементов системы лежит в диапазоне от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч, то необходимо при распараллеливании вычислений применить аппаратные средства, которые могут генерировать примерно такое же количество потоков. В качестве таких средств в настоящей работе используются видеокарты с поддержкой технологии NVidia CUDA.

Процедура интегрирования двумерной многомассовой системы с распараллеливанием выполняется на основной системе (называемой термином хост), к которой подключен GPU – сопроцессор для массивно-параллельных вычислений, который по отношению к хосту называют устройством. CUDA-программа задействует CPU, где выполняется последовательная часть кода и подготовительные стадии для GPU вычислений, а параллельные участки кода переносятся на GPU, где будут выполняться большим множеством нитей [1, 4]. Исходный код программы прямого моделирования реализован в среде Delphi. Для того чтобы применить распараллеливание при помощи NVIDIA CUDA, необходимо текст кода с распараллеливанием операций реализовать в среде C++. Связано это с тем, что на текущий момент времени компилятор CUDA поддерживает только языки C, C++ и Fortran для ускорения приложений с помощью графических процессоров NVIDIA с массивно параллельной архитектурой. Все функции, написанные на C++, реализуются в форме динамической библиотеки, которая подключается к исходной программе моделирования на языке Pascal.

Алгоритм моделирования с распараллеливанием (рис. 4) отличается тем, что процедура инициализации, которая производится вызовом функций из динамической библиотеки, выполняется как в общей ОЗУ хоста, так и устройства. Затем после выполнения процедуры разгонки «warmup», выполняющейся на CPU, осуществляется копирование всех данных, необходимых для моделирования системы (координат всех сплайнов, координаты и скорости частиц инструментальной среды и т.д.) с хоста на устройство и последующие 100 итераций интегрирования выполняются на устройстве посредством вызова функций из динамической библиотеки. Каждая из вызываемых функций реализована в виде вызова ядер CUDA, код в которых выполняется параллельно, т.е. внутри ядра одновременно происходят вычисления для каждой из частиц инструментальной среды и каждого сегмента детали. Таким образом, распараллелены вычисления на наиболее длительных шагах 3–7 (рис. 3).

При необходимости визуализации или сохранения данных или достижения счетчиком итераций максимального количества шагов, происходит копирование данных из памяти устройства в ОЗУ хоста, а затем освобождение ресурсов на хосте и устройстве.

Рассмотрим модель, содержащую 1576 гранул и 432 сплайна. Траектория движения контейнера по оси *Ox* и *Oy* задаются, как гармоническая осцилляция. Частицы инструментальной среды представляют собой стальные шарики. Время моделирования процесса виброударного упрочнения составило 685 с в реализации вычислений с распараллеливанием в сравнении с 7200 с без распараллеливания, что соответствует уменьшению времени моделирования в 10 раз.

### Список литературы

1. Боресков А.В. и др. Предисл.: В.А. Садовничий. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учеб. Пособие. – М., 2012. – 336 с.

2. Копылов Ю.Р. Динамика процессов виброударного упрочнения: монография / Ю.Р. Копылов – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2011. – 568 с.

3. Петряев А.А. Компьютерное моделирование динамики гранулированных сред в вибрационных технологических машинах. – Ростов-на-Дону, 2003. – 218 с.

4. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах. Введение в программирование графических процессоров. – 2011. – 476 с.

5. Шевцов С.Н. Моделирование динамики гранулированных сред при вибрационной отделочно-упрочняющей обработке. – Ростов-на-Дону, 2001. – 287 с.

### References

1. Boreskov A.V. i dr. Predisl.: V.A. Sadovnichij. Parallelnye vychislenija na GPU. Arhitektura i programmnaja model CUDA: Ucheb. Posobie. M., 2012. 336 p.

2. Kopylov Ju.R. Dinamika processov vibroudarnogo uprochnenija: monografija / Ju.R. Kopylov Voronezh: IPC «Nauchnaja kniga», 2011. 568 p.

3. Petrjaev A.A. Kompjuternoe modelirovanie dinamiki granulirovannyh sred v vibracionnyh tehnologicheskih mashinah. Rostov-na-Donu, 2003. 218 p.

4. Sanders Dzh., Kjendrot Je. Tehnologija CUDA v primerah. Vvedenie v programmirovanie graficheskih processorov. 2011. 476 p.

5. Shevcov S.N. Modelirovanie dinamiki granulirovannyh sred pri vibracionnoj ot-delochno-uprochnjajushhej obrabotke. Rostov-na-Donu, 2001. 287 p.

УДК 577.114

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОСИНТЕЗА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ФЕРМЕНТАТИВНОМ ГИДРОЛИЗАТЕ ВОЛОКНИСТОГО ПРОДУКТА ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА

**Гладышева Е.К.**

*ФГБУН «Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения» Российской академии наук,. Бийск, e-mail: evg-gladysheva@yandex.ru*

Изучен процесс биосинтеза бактериальной целлюлозы (БЦ) на ферментативном гидролизате волокнистого продукта плодовых оболочек овса. Волокнистый продукт плодовых оболочек овса получен обработкой разбавленным раствором гидроксида натрия на опытном производстве. Ферментативный гидролиз осуществлён в ферментёре объёмом 11 л. Синтез БЦ проведён с помощью симбиотической культуры Medusomyces gisevii. Установлено, что численность уксуснокислых бактерий в процессе культивирования на порядок меньше, чем дрожжей. Основная утилизация субстрата происходит за 6 суток культивирования, константа утилизации субстрата составляет 0,205 сут$^{-1}$. Показано, что ферментативный гидролизат волокнистого продукта плодовых оболочек овса не является доброкачественной питательной средой для биосинтеза БЦ, выход БЦ составил 5,0 %, что в 1,7 раз меньше, чем выход на синтетической питательной среде. Установлено, что структура бактериальной целлюлозы соответствует структуре растительной целлюлозы.

**Ключевые слова: бактериальная целлюлоза, Medusomyces gisevii, инфракрасная спектроскопия, ферментативный гидролизат, плодовые оболочки овса**

# STUDY INTO BIOSYNTHESIS PROCESS OF BACTERIAL CELLULOSE ON ENZYMATIC HYDROLYZATE OF OAT HULL PULP

**Gladysheva E.K.**

*Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), Biysk, e-mail: evg-gladysheva@yandex.ru*

The biosynthesis process of bacterial cellulose on an enzymatic hydrolyzate of oat hull pulp was studied. The oat hull pulp was obtained by dilute sodium hydroxide treatment in pilot production. Enzymatic hydrolysis was run in an 11-L fermentor. Microbial cellulose was synthesized using the symbiotic Medusomyces gisevii culture. The cell count of acetobacteria during the cultivation was found to be an order of magnitude less than that of the yeast. The substrate utilization basically takes 6 days of cultivation, the substrate utilization constant being 0.205 day$^{-1}$. The oat-hull pulp enzymatic hydrolyzate was shown to be not a good quality nutrient broth for the biosynthesis of biocellulose: the BC yield was 5.0 %, which is 1.7 times lower than the yield obtained on a synthetic nutrient medium. The structure of BC was found to conform to that of plant cellulose.

**Keywords: bacterial cellulose, Medusomyces gisevii, IR spectroscopy, enzymatic hydrolyzate, oat hulls**

Стандартная питательная среда, используемая для синтеза бактериальной целлюлозы (БЦ), имеет высокую стоимость и содержит в своем составе компоненты такие, как глюкоза, дрожжевой экстракт, пептон и др. [12]. Масштабирование процесса и реализация на практике биотехнологического производства зависит от таких факторов, как наличие воспроизводимого массового дешевого сырья; простота трансформации сырья в питательную среду; возможность аппаратурного оформления производства стандартным либо новым эффективным оборудованием; высокий выход целевого продукта и обеспечение стандартности его качества. Ввиду перспективности использования БЦ в различных отраслях промышленности [6, 7, 15], для создания крупномасштабного промышленного производства важной задачей является поиск подходящих источников углерода, имеющих низкую стоимость и не конкурирующих с пищевой продукцией. По этой причине в последние годы многие исследования сосредоточены на попытках удешевить себестоимость БЦ, за счет использования эффективных штаммов целлюлозосинтезирующих бактерий, дешевых источников углерода, альтернативных добавок [13]. В работе [8] исследован биосинтез БЦ новым штаммом *Gluconacetobacter sucrofermentans* B-11267 на отходах пищевой промышленности: мелассе и послеспиртовой барде в статических и динамических условиях и исследованы ее физико-химические и механические свойства. Установлено, что максимальное количество полисахарида образуется на фильтрате нативной барды – 7 г/л, что почти в 3 раза выше, чем на стандартной среде.

Широко обсуждается концепция биосинтеза БЦ на средах кислотных или ферментативных гидролизатов целлюлозосодержащего сельскохозяйственного сырья с нулевой пищевой ценностью [13]. В такой

концепции решается не только проблема снижения себестоимости БЦ, но и проблема утилизации отходов сельского хозяйства: из сырья с нулевой себестоимостью синтезируется нанопродукт с высокой добавленной стоимостью.

В ИПХЭТ СО РАН разработана технология получения ферментативных гидролизатов из недревесного целлюлозосодержащего сырья – плодовых оболочек овса (ПОО). ПОО – массовый отход зернопереработки, составляют до 28% от массы зерна, содержат 35–40% целлюлозы и размещаются непосредственно в промышленных районах на элеваторах. ПОО представляют собой калиброванное природой сырье (размеры частиц в диапазоне 0,007–0,012 м), готовое к технологической переработке. ПОО подвергают предварительной химической либо физико-химической обработке, а затем ферментативному гидролизу. Обработка проводится с помощью разбавленных растворов кислоты или щелочи, либо гидротропным, либо термобарическим способом. Фундаментальные исследования ферментативного гидролиза различных субстратов показали, что его эффективность, определяется способом предварительной химической обработки [3]. Кроме того, для успешного микробиологического синтеза ферментативный гидролизат должен обладать биологической доброкачественностью [4].

В данной работе в качестве субстрата для ферментативного гидролиза выбран волокнистый продукт (ВП) ПОО. ВП ПОО получают обработкой сырья в одну стадию разбавленным раствором гидроксида натрия при атмосферном давлении в стандартном оборудовании, то есть экономически обоснован не только выбор сырья, но и способ предварительной обработки; кроме того, данный субстрат обладает высокой реакционной способностью к ферментативному гидролизу [4]. Показано, что ферментативный гидролизат, полученный из ВП ПОО, является биологически доброкачественным и для биосинтеза этанола не нуждается в дополнительной технологической обработке для освобождения его от вредных примесей [1].

Целью данной работы являлось изучение процесса биосинтеза БЦ на ферментативном гидролизате ВП ПОО и исследование структуры полученных образцов методом инфракрасной спектроскопии.

## Материалы и методы исследования

ВП ПОО был получен обработкой разбавленным раствором гидроксида натрия на опытном производстве ИПХЭТ СО РАН и имел следующий состав (%, в пересчете на а.с.в.): массовая доля кислотонерастворимого лигнина – 5,4, массовая доля золы – 1,1, массовая доля альфа-целлюлозы – 86,7, массовая доля пентозанов – 7,0.

Ферментативный гидролиз ВП ПОО проводился в ферментере объёмом 11 м$^3$ в водной среде при 50 °С в течение 72 ч с помощью ферментных препаратов Целлолюкс-А и Брюзайм BGX, активная кислотность поддерживалась на уровне 4,7 с помощью гидроксида аммония, более подробно методика описана в работе [4].

Полученный ферментативный гидролизат отфильтровывался от остатков субстрата под вакуумом. Гидролизат представлял собой прозрачную жидкость соломенно-жёлтого цвета с кислым запахом с оттенком горелого овса, активная кислотность 4,7 ед. pH. Общее количество редуцирующих веществ (РВ) составило 44,9 г/л, из них ксилозы – 6,4 г/л. Для получения концентрации сахаров, обеспечивающей максимальный выход БЦ [2], ферментативный гидролизат ВП ПОО разбавлялся водой до концентрация РВ 22 г/л. В ферментативный гидролизат вносился сухой чёрный байховый чай (5 г/л), после кипячения раствор отфильтровывался и использовался как питательная среда для получения инокулята продуцента и биосинтеза БЦ.

В качестве продуцента для синтеза БЦ использовалась симбиотическая культура *Medusomyces gisevii*. Предварительно проводилась адаптация культуры на исследуемой питательной среде. Инокулят вносился в питательные среды в количестве 10% от объема питательной среды, культивирование проводилось в статических условиях при 27 °С в течение 24 суток. Условия культивирования выбраны на основании проведённых работ [2].

Микробиологические показатели (количество дрожжей и уксуснокислых бактерий) контролировались с использованием микроскопа В – 150 OPTIKA. Прирост пленки БЦ оценивался гравиметрически (весы лабораторные аналитические Explorer EX-224), уровень активной кислотности контролировался с помощью иономера (иономер И-160 МИ). Концентрация редуцирующих веществ (РВ) контролировалась спектрофотометрически (спектрофотометр «UNICO-2804», США) с использованием динитросалицилового реактива, концентрация ксилозы определялась по стандартной методике, которая основана на образовании фурфурола из пентозанов.

Структура бактериальной целлюлозы была исследована на инфракрасном спектрофотометре «Инфралюм ФТ-801» в таблетках KBr.

## Результаты исследования и их обсуждение

Концентрация РВ через 72 ч ферментативного гидролиза в ферментере объёмом 11 л составила 44,9 ± 0,1 г/л, что соответствует выходу РВ 68,0 ± 0,2%.

Сравнение выхода РВ с результатами ферментативного гидролиза в колбе Эрленмейера (при аналогичной концентрации субстрата 60 г/л) [4] показывает снижение выхода на 10%, что для данной стадии весьма существенно. Таким образом, переход от объёма 150 мл к объёму 9 л при реакции ферментативного гидролиза (коэффициент масштабирования 1:60) играет решающую

роль в снижении эффективности ферментативного гидролиза. Это может быть связано с колебаниями активной кислотности в процессе ферментативного гидролиза (в процессе ферментативного гидролиза всегда наблюдается подкисление, а поскольку pH поддерживался на заданном уровне вручную, то периодически pH отклонялся) или с наличием в среде ингибиторов (продуктов взаимодействия лигнина с щелочью), которые могут оставаться в реакционной массе даже после промывки ВП от щелочи.

Изменение количества дрожжей и уксуснокислых клеток в процессе культивирования *Medusomyces gisevii* на ферментативном гидролизате ВП ПОО представлено на рис. 1. На рис. 2 представлено изменение уровня активной кислотности в процессе культивирования *Medusomyces gisevii.*

Концентрация клеток дрожжей в питательной среде в процессе культивирования оказалась на порядок выше, чем уксуснокислых бактерий. Для дрожжей лаг-фаза не наблюдалась, увеличение концентрации клеток происходило с 0 по 9 сутки, с 9 по 13 сутки их количество оставалось постоянным, после 13 суток происходила фаза отмирания. Для уксуснокислых бактерий лаг-фаза также не наблюдалась, далее до 7 суток их количество увеличивалось экспоненциально, с 7 по 13 сутки количество клеток оставалось постоянным, с 13 суток происходила фаза отмирания. Полученные результаты подтверждают высказанное в литературе предположение, что у симбиотического организма сформировался особый вариант обмена веществ, элементы которого локализованы у разных партнеров [9].

В процессе культивирования симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* в питательной среде накапливаются промежуточные продукты гликолиза: уксусная, глюконовая кислоты, этанол и глицерин [9], косвенно об их накоплении можно судить по изменениям pH. Начальная активная кислотность питательной среды составляла 4,0, до шестых суток культивирования значение pH понизилось до 3,15, что свидетельствует о накоплении кислот и всегда фиксируется для данного продуцента [11]. Далее в процессе культивирования значение активной кислотности среды медленно повышалось от 3,15 до 3,3.

На рис. 3 представлена зависимость концентрации РВ и выхода БЦ от продолжительности культивирования.

Константа скорости утилизации субстрата рассчитана по формуле [10]:

$$К_{у.с.} = \frac{\ln\left(\frac{S_1}{S_2}\right)}{\tau_2 - \tau_1}, \quad (1)$$

где $К_{у.с.}$ – константа утилизации субстрата, сут$^{-1}$; $S_1$, $S_2$ – концентрация РВ в начальный и конечный моменты времени; $t_1$, $t_2$ – начальный и конечный моменты времени, сутки.

Утилизация субстрата происходила в два периода: с 0 по 6 сутки культивирования константа скорости утилизации субстрата составила 0,250 сут$^{-1}$, со 6 по 24 значение снизилось в 12 раз и составило 0,020 сут$^{-1}$. Быстрая утилизация РВ с 0 по 6 сутки связана с потреблением субстрата микроорганизмами и их активным размножением. Со 6 по 24 сутки РВ медленно расходуются на поддержание жизнедеятельности микроорганизмов.

*Рис. 1. Изменение количества дрожжей и уксуснокислых клеток в процессе культивирования Medusomyces gisevii*

*Рис. 2. Изменение уровня активной кислотности в процессе культивирования Medusomyces gisevii*

*Рис. 3. Зависимость концентрации РВ и выхода БЦ от продолжительности культивирования*

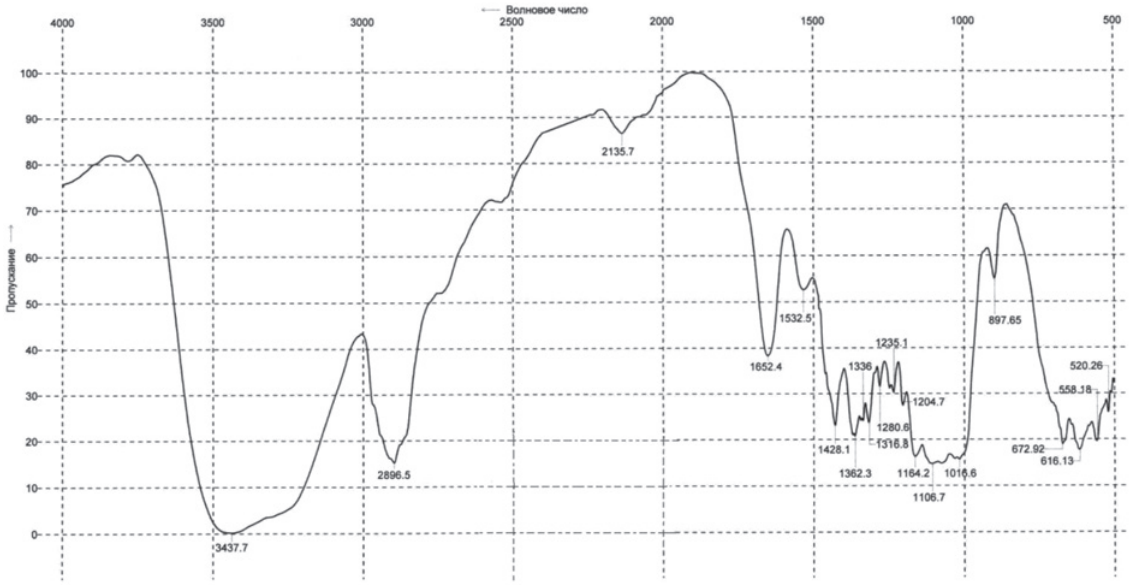



*Рис. 4. ИК-спектр образца БЦ*

Гидролизат ВП ПОО преимущественно состоит из глюкозы, концентрация ксилозы в нулевой момент времени составила 2,7 г/л. На 7 сутки культивирования общая концентрация РВ составила 4,9 г/л, при этом количество ксилозы в гидролизате практически не изменилось и составило 2,4 г/л. Через 24 суток культивирования концентрация РВ в питательной среде составила 3,4 г/л, из них концентрация ксилозы составила 1,7 г/л. Из этого можно сделать вывод, что микроорганизмы, входящие в симбиоз, предпочтительнее потребляют глюкозу.

Скорость синтеза продукта (бактериальной целлюлозы) рассчитана по формуле:

$$K_{с.п.} = \frac{\ln\left(\frac{c_2}{c_1}\right)}{\tau_2 - \tau_1}, \quad (2)$$

где $K_{с.п.}$ – константа синтеза продукта, сут$^{-1}$; $C_1$, $C_2$ – масса продукта в начальный и конечный момент времени; $t_1$, $t_2$ – начальный и конечный моменты времени, сутки.

В первые сутки культивирования на поверхности питательной среды не наблюдалось четко выраженной гель-пленки БЦ. На вторые сутки культивирования в объеме питательной среды появились нити БЦ, тонкая гель-пленка БЦ образовалась на 3 сутки культивирования. Основной при-

рост биомассы происходил с 3 по 9 сутки культивирования – выход БЦ увеличился с 1,0 % до 5,0 %; константа скорости синтеза продукта с 6 по 9 сутки культивирования составила 0,536 сут$^{-1}$.

Далее скорость синтеза БЦ резко падает: с 9 по 13 сутки константа скорости синтеза продукта снижается до нуля. С 13 по 24 сутки масса БЦ снижалась на 45 %, что указывает на идущие процессы деструкции, этот период совпадает с фазой отмирания дрожжей и уксуснокислых бактерий. Таким образом, на практике начало фазы отмирания симбиотических микроорганизмов может служить критерием окончания процесса биосинтеза БЦ.

Ферментативный гидролизат ВП ПОО не является благоприятной питательной средой для биосинтеза БЦ, наибольший выход БЦ составил 5,0 %, что в 1,7 раз меньше, чем выход БЦ на синтетической питательной среде при культивировании *Medusomyces gisevii* в аналогичных условиях – 8,4 % [2]. Предположительно это можно объяснить способом предобработки исходного сырья и присутствием примесей в ферментативном гидролизате волокнистого продукта ПОО, которые могут ингибировать биосинтез БЦ. Таким образом, использование субстрата с высокой реакционной способностью к ферментативному гидролизу не является гарантией высокого выхода БЦ. Более того доброкачественность ферментативного гидролизата ВП ПОО для биосинтеза этанола [1] не является гарантией доброкачественности для биосинтеза БЦ, что обусловлено большой требовательностью к качеству питательных сред симбиотических продуцентов *Medusomyces gisevii* по сравнению с *Saccharomyces cerevisiae*. Можно предположить, что для успешного биосинтеза БЦ следует использовать более чистые субстраты, например техническую целлюлозу ПОО.

На рис. 4 представлен ИК-спектр образца БЦ на 7 сутки культивирования.

В инфракрасном спектре образца БЦ присутствует интенсивная полоса при 3438 см$^{-1}$, которая указывает на валентные колебания ОН-групп. Менее интенсивная полоса при 2897 см$^{-1}$ обусловлена валентными колебаниями групп $CH_2$, CH. В спектре бактериальной целлюлозы слабая полоса при 1652 см$^{-1}$ принадлежит деформационным колебаниям ОН-групп прочно связанной воды. Слабые полосы поглощения в диапазоне: 1370–1430 см$^{-1}$ обусловлены деформационным колебанием групп $CH_2$; 1360–1320 см$^{-1}$ – деформационные колебания групп ОН в $CH_2OH$. Полосы при 1281 и 1235 см$^{-1}$ указывают на деформационные колебания ОН-групп в спиртах. Полоса при 1205 см$^{-1}$ указывает на деформационные колебания ОН-групп. Полосы поглощения в области 1000–1200 см$^{-1}$ обусловлены в основном валентными колебаниями С-О-С и С-О в спиртах [5]. Таким образом, структура БЦ полностью соответствует структуре растительной целлюлозы и представляет собой полимер β-1,4-глюкан.

## Выводы

Исследован процесс биосинтеза БЦ симбиотической культурой *Medusomyces gisevii* на ферментативном гидролизате ВП ПОО. Основная утилизация субстрата происходит за 6 суток культивирования, константа утилизации субстрата составляет 0,205 сут$^{-1}$. Установлено, что численность уксуснокислых бактерий в процессе культивирования на порядок меньше, чем дрожжей, и через 9 суток составляет 1,9 КОЕ/мл. Показано, что на практике начало фазы отмирания симбиотических микроорганизмов может служить критерием окончания процесса биосинтеза, так как эта фаза совпадает с процессом деструкции БЦ. Показано, что ферментативный гидролизат ВП ПОО не является доброкачественной питательной средой для биосинтеза БЦ: выход БЦ на 10 сутки культивирования составляет 5,0 %, что в 1,7 раз меньше, чем выход БЦ на синтетической питательной среде, а на 24 сутки выход падает до 2,5 %, то есть 45 % БЦ подвергается деструкции. Структура БЦ исследована методом инфракрасной спектроскопии, установлено ее соответствие структуре растительной целлюлозы.

## Список литературы

1. Байбакова О.В. Химическая обработка плодовых оболочек овса для синтеза биоэтанола // Ползуновский вестник. – 2015. – № 4–2. – С. 71–74.

2. Гладышева Е.К. Изучение биосинтеза бактериальной целлюлозы культурой *Medusomyces gisevii J. Lindau* на средах с различной начальной концентрацией глюкозы // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–1. – С. 13–17.

3. Макарова Е.И. Биоконверсия непищевого целлюлозосодержащего сырья: энергетических растений и отходов АПК: дис. … канд. технич. наук: 03.01.06. – Щелково, 2015. – 161 с.

4. Макарова Е.И., Будаева В.В. Исследование ферментативного гидролиза волокнистого продукта плодовых оболочек овса при различных концентрациях субстрата // Ползуновский вестник. – 2015. – № 3. – С. 113–116.

5. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч.II. – Спб.: НПО «Профессионал», 2006. – 1142 с.

6. Пат. 2437681 C1 RU, МПК A61L 15/18, A61L 15/44, A61L 15/28. Раневое покрытие с лечебным действием / В.А. Попов, Н.Г. Венгерович, А.К. Хрипунов, Т. В. Ткаченко, Е.Р. Гасилова, Г.П. Александрова, К.Н. Касанов, Е.В. Антоненкова; заявлено 09.08.2010; опубл 27.12.2011, Бюл. № 36. – 1 с.

7. Пат. 2472891 RU, МПК D 21 H 17/25, D 21 H 25/18. Способ восстановления недостающих частей бумаги / Е.Г. Смирнова, Е.М. Лоцманова, А.К. Хрипунов, Т.В. Ткаченко. – заявлено 15.06.2011; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2. – 5 с.

8. Ревин В.В., Лияськина Е.В., Назаркина М.И., Богатырева А.О., Щанкин М.В. Получение бактериальной целлюлозы на отходах пищевой промышленности // Актуальная биотехнология. – 2014. – № 3. – С. 112.

9. Юркевич Д.И., Кутышенко В.П. Медузомицет (Чайный гриб): научная история, состав, особенности физиологии и метаболизма // Биофизика. – 2002. – № 6. – С. 1116–1129.

10. Яровенко В.Л., Маринченко В.А., Смирнов В.А. Технология спирта. – М.: Колос, 1999. 464 с.

11. Goh W.N., Rosma A., Kaur B., Fazilah A., Karim A.A., Rajeev B. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose // International Food Research Journal. – 2012. – № 19 (1). – P. 109-117.

12. Hestrin S., Schramm M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*: II. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose // Journal of Biochemistry. – 1954. – № 58. – P. 345–352.

13. Kiziltas E.E., Kiziltas A., Gardner D.J. Synthesis of bacterial cellulose using hot water extracted wood sugars // Carbohydrate Polymers. – 2015. – № 124. – P. 131–138.

14. Tang X., Kumar P., Alavi, S., Sandeep K. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials // Critical reviews in food science and nutrition. – 2012. – № 52. P. 426–442.

## References

1. Bajbakova O.V. Himicheskaja obrabotka plodovyh obolochek ovsa dlja sinteza biojetanola // Polzunovskij vestnik. 2015. no. 4–2. pp. 71–74.

2. Gladysheva E.K. Izuchenie biosinteza bakterialnoj celljulozy kulturoj Medusomyces gisevii J. Lindau na sredah s razlichnoj nachalnoj koncentraciej gljukozy // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 2–1. pp. 13–17.

3. Makarova E.I. Biokonversija nepishhevogo celljulozosoderzhashhego syrja: jenergeticheskih rastenij i othodov APK: dis. … kand. tehnich. nauk: 03.01.06. Shhelkovo, 2015. 161 p.

4. Makarova E.I., Budaeva V.V. Issledovanie fermentativnogo gidroliza voloknistogo produkta plodovyh obolochek ovsa pri razlichnyh koncentracijah substrata // Polzunovskij vestnik. 2015. no. 3. pp. 113–116.

5. Novyj spravochnik himika i tehnologa. Syre i produkty promyshlennosti organicheskih i neorganicheskih veshhestv. Ch.II. Spb.: NPO «Professional», 2006. 1142 p.

6. Pat. 2437681 S1 RU, MPK A61L 15/18, A61L 15/44, A61L 15/28. Ranevoe pokrytie s lechebnym dejstviem / V.A. Popov, N.G. Vengerovich, A.K. Hripunov, T. V. Tkachenko, E.R. Gasilova, G.P. Aleksandrova, K.N. Kasanov, E.V. Antonenkova; zajavleno 09.08.2010; opubl 27.12.2011, Bjul. no. 36. 1 p.

7. Pat. 2472891 RU, MPK D 21 H 17/25, D 21 H 25/18. Sposob vosstanovlenija nedostajushhih chastej bumagi / E.G. Smirnova, E.M. Locmanova, A.K. Hripunov, T.V. Tkachenko. zajavleno 15.06.2011; opubl. 20.01.2013, Bjul. no. 2. 5 p.

8. Revin V.V., Lijaskina E.V., Nazarkina M.I., Bogatyreva A.O., Shhankin M.V. Poluchenie bakterialnoj celljulozy na othodah pishhevoj promyshlennosti // Aktualnaja biotehnologija. 2014. no. 3. pp. 112.

9. Jurkevich D.I., Kutyshenko V.P. Meduzomicet (Chajnyj grib): nauchnaja istorija, sostav, osobennosti fiziologii i metabolizma // Biofizika. 2002. no. 6. pp. 1116–1129.

10. Jarovenko V.L., Marinchenko V.A., Smirnov V.A. Tehnologija spirta. M.: Kolos, 1999. 464 p.

11. Goh W.N., Rosma A., Kaur B., Fazilah A., Karim A.A., Rajeev B. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose // International Food Research Journal. 2012. no. 19 (1). pp. 109–117.

12. Hestrin S., Schramm M. Synthesis of cellulose by Acetobacter xylinum: II. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose // Journal of Biochemistry. 1954. no. 58. pp. 345–352.

13. Kiziltas E.E., Kiziltas A., Gardner D.J. Synthesis of bacterial cellulose using hot water extracted wood sugars // Carbohydrate Polymers. 2015. no. 124. pp. 131–138.

14. Tang X., Kumar P., Alavi, S., Sandeep K. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials // Critical reviews in food science and nutrition. 2012. no. 52. pp. 426–442.

УДК 004.048

# ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ПРИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Гордиенко Л.В.**

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения», Таганрог, e-mail: lgordienko@sfedu.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию способов описания топологических отношений в геоинформационных системах. Рассмотрены различные подходы к описанию топологических отношений в геоинформационных системах. Описаны основные виды топологий: точечная, сетевая, полигональная. Приведены классы объектов и их свойства для каждого вида топологий. Рассмотрены принципы интеллектуализации геоинформационных систем. В связи с интеллектуализацией геоинформационных систем понятие топологии приобретает новый смысл. Интеграция геоинформационной системы и экспертной системы позволяет проводить комплексный анализ отношений между пространственными объектами, основанный на правилах и логических выводах. В данной работе описан способ представления топологических отношений в среде геоинформационных систем, базирующийся на принципах интеллектуализации геоинформационных систем, и построены правила топологии для представления отношений между объектами.

**Ключевые слова: пространственный объект, интеллектуальные геоинформационные системы, топологические отношения, сетевая топология, точечная топология, полигональная топология, экспертная система**

# THE TOPOLOGICAL RELATIONS IN INTELLIGENT GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

**Gordienko L.V.**

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

This article is dedicated to the study of ways to describe topological relationships in geographic information systems. The different approaches to the description of the topological relations in geographic information systems are considered. The basic types of topology are described: point, network, polygonal. Classes of objects and their property for each type of topology are given. The principles of intellectualization of geographic information systems are considered. In connection with the intellectualization of geographic information systems the concept of topology takes on new meaning. The integration of geographic information systems and expert system allows comprehensive analysis of the relationship between spatial objects based on the rules and logical conclusions. This paper describes a way to represent topological relationships among geographic information systems based on the principles of intellectualization of geographic information systems and built topology rules for representing relationships between objects.

**Keywords: spatial object, intelligent geoinformation system geographic information systems, topological relationships, network topology, topology point, polygon topology, expert system**

Пространственные объекты отличаются своей сложностью и разнородностью. Также неоднороден и характер расположения данных объектов. При этом пространственные объекты в той или иной степени взаимосвязаны между собой. Например, дорога «упирается» в здание или дорога огибает здание. От того, насколько точно и полно хранится информация в геоинформационной системе (ГИС) о взаимоотношении объектов, зависит качество решения многих задач. В настоящее время многие ГИС решают данную проблему неэффективно, т.к. отношения между объектами в них не описаны или малоинформативны. Для более полного решения задач необходимо использовать новые подходы и методы описания взаимодействия объектов.

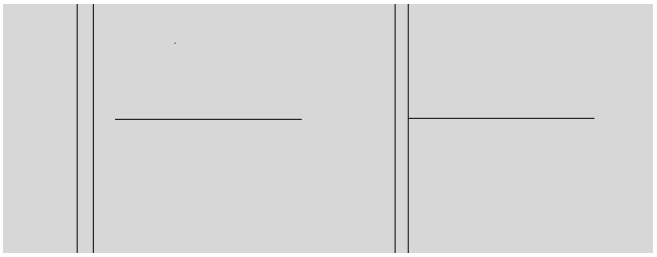
## Цель работы

В данной работе анализируются способы описания топологических отношений между пространственными объектами на основе принципов интеллектуализации геоинформационных систем.

## Результаты исследования и их обсуждение

Основой описания взаиморасположения картографических объектов являются топологические отношения. Топология делает возможным проведение расширенного пространственного анализа и играет фундаментальную роль в обеспечении качества данных ГИС. Если топологические отношения между объектами ГИС отличаются от отношений между реальными объектами, это существенно снижает качество карты.

Топологические отношения используются в картографии, на транспорте, при описании инженерных сетей. Например, наличие топологических отношений позволяет оперативно найти отключающие или изолирующие устройства (краны, задвижки) при аварии на трубопроводе.



*а)* *б)*

*Рис. 1. а) Трубопровод соединен с основной магистралью (наличие топологических отношений); б) Трубопровод не соединен с основной магистралью (отсутствие топологических отношений)*

Два наиболее общих типа топологических запросов в геоинформационных системах:

- Найти все объекты, находящиеся в топологическом отношении $R$ с данным объектом;
- В каком топологическом отношении находятся объекты $A$ и $B$?

Существуют различные подходы к описанию данных отношений. Наиболее общим является теоретико-множественный подход [3], в котором топология базируется на таких понятиях, как непрерывность, граница, замкнутость и множество внутренних точек, которые могут быть определены посредством соотношения окрестностей точек пространственных объектов. Бинарные топологические отношения между двумя объектами $A$ и $B$ на плоскости $R^2$ основаны на пересечении границы ($\partial A$), внутренней ($A^0$) и внешней ($A^-$) области объекта А с границей ($\partial B$), внутренней ($B^0$) и внешней ($B^-$) областью объекта $B$. Матрица девяти пересечений шести частей объектов определяет топологические отношения и может быть кратко представлена следующим образом:

$$\Gamma_9(A,B)=\begin{pmatrix} A^0 \cap B^0 & A^0 \cap \partial B & A^0 \cap B^- \\ \partial A \cap B^0 & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^- \\ A^- \cap B^0 & A^- \cap \partial B & A^- \cap B^- \end{pmatrix}.$$

Рассматривая значения «пусто» (0) и «непусто» (1), можно выделить $2^9 = 512$ бинарных топологических отношений. Для двухмерной области, вложенной в $R^2$, можно представить восемь отношений, обеспечивающих полное, взаимно исключающее покрытие. Этими отношениями являются непересекающийся, соприкасаться, перекрывать, равный, содержит, внутри, покрывает и покрыт. Указанная модель топологических отношений полностью описывает пространственные отношения между объектами на уровне констатации факта отношения, но не содержит средств описания характера отношения. Например, если два региона касаются в двух точках, в модели будет зафиксирован только факт касания.

Во многих известных ГИС анализируется взаимное влияние посредством координатной составляющей [1]. Однако многие тематические карты одной и той же территории могут иметь различные масштабы, также в зависимости от типа и времени съемки может возникнуть несоответствие между пространственными объектами.

Также для описания топологических отношений пространственных объектов широко применяют графовые модели [8, 10]. В этих моделях могут быть использованы разные виды отношений. При этом следует отличать пространственный граф, который содержит пространственную топологию от описательного графа, который содержит дополнительное описание. То есть цифровая карта, имеющая топологическую структуру, представляет собой пространственный граф, т.е. набор точек на местности (узлов), соединенных ломаными линиями – дугами. А дугам описательного графа может быть поставлено в соответствие некоторое число – одна из характеристик объекта, например качество дорожного покрытия.

Следует тщательно планировать пространственные отношения объектов в ГИС. Некоторые правила топологии управляют отношениями объектов в пределах одного класса объектов, другие – управляют отношениями между объектами в двух различных пространственных классах.

В ГИС наиболее распространены три типа топологий [7]:

- Точечная;
- Сетевая;
- Полигональная.

**Точечная топология** строится из точечных объектов (рис. 2). На рис. 2 точечная топология образована адресами пунктов потребителей.

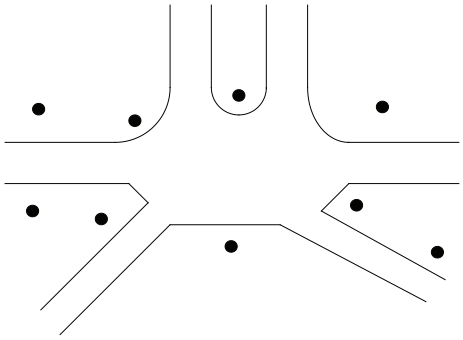


*Рис. 2. Точечная топология пунктов потребителей*

Точечная топология описывается классом объектов $T^P = \langle I^P, S^P, Dp^P \rangle$, свойствами которого являются $I^P$ – имя топологии; $S^P$ – тип; $Dp^P$ – число точек.

**Сетевая топология** строится из линейных объектов и может включать точечные объекты. Наиболее распространенная область применения сетевой топологии – анализ транспортных сетей. Сетевые топологии позволяют решать некоторые оптимизационные задачи из теории графов: определение степени связности, кратчайшего расстояния и др.

Сетевая топология устанавливает, чтобы внутри одного класса пространственных объектов не было совпадающих линий, линии не пересекались, не имели висячих узлов и т.д.

На рис. 3 для примера изображен участок городской транспортной сети.

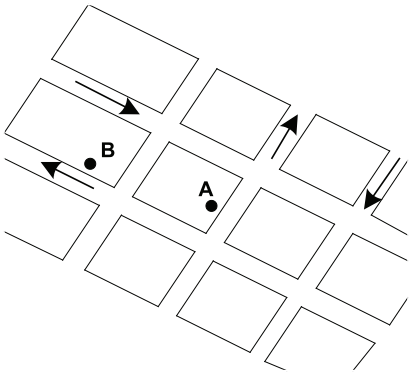



*Рис. 3. Сетевая топология автодорог*

При решении задач управления материальными потоками поиска кратчайшего пути описание транспортной сети сетевой топологией дает возможность задать смежность участков дорог (с учетом разрешающих поворот дорожных знаков) и определить направление (на рис. 4 показано стрелками) движения. Если участок описан как сетевая топология, с помощью соответствующего метода класса может быть найден и построен на карте кратчайший путь между указанной парой точек сети *A* и *B* (рис. 4).

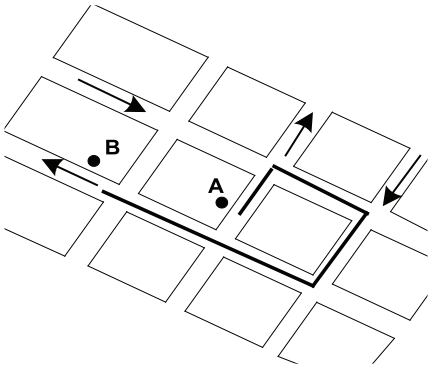



*Рис. 4. Кратчайший путь между точками A и B на сети*

Сетевая топология описывается классом объектов $T^S = \langle I^S, S^S, Dp^S, Dr^S, L^S \rangle$, свойствами которых являются: $I^S$ – имя топологии; $S^S$ – тип; $Dp^S$ – число точек; $Dr^S$ – число ребер, соединяющих пары точек; $L^S$ – длина ребер.

**Полигональная топология** строится из двумерных объектов. Данный вид топологии используется при моделировании земельных участков, административно-территориальных единиц, различных тематических зон (например, зон функционирования супермаркетов и торговых центров). Пример полигональной топологии приведен на рис. 5.

*Рис. 5. Полигональная топология «соседства» земельных участков*

Полигональная топология описывается классом объектов

$$T^{PL} = \langle I^{PL}, S^{PL}, Dp^{PL}, Dr^{PL}, Dpl^{PL}, \mathrm{Pr}^{PL}, Sq^{PL} \rangle,$$

свойствами которого являются: $I^{PL}$ – имя топологии; $S^{PL}$ – тип; $Dp^{PL}$ – число точек; $Dr^{PL}$ – число ребер, соединяющих пары точек; $Dpl^{PL}$ – число полигонов; $Pr^{PL}$ – периметр; $Sq^{PL}$ – площадь.

Полигональная топология требует, чтобы полигоны в пространственном классе не перекрывали друг друга, не имели разрывов и т.д. Например, можно убедиться, что все полигоны участков образуют замкнутые контуры, что они не перекрываются и что между участками нет промежутков.

Можно также использовать топологию для проверки пространственных отношений между объектными классами. Например, можно удостовериться, что линии границ землеотводов в созданной модели данных имеют общую совпадающую геометрию с границами земельных участков.

Однако в связи с интеллектуализацией ГИС понятие топологии приобретает новый смысл. Интеллектуальные ГИС должны обеспечивать комплексный анализ и интерпретацию разнородных данных, поддержку принятия решений и моделирование рассуждений о пространственной ситуации с учетом различных НЕ-факторов [4, 6]. Под интеллектуальной ГИС (ИГИС) будем понимать сложный программный продукт, включающий как непосредственно саму ГИС, так и различные элементы искусственного интеллекта для решения задач, содержащих неполноту, неоднозначность, неточность информации [2, 5]. Основной частью интеллектуальной ГИС является база знаний, которая представляет собой хранилище экземпляров абстракций реальных объектов и связей между ними.

Следующим важным компонентом ИГИС является экспертная система, включающая в себя машину логического вывода и набор логических правил. Обычно она представляет собой ориентированную на правила систему, предназначенную для обработки знаний, хранящихся в базе знаний. Правила-продукции являются частью экспертной системы и имеют следующий вид:

**IF** *Условие* **THEN** *Действие*.

Здесь *Условие* – четкое или нечеткое высказывание, *Действие* – четкая или нечеткая команда на поиск или изменение.

Для получения выводов, продукции могут образовывать сложные цепочки. Описания правил так же могут храниться в базе знаний, как часть описания предметной области. Экспертная система служит для решения двух задач в ИГИС. Первая из них традиционна для экспертных систем и заключается в выдаче рекомендаций в сложных для принятия решения ситуациях. Вторая задача – управление сложными режимами моделирования.

Интеграция геоинформационной системы и экспертной системы расширяет круг решаемых ими задач и открывает путь для более гибкого и комплексного анализа отношений между пространственными объектами, основанного на правилах и логических выводах.

Процесс анализа топологических отношений в некоторых областях пространства базируется на оценке различных характеристик объектов [9], например:

- форма пространственных объектов одинакова, однако размер разный;
- объекты совпадают по форме и размеру, однако расстояние между ними различно и т.д.

Поэтому в ГИС при описании топологических отношений необходимо учитывать следующие их составляющие:

- функциональные (определяют влияние одних объектов на другие);
- количественные (далеко, близко);
- пространственные (за, под, над…);
- атрибутивные (иметь свойство, иметь значение);
- логические (И, ИЛИ, НЕ);
- концептуальные (задают правила образования топологии).

Таким образом, под топологическим отношением пространственных объектов в ГИС понимаем отношение *xRy*, в котором $R = <F, Pr, At, Kv, L, Con>$, где $F = \{F_t\}$, $t = \overline{1..n}$ – множество функциональных составляющих; $Pr = \{Pr_p\}$, $p = \overline{1..m}$ – множество пространственных взаимоотношений; $At = \{At_r\}$, $r = \overline{1..j}$ – множество атрибутивных значений; $Kv = \{Kv_d\}$, $d = \overline{1..i}$ – множество количественных отношений; $L = \{L_g\}$, $g = \overline{1..k}$ – множество логических правил; $Con = \{Con_w\}$, $w = \overline{1..l}$ – множество концептуальных правил.

Данный подход описания топологических отношений позволяет оценивать также степень близости и связанности пространственных объектов. Анализ топологических отношений происходит на основе правил экспертной системы.

Например, пространственный объект $Obj_1$ находится справа ($Pr_1$) от $Obj_2$ на расстоянии $Kv_1$ и $Obj_3$ располагается под ($Pr_3$) $Obj_2$ на расстоянии $Kv_2$. Таким образом, правило топологии имеет вид

$$\left((Obj_1\ Pr_1\ Obj_2)\ \text{и}\ (Obj_1\ Kv_1\ Obj_2)\ \text{и}\ (Obj_2\ Pr_3\ Obj_3)\ \text{и}\ (Obj_2\ Kv_2\ Obj_3)\right) \Big| Kv_1 \le Kv_2 \Rightarrow$$

$$\left((Obj_1 Pr_1 Obj_3)\ \text{и}\ (Obj_1 Kv_3 Obj_3)\right);$$

$$\left(\left(Obj_1\ Pr_1\ Obj_2\right)\ \text{и}\ \left(Obj_1\ Kv_1\ Obj_2\right)\ \text{и}\ \left(Obj_2\ Pr_3\ Obj_3\right)\ \text{и}\ \left(Obj_2\ Kv_2\ Obj_3\right)\right)\left|Kv_1 \le Kv_2\right. =>$$

$$\left(\left(Obj_1 Pr_1 Obj_3\right)\ \text{и}\ \left(Obj_3 Kv_4 Obj_1\right)\right).$$

Другой пример: пространственный объект $Obj_1$ размещается над ($Pr_4$) объектом $Obj_2$ на расстоянии $Kv_3$ и $Obj_3$, располагается под ($Pr_3$) $Obj_2$ на расстоянии $Kv_4$. То правило топологии будет иметь вид

$$\left(\left(Obj_1\ Pr_4\ Obj_2\right)\ \text{и}\ \left(Obj_1\ Kv_3\ Obj_2\right)\ \text{и}\ \left(Obj_2\ Pr_3\ Obj_3\right)\ \text{и}\ \left(Obj_2\ Kv_4\ Obj_3\right)\right)\left|Kv_3 \le Kv_4\right. =>$$

$$\left(\left(Obj_1 Pr_1 Obj_3\right)\ \text{и}\ \left(Obj_1 Kv_3 Obj_3\right)\right);$$

$$\left(\left(Obj_1\ Pr_1\ Obj_2\right)\ \text{и}\ \left(Obj_1\ Kv_1\ Obj_2\right)\ \text{и}\ \left(Obj_2\ Pr_3\ Obj_3\right)\ \text{и}\ \left(Obj_2\ Kv_2\ Obj_3\right)\right)\left|Kv_1 \le Kv_2\right. =>$$

$$\left(\left(Obj_1 Pr_1 Obj_3\right)\ \text{и}\ \left(Obj_3 Kv_4 Obj_1\right)\right).$$

## Выводы

Таким образом, топологические отношения являются основой работы любой ГИС. Их использование позволяет качественно структурировать пространственно-распределенные данные. При помощи топологии пространственным данным присваивается поведение реальных ГИС-объектов. Использование различных составляющих при описании топологических отношений позволяет на качественно новом уровне моделировать поведение пространственных объектов. Правила-продукции вывода топологий являются структурной составляющей интеллектуальной оболочки ГИС.

## Список литературы

1. Андрианов Д.Е. Метод определения взаимосвязи пространственно распределенных объектов // Геоинформатика. – 2006. – № 4. – С. 7–9.

2. Беляков С.Л., Розенберг И.Н. Интеллектуальные геоинформационные системы // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 4. – С. 32–37.

3. Верещагин Н.К. Начала теории множеств. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст] / Н.К. Верещагин, А. Шень. – М.: МЦНМО, 2008. – 128 с.

4. Гордиенко Л.В. Описание топологических отношений объектов в геоинформационной системе при управлении материальными потоками // Наука и образование. – 2014. – № 3. – С. 26–27.

5. Михеев А.М., Семочкина И.Ю. Интеллектуальная геоинформационная система мониторинга и контроля состояний пространственно распределенных технически сложных объектов // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 3. – С. 48–51.

6. Нариньяни А.С. НЕ-факторы: неточность и недоопределенность – различие и взаимосвязь // Изв. РАН «Теория и системы управления». – 2000. – № 5. – С. 17–25.

7. Самойлов Л.К. Использование геоинформационных систем в работе предприятия / Л.К. Самойлов, С.Л. Беляков, А.А. Палазиенко: учеб. пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.

8. Цветков В.Я. Виды пространственных отношений // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 5. – С. 138–139.

9. Цветков В.Я. Пространственные отношения в геоинформатике // Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле». – 2012. – Вып. 01. – С. 59–61.

10. Jiang B., Claramunt C. Topological analysis of urban street networks. Environment and Planning B: Planning and design. – 2004. – № 31 (1). – P. 151–162.

## References

1. Andrianov D.E. Metod opredelenija vzaimosvjazi prostranstvenno raspredelennyh obektov // Geoinformatika. 2006. no. 4. pp. 7–9.

2. Beljakov S.L., Rozenberg I.N. Intellektualnye geoinformacionnye sistemy // Zheleznodorozhnyj transport. 2011. no. 4. pp. 32–37.

3. Vereshhagin N.K. Nachala teorii mnozhestv. Matematicheskaja logika i teorija algoritmov [Tekst] / N.K. Vereshhagin, A. Shen. M.: MCNMO, 2008. 128 p.

4. Gordienko L.V. Opisanie topologicheskih otnoshenij obektov v geoinformacionnoj sisteme pri upravlenii materialnymi potokami // Nauka i obrazovanie. 2014. no. 3. pp. 26–27.

5. Miheev A.M., Semochkina I.Ju. Intellektualnaja geoinformacionnaja sistema monitoringa i kontrolja sostojanij prostranstvenno raspredelennyh tehnicheski slozhnyh obektov // Nadezhnost i kachestvo slozhnyh sistem. 2013. no. 3. pp. 48–51.

6. Narinjani A.S. NE-faktory: netochnost i nedoopredelennost razlichie i vzaimosvjaz // Izv. RAN «Teorija i sistemy upravlenija». 2000. no. 5. pp. 17–25.

7. Samojlov L.K. Ispolzovanie geoinformacionnyh sistem v rabote predprijatija / L.K. Samojlov, S.L. Beljakov, A.A. Palazienko: ucheb. posobie. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2004.

8. Cvetkov V.Ja. Vidy prostranstvennyh otnoshenij // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2013. no. 5. pp. 138–139.

9. Cvetkov V.Ja. Prostranstvennye otnoshenija v geoinformatike // Mezhdunarodnyj nauchno-tehnicheskij i proizvodstvennyj zhurnal «Nauki o Zemle». 2012. Vyp. 01. pp. 59–61.

10. Jiang B., Claramunt C. Topological analysis of urban street networks. Environment and Planning B: Planning and design. 2004. no. 31 (1). pp. 151–162.

УДК 678.028

# РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Ершова О.В., Чупрова Л.В.**

*ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: lvch67@mail.ru*

В статье представлено решение проблемы утилизации отходов полимерной упаковки. Рассмотрена возможность получения композиционного материала на основе вторичного полиэтилена низкого давления и техногенного минерального сырья. Рентгеноспектральным методом и методом дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа определён химический и фракционный состав исходных компонентов и композита. Определены реологические характеристики расплава вторичного полимера и установлена температура его переработки. Для получения композитов выбрана технология прессования. Определены основные эксплуатационные характеристики композиционного материала: плотность, радиационная и химическая безопасность, теплопроводность. Установлено, что композит соответствует установленным требованиям безопасности, обладает хорошей стойкостью к воздействию влаги и агрессивных сред, имеет низкую плотность, что позволяет сделать вывод о целесообразности производства данного композиционного материала.

**Ключевые слова: полимеры, полимерная упаковка, полимерные отходы, утилизация, вторичная переработка, композиционный материал, полиэтилен низкого давления, минеральный наполнитель**

# SOLUTION OF THE PROBLEM OF RECYCLING OF POLYMERIC MATERIALS

**Ershova O.V., Chuprova L.V.**

*Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: lvch67@mail.ru*

In article the problem resolution of waste recycling of plastic packaging is provided. The possibility of receipt of composite material on the basis of secondary polyethylene of low pressure and technogenic mineral raw materials is considered. The X-ray spectral method and method of the differential scanning calorimetry and the thermogravimetric analysis determined chemical and fractional composition of initial components and a composite. Rheological characteristics of fusion of secondary polymer are determined and temperature of its conversion is established. For receipt of composites the technology of pressing is chosen. The main operational characteristics of composite material are determined: density, radiation and chemical safety, heat conductivity. It is established that the composite conforms to the established safety requirements, has good resistance to impact of moisture and hostile environment, has low density that allows to draw a conclusion on feasibility of production of this composite material.

**Keywords: polymers, plastic packaging, polymer waste, recycling, recycling, composite material, low-pressure polyethylene, mineral filler**

В настоящее время упаковочная промышленность в России является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей. Ее развитие стимулируется постоянно повышающимся спросом на современные упаковочные материалы. Среди большого многообразия используемых упаковочных материалов полимеры занимают одно из ведущих мест. Доля их использования составляет в среднем 25% общего потребления.

По прогнозам экспертов, в ближайшие десять лет производство и потребление полимерных материалов в России будет расти опережающими темпами по сравнению с темпами роста промышленного производства. Это приведет к дальнейшему обострению экологических проблем, обусловленных ростом количества полимерных отходов [1, 5, 9, 12].

Полимерные отходы утилизируют различными методами: сжигание, захоронение и рециклинг [10, 11]. Наиболее перспективным направлением утилизации полимерных отходов является их вторичная переработка, которая успешно реализуется в таких странах как США, Канада, Япония, Германия, Великобритания, Франция и др. Объемы утилизации отходов в России находятся на достаточно низком уровне [1, 6]. В целом только 3% всех отходов перерабатывается промышленными методами, остальные вывозятся на полигоны или сжигаются.

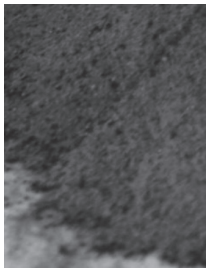
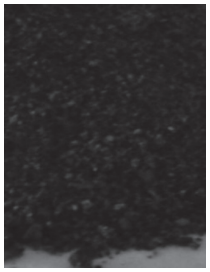
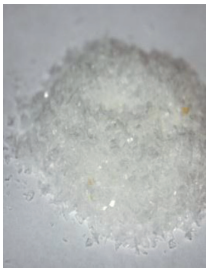
Использование вторичных пластмасс в качестве новой ресурсной базы – одно из наиболее динамично развивающихся направлений переработки полимерных материалов в мире [3, 8, 13]. Для России оно является достаточно новым.

**Цель исследования**: изучение возможности получения композиционного материала на основе вторичного полиэтилена низкого давления и минеральных техногенных отходов.

В качестве исследуемого материала использованы зола и золошлак Южноуральской ГРЭС, доменный шлак ОАО ММК, вторичный ПЭНД, композиционный материал, состоящий из полимерной матрицы и минеральных наполнителей (табл. 1).

**Таблица 1**

Объекты исследования

| Зола уноса Южноуральской ГРЭС | Золошлак Южноуральской ГРЭС | Доменный шлак ММК | Вторичный ПЭ | Полученный композит |
|---|---|---|---|---|
|  |  | |  | |

Лабораторное исследование проводилось с помощью рентгеноспектрального метода, а также метода дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа.

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа было проведено исследование образцов вторичного полимера для установления состава материала и температуры деструкции компонентов пластика (рисунок).

По количеству пиков на ТГ-кривой можно судить о количестве компонентов в пластике. Их число – два, т.е. вторичный полимер изначально представляет собой сложную систему, состоящую из различных компонентов. Максимальный пик ТГ-кривой – 89,51 % соответствует деструкции основного компонента смеси – ПЭ. Температура деструкции вторичного ПЭ равна 419,6 °С. Такой вывод можно сделать на основе анализа ДСК-кривой и соответствующего пика при температуре 419,6 °С.

Остаточная масса образца по достижении температуры в 599,7 °С – 0,54 % соответствует содержанию в ПЭ незначительных минеральных добавок.

На основе полученных данных установлено, что образцы полиэтилена низкого давления (ПЭНД) состоят из двух компонентов: полимерная составляющая – 99 % и минеральные добавки – 0,54 %; температура деструкции полимера – 419,6 °С; температура переработки – 175–245 °С.

Для определения химического состава наполнителя был использован рентгеноспектральный метод. Установлено, что зола уноса и золошлак Южноуральской ГРЭС схожи по составу и содержат до 85 % оксидов кремния, алюминия и железа. Доменный шлак в основном состоит из оксидов кальция, кремния и алюминия. Оксидов железа в нем почти не содержится.

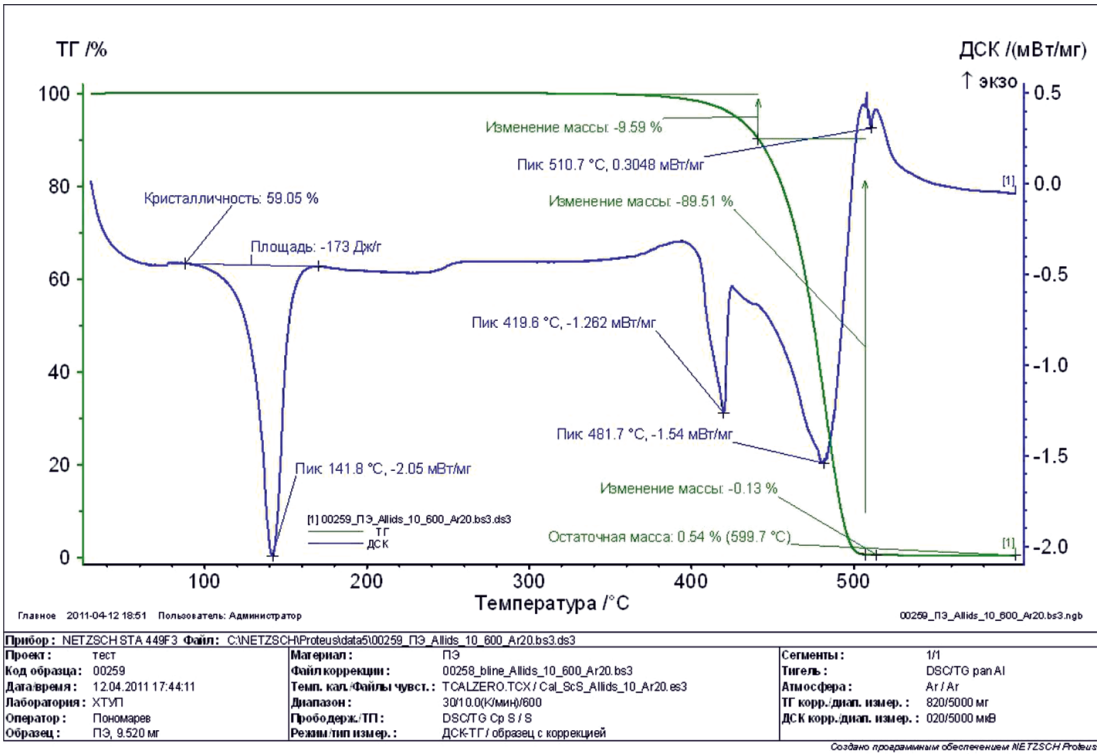
Определение фракционного состава минеральных наполнителей позволило установить, что наибольшей однородностью (более 90 %) обладает зола уноса с преобладающей фракцией частиц менее 0,25 мм. Частицы золошлака и доменного шлака неоднородны и не имеют преобладающей фракции.

Для получения композита использовали суспензионный метод и метод прессования из расплава полимера [2].

В ходе работы от получения композита суспензионным методом решено было отказаться по следующим причинам: экологическая опасность производства (использование сильных кислот), экономическая нецелесообразность (использование дорогих растворителей), ухудшение свойств материала (в ходе процесса растворения) и сложность получения подходящей качественной поверхности композиционного материала.

В связи с отказом от суспензионного метода, для изготовления образцов композита был выбран метод прессования. В лабораторных условиях образцы композита были получены с помощью специально разработанной пресс-формы, погружаемой в печь с заранее установленной температурой.

Температура процесса и необходимое давление были установлены экспериментально во время испытаний на приборе ИИРТ-5 при определении показателя текучести расплава (ПТР) вторичного ПЭНД. Температура плавления установлена 190 °С. Именно при заданном температурном режиме возможно получить расплав с приемлемым значением ПТР и отсутствием следов термодеструкции в течение достаточного времени. В качестве вспенивателя использован вспенивающий агент ЧХЗ-21 (диамид азодикарбоновой кислоты). Использование химических вспенивателей позволяет уменьшить плотность и вес изделий, увеличить тепло- и звукоизолирующие характеристики полимеров, а также снизить стоимость материала [7].




*ДСК и ТГ – кривые образца вторичного ПЭ*

**Таблица 2**

Плотность полученных композиционных материалов

| Состав композита | ПЭНД без наполнителя | ПЭНД + зола уноса 20% | ПЭНД + доменный шлак 25% | ПЭНД + золошлак, 30% |
|---|---|---|---|---|
| Плотность, г/см$^3$ | 0,919–0,973 | 0,851 | 0,806 | 0,984 |

В ходе исследования были получены образцы с различным процентным соотношением наполнителя, полимера и вспенивателя. Образцы, содержащие больше 20% золы уноса, 25% доменного шлака и 30% золошлака, получались с пустотами внутри образцов, происходило оседание наполнителя или неполное вспенивание. Образцы, содержащие меньше 20% золы уноса, 25% доменного шлака и 30% золошлака, отличались тем, что наполнитель неравномерно распределялся в структуре композита, создавал рыхлую, неравномерную поверхность, что ухудшало эксплуатационные характеристики получаемых композиционных материалов. В результате были выбраны образцы композитов, содержащие в качестве наполнителей 20% золы уноса или 25% доменного шлака или 30% золошлака. Данные количества минеральных наполнителей позволяют получать образцы композиционных материалов с равномерной структурой, равномерным вспениванием и распределением вспенивателя и наполнителя в структуре образца, без пустот внутри материала.

Были определены важнейшие эксплуатационные характеристики полученного композиционного материала, такие как плотность, радиационная и химическая безопасность, теплопроводность [4, 14, 15].

Плотность материала определялась согласно ГОСТ 15139-69. Полученные результаты представлены в табл. 2.

При определении радиационной безопасности экспериментальных образцов мощность дозы рентгеновского излучения на поверхности проб проверялась дозиметром-радиометром ДКС-96. По результатам радиационного контроля превышение норм радиационной безопасности, регламентированных СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009), СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные

правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОБ-99/2010), не выявлено.

Угрозу для жизни и здоровья человека представляет выделение химически активных агрессивных веществ, наличие которых выявлялось по изменению pH дистиллированной воды после контакта с образцом композита.

Результаты эксперимента показали, что после контакта дистиллированной воды с композитом, содержащим различные виды наполнителей с различной концентрацией, не приводит к резкому изменению pH. Существует возможность обеспечить некоторую буферность композита, т.е. постоянство его pH при изменяющихся условиях, при подборе оптимальной концентрации наполнителя для конкретных условий его эксплуатации.

Теплопроводность определялась согласно ГОСТ 7076 на приборе ИТП – МГ4. По результатам исследования сделан вывод о том, что величина коэффициента теплопроводности зависит от вида наполнителя композиционного материала. Наименьший коэффициент теплопроводности имеет композит, наполненный доменным шлаком (0,093 Вт/м•К), что свидетельствует о его хороших теплоизоляционных свойствах, по сравнению с другими композитами.

## Заключение

В работе получены композиционные материалы на основе отходов полимерной упаковки (полиэтилен низкого давления) и техногенного минерального наполнителя (доменный шлак, золошлак и зола уноса электростанций).

В ходе получения композиционных материалов установлены химический и фракционный состав исходных компонентов, определены реологические характеристики расплава вторичного ПЭНД и установлена температура его переработки (190 °С). Для получения композитов выбрана технология прессования.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что наиболее оптимальными эксплуатационными характеристиками обладает композит с доменным шлаком в качестве наполнителя при его концентрации 25% при добавлении 4% вспенивателя ЧХЗ-21. Такой композит соответствует основным установленным требованиям безопасности, обладает хорошей стойкостью к воздействию влаги и агрессивных сред, имеет низкую плотность.

На основании проведенных исследований полученные композиционные материалы можно применять в конструкциях междуэтажных перекрытий (конструкция «плавающий пол»), что обеспечит надежную вибро- и звукоизоляцию; для отражающей теплоизоляции в конструкциях бань и саун; в качестве гидроизоляции перегородок, стен, упаковки различных изделий, подложки под паркет, доску, ламинат.

## Список литературы

1. Белова М.С. Проблемы утилизации упаковочных материалов в России и за рубежом [Текст] / М.С. Белова, О.А. Легонькова // Пищевая промышленность. – 2011. – № 6. – С. 26–28 : ил.

2. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Епиколонов Н.С. Принципы создания композиционных полимерных материалов. – Химия. 1990. – 238 с.

3. Вторичная переработка пластмасс / Ф.Ла Мантия (ред.); пер. с англ. Под ред. Заикова Г.И. – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.

4. Ершова О.В., Гукова В.А., Чупрова Л.В., Мишурина О.А., Муллина Э.Р. Моделирование процесса получения композиционного материала на основе отходов упаковки // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–11. – С. 2328–2332.

5. Ершова О.В., Муллина Э.Р., Чупрова Л.В., Мишурина О.А., Бодьян Л.А. Изучение влияния состава неорганического наполнителя на физико-химические свойства полимерного композиционного материала // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–3. – С. 487–491.

6. Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12363.

7. Клемпнер, Д., Полимерные пены. Технологии вспенивания: пер. с англ. / Д.Клемпнер, В.Сендиджаревич; Под ред. А.М.Чеботаря. – СПб: Профессия, 2009. – 600 с.

8. Новая технология вторичной переработки и утилизации пленочных полимерных материалов / Д.Л. Полушкин и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12, № 1А. – С. 76–82.

9. Пономарёва В.Т. Использование пластмассовых отходов за рубежом / В.Т. Пономарёва, Н.Н. Лихачёва, З.А. Ткачик // Пластические массы. – 2002. – № 5. – С. 44–48.

10. Стефанов С. Современный подход к проблеме упаковочных отходов в Болгарии: деньги для мусора и деньги от мусора // Тара и упаковка. – 2008. – № 5. – С. 22–25.

11. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) // Молодой учёный. – 2013. – № 5. – С. 123–125.

12. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В., Ершова О.В. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1420.

13. Шайерс Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика / Пер с англ. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 640 с.

14. Choy, October 1977. Thermal conductivity of polymers // Review Article Polymer, Volume 18, Issue 10. – P. 984–1004.

15. Gukova V.A., Ershova O.V. The development of composite materials based on recycled polypropylene and industrial mineral wastes and study their operational properties // В сборнике: European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Vienna, 2014. – P. 144–151.

## References

1. Belova M.S. Problemy utilizacii upakovochnyh materialov v Rossii i za rubezhom [Tekst] / M.S. Belova, O.A. Legonkova // Pishhevaja promyshlennost. 2011. no. 6. pp. 26–28: il.

2. Berlin A.A., Volfson S.A., Oshmjan V.G., Epikolonov N.S. Principy sozdanija kompozicionnyh polimernyh materialov. Himija. 1990. 238 p.

3. Vtorichnaja pererabotka plastmass / F.La Mantija (red.); per. s angl. Pod red. Zaikova G.I. SPb.: Professija, 2006. 400 p.

4. Ershova O.V., Gukova V.A., Chuprova L.V., Mishurina O.A., Mullina Je.R. Modelirovanie processa poluchenija kompozicionnogo materiala na osnove othodov upakovki // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 2–11. pp. 2328–2332.

5. Ershova O.V., Mullina Je.R., Chuprova L.V., Mishurina O.A., Bodjan L.A. Izuchenie vlijanija sostava neorganicheskogo napolnitelja na fiziko-himicheskie svojstva polimernogo kompozicionnogo materiala // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12–3. pp. 487–491.

6. Ershova O.V., Chuprova L.V., Mullina Je.R., Mishurina O.V. Issledovanie zavisimosti svojstv drevesno-polimernyh kompozitov ot himicheskogo sostava matricy // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 2; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12363.

7. Klempner D., Polimernye peny. Tehnologii vspenivanija: per. s angl. / D. Klempner, V. Sendidzharevich; Pod red. A.M. Chebotarja. SPb.: Professija, 2009. 600 p.

8. Novaja tehnologija vtorichnoj pererabotki i utilizacii plenochnyh polimernyh materialov / D.L. Polushkin i dr. // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2006. T. 12, no. 1A. pp. 76–82.

9. Ponomarjova V.T. Ispolzovanie plastmassovyh othodov za rubezhom / V.T. Ponomarjova, N.N. Lihachjova, Z.A. Tkachik // Plasticheskie massy. 2002. no. 5. pp. 44–48.

10. Stefanov S. Sovremennyj podhod k probleme upakovochnyh othodov v Bolgarii: dengi dlja musora i dengi ot musora // Tara i upakovka. 2008. no. 5. pp. 22–25.

11. Chuprova L.V., Mullina Je.R. Tehnologicheskie osobennosti proizvodstva upakovki iz vtorichnogo polijetilentereftalata (PJeT) // Molodoj uchjonyj. 2013. no. 5. pp. 123–125.

12. Chuprova L.V., Mullina Je.R., Mishurina O.V., Ershova O.V. Issledovanie vozmozhnosti poluchenija kompozicionnyh materialov na osnove vtorichnyh polimerov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 4; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1420.

13. Shajers Dzh. Recikling plastmass: nauka, tehnologii, praktika / Per s angl. SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2012. 640 p.

14. Choy, October 1977. Thermal conductivity of polymers // Review Article Polymer, Volume 18, Issue 10, pp. 98–1004.

15. Gukova V.A., Ershova O.V. The development of composite materials based on recycled polypropylene and industrial mineral wastes and study their operational properties // V sbornike: European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Vienna. 2014. pp. 144–151.

УДК 519.816: 004.42

# НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

**Захарова А.А.**

*Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, e-mail: aaz@tpu.ru*

Принятие решений в стратегическом управлении социально-экономической системой (СЭС) осуществляется в условиях неопределенности, что обуславливает широкое использование экспертной информации. В работе ставится проблема создания программной среды для разработки систем поддержки принятия стратегических решений на основе системы универсальных моделей принятия решений. Предлагается математическое обеспечение данной среды для решения типовых задач принятия решений на основе экспертных знаний, возникающих на этапе стратегического анализа. Разработана система взаимосвязанных нечетких моделей: модели оценки факторов стратегического развития СЭС и модели SWOT-анализа. Использование системы предлагаемых моделей на этапе стратегического анализа позволяет на основе экспертных знаний оценить желательные и фактические значения факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС; установить возможные взаимосвязи отдельных факторов и оценить важность их сочетаний для стратегического развития СЭС; проранжировать и отобрать факторы среды и их сочетания, рекомендуемые в качестве основы для разработки стратегических альтернатив СЭС. Предложенная система нечетких моделей может использоваться в стратегическом управлении любой СЭС.

**Ключевые слова: стратегическое управление, стратегический анализ, социально-экономическая система, система поддержки принятия решений, универсальные модели принятия решений, нечеткие множества**

# FUZZY MODELS OF THE STRATEGIC ANALYSIS IN STRATEGIC MANAGEMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM

**Zakharova A.A.**

*Yurga Institute of Technology of Tomsk Polytechnic University, Yurga, e-mail: aaz@tpu.ru*

Decision making in strategic management by the social and economic system (SES) is performed in the conditions of uncertainty that causes wide use of expert information. Problem of paper is creation of the program environment for development of strategic decision-support systems on the basis of system of universal decision-making models. Software of this environment for the solution of standart decision problems on the basis of the expert knowledge for the strategic analysis stage is offered. The system of the interconnected fuzzy models is developed: models of assessment of factors of a strategic development of SES and models of SWOT analysis. Use of system of the offered models at a stage of the strategic analysis allows on the basis of expert knowledge: to estimate desirable and actual values of factors of SES from the point of view of their importance and need of accounting of their influence on a strategic development of SES; to establish possible interrelations of separate factors and to estimate importance of their combinations for a strategic development of SES; to range and select the factors of the environment and their combination which are recommended as a basis for development of strategic alternatives of SES. The offered system of fuzzy models can be used in strategic management of any SES.

**Keywords: strategic management, strategic analysis, social and economic system, decision support system, universal models of decision making, fuzzy sets**

Важнейшую роль в развитии социально-экономических систем (СЭС) различного уровня и вида играет стратегическое управление. В связи с этим возрастает актуальность разработки методов, технологий и инструментов информационной поддержки процессов стратегического управления в СЭС. С одной стороны, механизмы и методы стратегического управления и поддержки принятия стратегических решений имеют существенные отличия, связанные с видом СЭС, в которой они применяются. Например, в зависимости от уровня СЭС (государственный, региональный, муниципальный, организационный, личностный); пространственно-временной характеристики СЭС (объекты, среды, процессы, проекты); функционально-продуктовой принадлежности (рыночные и общественные); вида экономической деятельности СЭС (функциональной сфере) и др. С другой стороны, имеются некоторые проблемы принятия стратегических решений, свойственные любой СЭС и обусловленные её основными свойствами, а именно: неопределенность, связанная со слабой предсказуемостью процессов в СЭС и вне её, отсутствием полной информации о факторах среды функционирования СЭС, их влиянии и вероятности реализации, и др.; необходимость использования экспертной информации для оценки и прогнозирова-

ния процессов, протекающих во внешней и внутренней среде СЭС. Соответственно, актуальна разработка методов поддержки принятия стратегических решений, предоставляющих возможность формализации и обработки экспертных знаний.

Эксперты привлекаются на всех этапах стратегического управления СЭС: стратегический анализ, стратегический выбор и стратегический контроль. При этом методология стратегического управления определяет существование набора одинаковых задач принятия решений, а соответственно, типовых задач, ставящихся лицами, принимающими решение (ЛПР), перед экспертами. Для решения таких задач целесообразна разработка универсальных моделей поддержки принятия решений, представляющих некоторый набор инструментов – «конструктор», который, с одной стороны, может применяться в любой СЭС, а с другой – давать возможность ЛПР выбирать необходимые модели, исходя из стоящих перед ЛПР задач стратегического управления. Важность разработки базовых механизмов организационного управления отмечается в работе [5].

Современные технологии управления обуславливают необходимость использования информационных технологий, разработки систем поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС. В связи с этим актуальна разработка программной среды, в которой пользователь (ЛПР) может создавать экземпляры систем поддержки принятия стратегических решений (СППСР) на основе экспертных знаний для любой конкретной СЭС, независимо от ее вида, используя необходимый набор базовых (универсальных) инструментов, обеспечивающих эффективную обработку экспертной информации на основных этапах стратегического управления. Математическим обеспечением данной программной среды будет являться система взаимосвязанных универсальных моделей и методов принятия стратегических решений.

## Цель и задачи исследования

Цель работы – разработка взаимосвязанных универсальных моделей и методов поддержки принятия решений, обеспечивающих решение типовых задач принятия решений (ПР) на этапе стратегического анализа.

Задачи: формализация типовых задач ПР на этапе стратегического анализа, требующих привлечения экспертов; разработка моделей оценки стратегических факторов СЭС; разработка моделей оценки важности стратегических факторов среды СЭС и их взаимосвязи.

Для разработки моделей принятия решений на этапе стратегического анализа выбраны методы теории нечетких множеств, учитывающие основные особенности принятия стратегических решений, тип и содержание информации для ПР, предоставляющие наилучшие возможности формализации неопределенной информации [1, 4, 6].

## Разработка системы универсальных моделей для этапа стратегического анализа

В результате стратегического анализа ЛПР должен получить информацию, которая позволит сформировать набор стратегических альтернатив, в той или иной мере влияющих на достижение стратегических целей СЭС. Для этого перед экспертами ставится задача оценки факторов внешней и внутренней среды СЭС, их возможного влияния на стратегическое развитие СЭС.

Модель задачи принятия решений на этапе стратегического анализа для группового ЛПР имеет вид

$$< S_o, T, Q \,|\, S, A, B, V, C(V), X_d, X_c K, F(f), L, X_{rd}, X_{rc}, >, \quad (1)$$

где $S_o$ – проблемная ситуация в СЭС, которую необходимо решить в стратегической перспективе; $T$ – ограничение по времени принятия решения; $Q$ – имеющиеся ресурсы для принятия решения;

$S = (S_1, S_2 ... S_n)$ – множество факторов внешней и внутренней среды СЭС, конкретизирующих проблемную ситуацию;

$A = (A_1, A_2 ... A_k)$ – множество стратегических целей СЭС;

$V = (V_1, V_2 ... V_m)$ – множество формализованных описаний суждений экспертов о факторах среды СЭС, отражающих желаемый (планируемый, допустимый, необходимый и т.д.) уровень фактора, возможное его влияние на стратегическое развитие СЭС (то есть суждения о том, как «должно быть»);

$C(V)$ – функция, устанавливающая зависимость между факторами среды и позволяющая оценить важность сочетаний факторов;

$B = (B_1, B_2 ... B_l)$ – множество ограничений для разработки стратегических альтернатив (например, финансовых, правовых, культурных, политических и других);

$X_d = (X_{d_1}, X_{d_2} ... X_{d_j})$ – множество оценок значимости факторов СЭС на момент стратегического анализа (то есть экспертные суждения о том, «как есть»);

$X_c = (X_{c_1}, X_{c_2} ... X_{c_i})$ – множество оценок важности сочетаний факторов среды СЭС;
*K* – критерий выбора факторов и их сочетаний;
*F*(*f*) – функция, определяющая групповое предпочтение ЛПР, *f* – индивидуальные предпочтения (экспертные оценки);
*L* – способ согласования индивидуальных экспертных оценок;
$X_{r_d} = (X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}} ... X_{r_{d\,o}})$, $X_{r_c} = (X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}} ... X_{r_{c\,p}})$ – множества факторов и их сочетаний, которые должны быть учтены при разработке стратегических альтернатив;

Таким образом, выделим следующие основные типовые задачи, стоящие перед экспертами на этапе стратегического анализа:

1. На основании информации о стратегических целях СЭС $A = (A_1, A_2 ... A_k)$ и ограничениях $B = (B_1, B_2 ... B_l)$ для исследуемого множества факторов среды СЭС $S = (S_1, S_2 ... S_n)$, конкретизирующих проблемную ситуацию $S_o$, оценить желательные $V = (V_1, V_2 ... V_m)$ и фактические $X_d = (X_{d_1}, X_{d_2} ... X_{d_j})$ значения факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС.

2. Установить возможные взаимосвязи отдельных факторов и оценить важность их сочетаний для стратегического развития СЭС $X_c = (X_{c_1}, X_{c_2} ... X_{c_i})$ на основе функции *C*(*V*).

3. В соответствии с критерием *K* проранжировать и отобрать факторы среды $X_{r_d} = (X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}} ... X_{r_{d\,o}})$ и их сочетания $X_{r_c} = (X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}} ... X_{r_{c\,p}})$, рекомендуемые в качестве основы для разработки стратегических альтернатив СЭС.

Для решения первой типовой задачи разработаны модели оценки стратегических факторов СЭС на основе экспертных знаний. Формализация знаний эксперта о факторах стратегического развития СЭС осуществляется с помощью лингвистических и нечетких переменных.

Лингвистическая переменная фактора СЭС имеет вид

$$< \beta, T, X >, \qquad (2)$$

где β – наименование лингвистической переменной, описывающей фактор СЭС;
*T* – терм-множество значений лингвистической переменной ($T = (T_1, T_2 ... T_s)$, описывающих возможный уровень проявления данного фактора СЭС и/или влияния, оказываемого фактором на стратегическое развитие СЭС. Значения лингвистической переменной являются наименованиями нечетких переменных $\alpha_s, s = \overline{1,h}$, с помощью которых формализуются экспертные знания о *s*-ом уровне фактора СЭС;
*X* – область определения лингвистической переменной.

Нечеткие переменные имеют вид

$$< \alpha_s, X, C_{\alpha_s} >, \qquad (3)$$

где $\alpha_s$ – наименование нечеткой переменной;
$C_{\alpha_s} = \{\mu_{\alpha_s}(x) / x\}$ – нечеткое множество, описывающее возможные значения нечеткой переменной $\alpha_s$;
$\mu_{\alpha_s}(x)$ – функция принадлежности нечеткого множества $C_{\alpha_s}$. Для каждого значения $x \in X$ может быть получено значение степени принадлежности конкретного значения фактора из области определения *X* *s*-тому лингвистическому уровню.

Способ построения функции принадлежности подбирается в зависимости от особенностей фактора СЭС и процесса его оценки: для факторов СЭС, не имеющих однозначных измерительных свойств целесообразно применение метода попарных сравнений; для факторов СЭС, требующих для своей оценки привлечения большого количества экспертов (например, населения города), – метода на основе статистических данных; для факторов СЭС, для которых можно подобрать количественную шкалу и не требующих высокой точности оценки, – метод на основе стандартных функций [2].

В результате применения нечетких моделей оценки стратегических факторов СЭС решаются две подзадачи: формализуются экспертные суждения о необходимом (достаточном, планируемом) уровне конкретных факторов СЭС; появляется возможность определения принадлежности исследуемого (фактического, достигнутого) значения фактора СЭС к тому или иному уровню (например, «низкий – высокий»). Это позволяет использовать лингвистические переменные факторов СЭС как входные и/или выходные переменные в моделях принятия решений, требующих установления взаимосвязей между ними и оценки их влияния на стратегическое развитие СЭС.

Для решения второй и третьей типовых задач разработаны нечеткие модели SWOT-анализа. Выбор метода SWOT в качестве основы для разработки универсальных моделей стратегического анализа обоснован следующим: во-первых, именно этот метод направлен на сплошное исследование внешней и внутренней среды организации с целью формирования некоторого информационного поля для ЛПР, позволяющего выявить наиболее важные факторы, которые могут способствовать или препятствовать реализации стратегических целей организации; во-вторых, SWOT-анализ в его классической методологии проведения может применяться для любого типа СЭС, независимо от её вида.

Основными проблемами базовой методологии SWOT являются: количественная оценка и ранжирование по значимости, как отдельных факторов среды, так и их комбинаций; моделирование взаимосвязей стратегических факторов; формализация качественной экспертной информации [3, 7]. Для решения этих проблем, на основе базовой методологии SWOT разработана система нечетких моделей принятия решений, в основе которой лежат следующие принципы.

Во-первых, информация о факторах среды СЭС представляется на основе моделей оценки стратегических факторов СЭС (то есть в виде лингвистических переменных). Во-вторых, на основе систем нечетких высказываний, устанавливающих взаимосвязь между значениями входных и выходных лингвистических переменных, формируется база знаний (база продукционных моделей), описывающая суждения экспертов о возможном влиянии факторов СЭС и их сочетаний на стратегическое развитие СЭС. В-третьих, для расчета значений выходных лингвистических переменных, характеризующих важность факторов и сочетаний и служащих для ранжирования, применяется нечеткий логический вывод, основанный на нечетком правиле *modus ponens*.

Системы нечетких высказываний разработаны: для оценки и ранжирования возможностей и угроз в зависимости от их влияния и вероятности реализации; для оценки важности сочетаний факторов внешней и внутренней среды СЭС и их влияния на возможности стратегического развития СЭС. Приведем фрагмент базы знаний, позволяющий оценить важность стратегических факторов СЭС, отнесенных экспертами к типу «возможности» (4).

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : <\text{ЕСЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_1} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_1} \text{ ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_2} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_1} \\ \text{ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_1} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_2} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_1} >; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : <\text{ЕСЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_1} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_3} \text{ ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_2} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_2} \\ \text{ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_3} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{Y_1} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_2} >; \\ \tilde{L}_3^{(1)} : <\text{ЕСЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_2} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_3} \text{ ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_3} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_2} \\ \text{ИЛИ } \beta_{Op} \text{ есть } a_{Op_3} \text{ И } \beta_O \text{ есть } a_{O_3} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_3} >, \end{cases} \quad (4)$$

где $\beta_{Op}$ – вероятность реализации (вероятность того, что СЭС сможет воспользоваться данной возможностью); область определения $Op = [0, 1]$; множество базовых значений $T_{Op}$ = {низкая, средняя, высокая} = $\{a_{Op_1}, a_{Op_2}, a_{Op_3}\}$;

$\beta_O$ – степень влияния данной возможности на организацию (возможные последствия, к которым может привести данная возможность), $O$; $T_O$ = {малое влияние, умеренное влияние, высокое влияние} = $\{a_{O_1}, a_{O_2}, a_{O_3}\}$. Для каждой возможности (фактора) СЭС область определения своя, базой для нее могут служить реальные показатели функционирования СЭС, условные показатели (в баллах) и др.

$\beta_{Ov}$ – значение данной возможности (важность учета ее в разрабатываемой стратегии); $O_v = [0, 100]$; $T_{Ov}$ = {малое, среднее, большое} = $\{a_{Ov_1}, a_{Ov_2}, a_{Ov_3}\}$. Область определения лингвистической переменной описывается балльной шкалой (от 0 до 100).

Система взаимосвязанных универсальных моделей поддержки принятия решений, обеспечивающих решение типовых задач принятия решений (ПР) на этапе стратегического анализа, представлена на рисунке.

**Заключение**

Таким образом, применение предложенной системы универсальных моделей на этапе стратегического анализа позволяет решить типовые задачи принятия решений, требующие привлечения экспертов, а именно: оценить желательные и фактические значения факторов СЭС с точки зрения их важности и необходимости учета их влияния на стратегическое развитие СЭС; установить возможные взаимосвязи отдельных факторов и оценить важность их сочетаний для стратегического развития СЭС; проранжировать и отобрать факторы среды и их сочетания, рекомендуемые в качестве основы для разработки стратегических альтернатив СЭС. Предложенный набор универсальных моделей стратегического анализа представляет собой часть математического обеспечения программной среды разработки систем поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний.

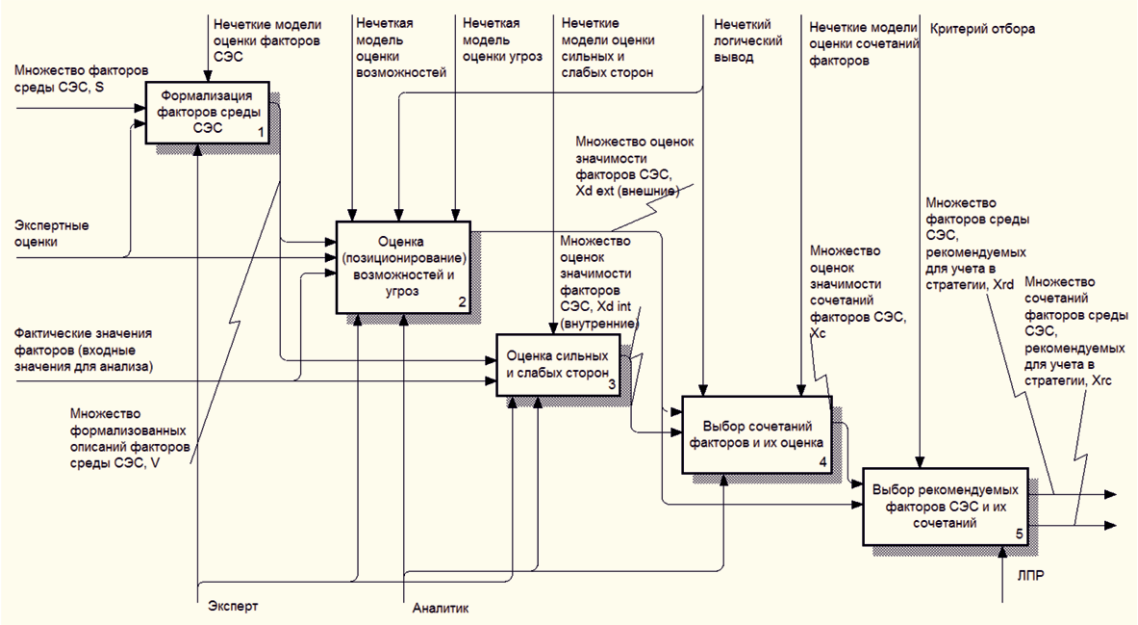



*Схема применения системы универсальных моделей на этапе стратегического анализа в стратегическом управлении СЭС*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-07-00299а.*

## Список литературы

1. Андрейчиков А.В. Системный анализ стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций [Текст] / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 304 с.

2. Захарова А.А. Методы построения терм-множеств лингвистических переменных в системе поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии города [Текст] / А.А. Захарова, А.А. Григорьева // Автоматизация и современные технологии. – 2006. – № 5. – С. 22–26.

3. Майсак О.С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами [Текст] / О.С. Майсак // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1 (21). – С. 151–157.

4. Морозов В.О. Нечетко-множественные методы стратегического анализа стейкхолдер-компании [Текст] / В.О. Морозов, К.С. Солодухин, А.Я. Чен // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–1. – С. 179–183.

5. Новиков Д.А. Механизмы управления – конструктор для управленцев [Текст] / Д.А. Новиков // Управленческое консультирование. – 2011. – № 3(43). – С. 5–16.

6. Птускин А.С. Нечеткие модели задач принятия стратегических решений на предприятиях: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.13 / Птускин Александр Соломонович. – М., 2004. – 323 с.

7. Zakharova A.A. Fuzzy SWOT analysis for selection of bankruptcy risk factors // Applied Mechanics and Materials. – 2013 – Vol. 379. – P. 207–213.

## References

1. Andrejchikov A.V. Sistemnyj analiz strategicheskih reshenij v innovatike. Matematicheskie, jevristicheskie i intellektualnye metody sistemnogo analiza i sinteza innovacij [Tekst] / A.V. Andrejchikov, O.N. Andrejchikova. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2012. 304 p.

2. Zaharova A.A. Metody postroenija term-mnozhestv lingvisticheskih peremennyh v sisteme podderzhki prinjatija reshenij o socialno-jekonomicheskom razvitii goroda [Tekst] / A.A. Zaharova, A.A. Grigoreva // Avtomatizacija i sovremennye tehnologii. 2006. no. 5. pp. 22–26.

3. Majsak O.S. SWOT-analiz: obekt, faktory, strategii. Problema poiska svjazej mezhdu faktorami [Tekst] / O.S. Majsak // Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii. 2013. no. 1 (21). pp. 151–157.

4. Morozov V.O. Nechetko-mnozhestvennye metody strategicheskogo analiza stejkholder-kompanii [Tekst] / V.O. Morozov, K.S. Soloduhin, A.Ja. Chen // Fundamentalnye issledovanija. 2016. no. 2–1. pp. 179–183.

5. Novikov D.A. Mehanizmy upravlenija konstruktor dlja upravlencev [Tekst] / D.A. Novikov // Upravlencheskoe konsultirovanie. 2011. no. 3(43). pp. 5–16.

6. Ptuskin A.S. Nechetkie modeli zadach prinjatija strategicheskih reshenij na predprijatijah: dis. ... d-ra jekon. nauk: 08.00.13 / Ptuskin Aleksandr Solomonovich. M., 2004. 323 p.

7. Zakharova A.A. Fuzzy SWOT analysis for selection of bankruptcy risk factors // Applied Mechanics and Materials. 2013 Vol. 379. pp. 207–213.

УДК 621.311.238:681.513.6

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ РЕГУЛЯТОРА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 6 МВТ

**Кавалеров Б.В., Бахирев И.В., Басаргин Ш.Д.**

*ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: kbv@pstu.ru*

В жизни человека энергия является главным фактором существования. Благодаря электроэнергии развитие и прогресс человечества ускоряются. Но системы производства и распределения электроэнергии не обладают абсолютной надежностью. Вырабатываемая электроэнергия проходит долгий путь от электростанции через передающие подстанции к конечному потребителю, и чем дальше от источника, тем хуже качество и надёжность электроснабжения. В статье рассмотрено улучшение качества электроэнергии, а именно по частоты сети, путем использования Smart Grid. В данной статье используется система с идентификатором, приведены его характеристики, особенности и математическое описание применяемого метода управления. Исследование и сравнительный анализ проводился с помощью математического моделирования в среде Simulink Matlab. Проанализировав результаты математического моделирования видно, что качество сети заметно улучшилось, тем самым доказывая, что идентификационный метод справляется с задачей оптимизации электроэнергии по частоте.

**Ключевые слова: интеллектуальная сеть, адаптивное управление, газотурбинная установка, синхронный генератор, математическое моделирование**

# UNIFIED QUALITY TRANSIENTS FOR AUTOMATED TESTING OF GAS TURBINES POWER

**Kavalerov B.V., Bakhirev I.V., Basargin Sh.D.**

*Federal State Educational Institution of Higher Education «Perm National Research Polytechnic University», Perm, e-mail: kbv@pstu.ru*

In human life energy is the main factor of existence. Thanks to the electric power development and progress of mankind accelerate. But production systems and distributions of the electric power have no absolute reliability. The developed electric power goes a long way from power plant through the transferring substations to the final consumer, and the farther from a source, the quality and reliability of power supply are worse. In article improvement of quality of the electric power, namely on frequencies of network, by Smart Grid use is considered. In this article the system with the identifier is used, its characteristics, features and the mathematical description of the applied method of management are provided. The research and the comparative analysis was conducted by means of mathematical modeling in the environment of Simulink Matlab. Having analysed results of mathematical modeling it is visible that quality of network considerably improved, thereby proving that the identification method copes with a task of optimization of the electric power on frequency.

**Keywords: intelligent network, the adaptive control, gas-turbine installation, the synchronous generator, math modeling**

Электроснабжение определяется двумя факторами [9] – качеством электроэнергии и её надёжностью. Даже самые лучшие системы производства электроэнергии и её распределения не могут быть полностью надёжными источниками высококачественного электропитания. Вырабатываемая электроэнергия проходит долгий путь от электростанции через передающие подстанции к конечному потребителю, и чем дальше от источника, тем больше риск возникновения проблем с качеством и надёжностью электроснабжения.

Важным направлением улучшения качества электроэнергии и ее надежности является концепция «Интеллектуальной сети», или Smart Grid.

В России идея Smart Grid в настоящее время выступает в качестве концепции интеллектуальной активно-адаптивной сети, которую можно описать следующими признаками [7]:

- насыщенность сети активными элементами, позволяющими изменять топологические параметры сети;
- большое количество датчиков, измеряющих текущие режимные параметры для оценки состояния сети в различных режимах работы энергосистемы;
- система сбора и обработки данных (программно-аппаратные комплексы), а также средства управления активными элементами сети и электроустановками потребителей;
- наличие необходимых исполнительных органов и механизмов, позволяющих в режиме реального времени изменять топологические параметры сети, а также взаимодействовать со смежными энергетическими объектами;
- средства автоматической оценки текущей ситуации и построения прогнозов работы сети;
- высокое быстродействие управляющей системы и информационного обмена.

Еще одна потребность в «Smart Grid» связана с так называемыми возобновляемыми источниками энергии [12]. И у нас, и в Европе [11] много говорят, что нужно уходить от углеродной энергетики, связанной со сжиганием органического топлива, и переходить на альтернативную энергетику – солнечную, ветровую, водородную и т.д.

Одним из возможных направлений развития электрических сетей в рамках концепции «умной сети» является использование адаптивного управлений генерирующими модулями электросетей. Такие генерирующие модули смогут в перспективе самоприспосабливаться к изменяющимся режимам работы с целью поддержания заданного качества и надежности электроснабжения.

В статье [2] рассматривалось адаптивное управление газотурбинными установками электростанций с помощью сигнальной настройки. В настоящей статье исследуется адаптивное управление с параметрической настройкой [4].

### Системы адаптивного управления

Можно выделить несколько вариантов построения систем адаптивного управления [1].

Адаптивные системы [10] управления с идентификатором (АСИ) – новый класс систем управления, появление которых вызвано необходимостью управлять нестационарными объектами и объектами, передаточные функции которых заранее точно не известны.

Функционирование АСИ осуществляется в двух режимах: обучения и управления. Оба режима выполняются автоматически. Самообучение осуществляется в блоках идентификации. По окончании процесса обучения система автоматически переходит на режим управления, при осуществлении которого процесс оперативной идентификации автоматически продолжается, что обеспечивает отслеживание изменяющихся в процессе функционирования объекта текущих значений параметров.

Одним [3] из факторов, сужающим область применения идентификационного подхода к задачам адаптивного управления, является требование к точности выдаваемых идентификатором оценок параметров. Такие требования обычно формируются в виде выполнения условий состоятельности оценок, сходимости оценок к истинным значениям, ограниченности ошибок оценивания по какой-либо норме.

Идентификационный [5] подход к задаче синтеза регулятора называют также непрямым, в отличие от прямого подхода, когда настраивается не модель объекта, а непосредственно коэффициенты регулятора. В отличие от альтернативных схем системы с идентификатором более универсальны. Идентификатор в качестве датчика параметрических возмущений может применяться для решения ряда важных задач обслуживания систем управления, например для диагностики медленных параметрических отказов.

### Математическое описание применяемого метода

Если разработать разностную схему для численного интегрирования, то реализация данного беспоискового алгоритма идентификации с адаптивной моделью (БАИАМ) в программном виде, как легко видеть, требует вычислительной производительности лишь в полтора-два раза большей той, которая необходима для моделирования идентифицируемого объекта в реальном времени. Однако здесь требуется высокая степень непосредственной наблюдаемости объекта (измерение $x$, $u$, измерение или вычисление $\dot{x}$).

Настройка параметров регулятора соответствует следующему уравнению [10]:

$$\dot{\boldsymbol{\delta}} = -\,\mathbf{B}^{\mathrm{T}}\,\mathbf{P}\Delta\mathbf{x}\mathbf{v}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\Gamma};\ \boldsymbol{\Gamma} = \mathrm{diag}\{\gamma_1,\ldots,\gamma_{n+m}\};$$

$$\gamma_i > 0; \qquad (1)$$

где $\mathbf{v}$ – расширенный вектор состояния, $\boldsymbol{\delta}$ – матрица настраиваемых параметров [10].

### Исследование и сравнительный анализ

Проведем сравнительный анализ выбранного метода с помощью математического моделирования. Рассмотрим отдельный генерирующий модуль, состоящий из электрической нагрузки, ГТУ, синхронного генератора (СГ).

Адаптивное управление происходит по формуле (14).

Синхронный генератор и электрическая нагрузка моделируются с помощью полных уравнений Парка-Горева с учетом демпферных токов при общепринятых допущениях [6]. ГТУ моделируется с помощью следующих уравнений с учетом нелинейных зависимостей между переменными. В операторной форме уравнения СГ имеют вид

$$\begin{aligned} U_d &= -p\psi_d - \psi_q p\gamma - I_d r;\\ U_d &= \psi_d p\gamma - p\psi_q - I_q r;\\ U_0 &= -p\psi_0 - I_0 r_0,\\ U_f &= p\psi_d + I_f r_f;\\ 0 &= p\psi_d + I_d r;\\ 0 &= p\psi_q + I_q r. \end{aligned} \qquad (2)$$

### Моделирование при нагрузке в 3 МВт

В начале модельного эксперимента достигается режим холостого хода, и момент времени 5 с подается нагрузка на СГ в виде

активной мощности (Р) равной 3 МВт, т.е. 50 % от номинального значения, время моделирования равняется 20 секундам.

Регулятор частоты вращения свободной турбины

$$W_{\text{СТ}}(\text{p}) = k_{\text{П}} \frac{k_i + k_f \text{p}}{k_i + \text{p}}, \quad (3)$$

передаточная функция дозатора газа:

$$W_G(\text{p}) = \frac{1 + T_{\text{Д}}\text{p}}{\text{p}} k_{\text{Д}}. \quad (4)$$

В первую очередь рассмотрим алгоритм настройки линейной модели в процессе управления. В [8] он рассмотрен для линейного объекта и линейной модели, имеющих в пространствах состояний следующий вид:

$$\dot{x} = Ax + Bu, y = Cx, \quad (5)$$

$$\dot{x}^{\text{M}} = A^{\text{M}} x^{\text{M}} + B^{\text{M}} u, \quad (6)$$

где вектор $x$ представлен в следующем виде: $x_1 = n_{\text{СТ}}$, $x_2 = n_{\text{ТК}}$, $x_3$ – выход интегратора регулятора дозатора газа, $x_4$ – выход интегратора регулятора $n_{\text{СТ}}$.

Алгоритм настройки будет иметь следующий вид:

$$\dot{A}^{\text{M}} = \Delta z (K * x)^{\text{T}}, \dot{B}^{\text{M}} = \Delta z (D * u)^{\text{T}}, \quad (7)$$

$$\Delta z = \Delta \dot{x} - A^{\text{M}} \Delta x = \Delta A x + B u, \quad (8)$$

$$\Delta x = x - x^{\text{M}}, \Delta A = A - A^{\text{M}}, \Delta B = \Delta B + B^{\text{M}}, \quad (9)$$

где $K$, $D$ – положительно-определенные диагональные матрицы заданных постоянных коэффициентов. Все векторы $x$, $x^{\text{M}}$, $u$, $\dot{x}$, $\dot{x}^{\text{M}}$ считаются непосредственно наблюдательными (измеряемыми). Устойчивость процесса идентификации обеспечивается благодаря функции Ляпунова.

После моделирования были получены следующие результаты. На рис. 1 изображена активная мощность, на 2 напряжение, на рис. 3 приведен график расхода топлива необходимого для ГТУ, на 4 частота вращения свободной турбины и на рис. 5 частота вращения турбокомпресссора.

Расчет напряжения производился по формуле

$$U = \frac{\left(\sqrt{(U_d^{\,2} + U_q^{\,2})}\right)}{\sqrt{2}}. \quad (10)$$

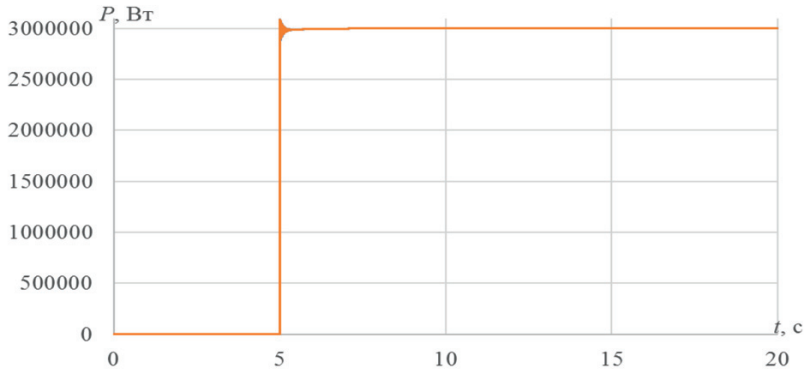



*Рис. 1. Активная мощность, подаваемая на СГ*

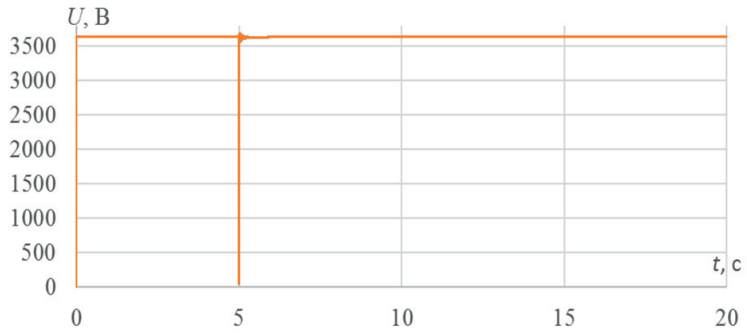



*Рис. 2. Напряжение*

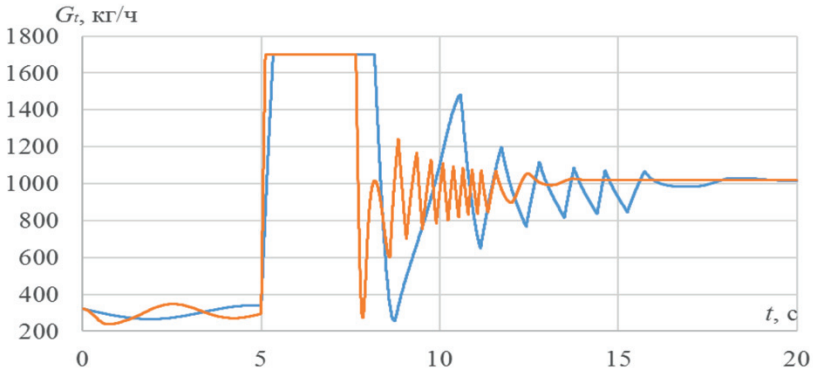



*Рис. 3. Расход топлива ГТУ. – без адаптации, – с адаптацией*

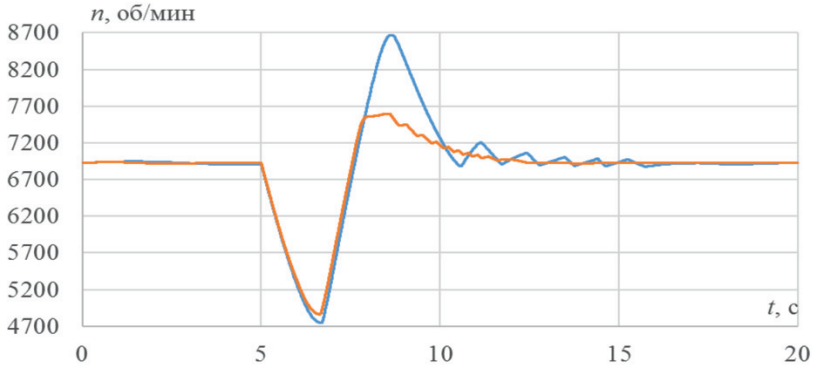



*Рис. 4. Частота вращения свободной турбины. – без адаптации, – с адаптацией*

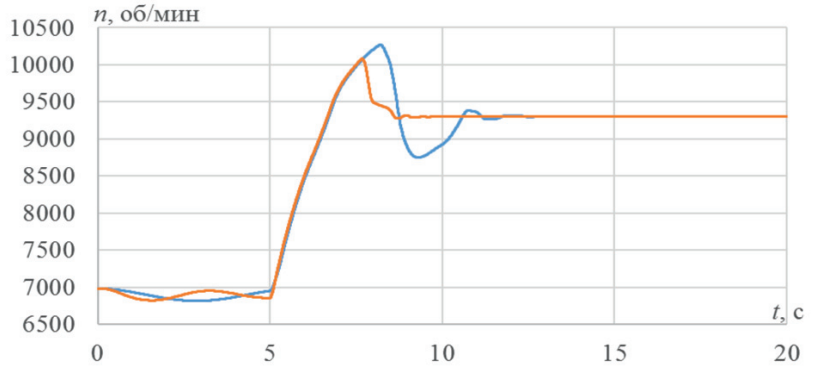



*Рис. 5. Частота вращения турбокомпресссора. – без адаптации, – с адаптацией*

В ходе моделирования нагрузки в 50% от номинального значения не было выявлено влияние введения адаптивного регулятора на характер напряжения.

**Заключение**

Проанализировав результаты моделирования, видим что качество генерируемой электроэнергии по частоте стало лучше. Частота вращения свободной турбины непосредственно преобразуется в частоту тока электрогенератора. Показатели регулирования частоты вращения свободной турбины ГТУ улучшились, а именно время переходного процесса на 36%, с первоначальных 11 секунд до 7 секунд. Отклонение по ча-

стоте при первом колебании с адаптацией меньше на 3 %, а при втором колебании уже на 71 %. Также положительным результатом является уменьшение расхода топлива, время переходного процесса улучшилось на 38 % (с 8 до 13 секунд). Конечно, отклонение по частоте при первом колебании с адаптацией не изменилось, но уже при втором колебании уже на 71 %.

## Список литературы

1. Адаптивное управление. Википедия, свободная энциклопедия. https://ru.wikipedia.org/wiki/Адаптивное_управление/ (30.04.2016).

2. Бахирев И.А., Басаргин Ш.Д., Кавалеров Б.В. Адаптивное управление газотурбинной установкой с эталлонной моделью и сигнальной настройкой // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – Т. 60, № 2. – С. 71–76.

3. Боронников А. М. Способы реализации адаптивной системы управления с идентификатором и эталонной моделью // XII Всероссийское совещание по проблемам управления. – 2014.

4. Борцов Ю.А., Поляхов Н.Д., Путов В.В. Электромеханические системы с адаптивным и модельным управлением. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1984. – 216 с.

5. Бунич А.Л. Системы управления с идентификатором. Ч. I // Проблемы управления. – 2005.

6. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высш. шк., 1985. – 536 с.

7. Дорофеев В.В., Макаров А.А. Активно- адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России // Энергоэксперт. – 2009. – № 4 (15).

8. Красовский А.А. Справочник по теории автоматического управления. изд. Наука – 1987. – 711 с.

9. Критерии качества электроэнергии (2016): http://www.tdm.ru/solutions/Problems/Problems.php/ (29.04.2016).

10. Райбман Н.С., Чадеев В.М. О концепции адаптивных систем управления с идентификатором, Автомат. и телемех. – 1982. – № 3. – С. 54–60.

11. European SmartGrids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.

12. Hongwei Li, Member, Rongxing Lu, Member, Liang Zhou, Member, Bo Yang, Member, Xuemin (Sherman) Shen. An Efficient MerkleTree-Based Authentication Scheme for Smart Grid//Systems Journal, IEEE. – 2014. – № 8. – P. 655–663.

## References

1. Adaptivnoe upravlenie. Vikipedija, svobodnaja jenciklopedija. https://ru.wikipedia.org/wiki/Adaptivnoe_upravlenie/ (30.04.2016).

2. Bahirev I.A., Basargin Sh.D., Kavalerov B.V. Adaptivnoe upravlenie gazoturbinnoj ustanovkoj s jetallonnoj modelju i signalnoj nastrojkoj // Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii. 2015. T. 60, no. 2. pp. 71–76.

3. Boronnikov A. M. Sposoby realizacii adaptivnoj sistemy upravlenija s identifikatorom i jetalonnoj modelju // XII Vserossijskoe soveshhanie po problemam upravlenija. 2014.

4. Borcov Ju.A., Poljahov N.D., Putov V.V. Jelektromehanicheskie sistemy s adaptivnym i modelnym upravleniem. L.: Jenergoatomizdat. Leningr. otdelenie, 1984. 216 p.

5. Bunich A.L. Sistemy upravlenija s identifikatorom. Ch. I // Problemy upravlenija. 2005.

6. Venikov V.A. Perehodnye jelektromehanicheskie processy v jelektricheskih sistemah. M.: Vyssh. shk., 1985. 536 p.

7. Dorofeev V.V., Makarov A.A. Aktivno- adaptivnaja set novoe kachestvo EJeS Rossii // Jenergojekspert. 2009. no. 4 (15).

8. Krasovskij A.A. Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravlenija. izd. Nauka 1987. 711 s.

9. Kriterii kachestva jelektrojenergii (2016): http://www.tdm.ru/solutions/Problems/Problems.php/ (29.04.2016).

10. Rajbman N.S., Chadeev V.M. O koncepcii adaptivnyh sistem upravlenija s identifikatorom, Avtomat. i te- lemeh. 1982. no. 3. pp. 54–60.

11. European SmartGrids Technology Platform. Vision and Strategy for Europes Electricity Networks of the Future. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.

12. Hongwei Li, Member, Rongxing Lu, Member, Liang Zhou, Member, Bo Yang, Member, Xuemin (Sherman) Shen. An Efficient MerkleTree-Based Authentication Scheme for Smart Grid//Systems Journal, IEEE. 2014. no. 8. pp. 655–663.

УДК 544.77

# РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

**Кондратьев А.С., Нья Т.Л., Швыдько П.П.**

*Московский политехнический университет, Москва, e-mail: ask41@mail.ru*

Показано, что разброс опытных данных по величине коэффициента гидравлического сопротивления связан с использованием в качестве характерного размера эквивалентного диаметра частиц по объему, вместо эквивалентного гидродинамического диаметра, определяемого по площади боковой поверхности частицы и её миделевому сечению. Для учета влияния несферичности частиц на величину коэффициента гидравлического сопротивления вводится динамический коэффициент формы частицы, для определения которого, при различных режимах обтекания, используются три различные эмпирические зависимости. На основе анализа опытных данных и известных эмпирических зависимостей предложена единая обобщенная формула расчета коэффициента гидравлического сопротивления при свободном движении частиц произвольной формы в процессе осаждения и при гидротранспортировании в виде взвеси. Полученная зависимость позволяет рассчитать коэффициент сопротивления сферы и частиц произвольной формы при ламинарном, переходном и турбулентном режимах обтекания твердых частиц.

**Ключевые слова: коэффициент гидравлического сопротивления, монодисперсные частицы произвольной формы**

# CALCULATION HYDRAULIC DRAG COEFFICIENT OF FREE-FORM SOLID PARTICLES

**Kondratev A.S., Nha T.L., Shvydko P.P.**

*Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: ask41@mail.ru*

It is shown that the scatter of experimental data on the value of the hydraulic drag coefficient is associated with using as the characteristic size of equivalent diameter of particles in the volume, instead of the equivalent hydrodynamic diameter determined by the area of the lateral surface of a particle and its mid-section. To account for the effect of non-sphericity particles on the value of the hydraulic drag coefficient is entered, the dynamic shape factor of particles, for determining which, under different flow regimes using three different empirical relationships. Based on the analysis of the experimental data and the known empirical dependencies proposed unified generalized formula for calculating the hydraulic drag coefficient when the free motion of free-form particles in the process of deposition and while hydrotransportation in the form of suspension. The obtained dependence allows to calculate the drag coefficient of a sphere and free-form for laminar, transitional and turbulent flow regimes streamline of solid particles.

**Keywords: hydraulic drag coefficient, free-form of monodisperse particles**

Расчет коэффициента сопротивления при осаждении монодисперсных твердых частиц произвольной формы периодически обсуждается в современной научно-технической литературе см., например [4÷6, 11, 12]. Как правило, исходными для последующего анализа являются классические опытные данные по коэффициенту гидравлического сопротивления сферической частицы и цилиндра, приведенные, например, в [10].

В работе [5] отмечается, что согласно существующей классификации [8] частицы различной формы разделяются на три основных класса.

1. Частицы, у которых все три измерения имеют примерно одинаковую величину (сферы, правильные многогранники и т.п.).

2. Частицы, имеющие в двух измерениях значительно большую протяженность, чем в третьем (диски, чешуйки и т.п.).

3. Частицы протяженные в одном направлении и имеющие сравнительно небольшие размеры в двух других (призмы, иглы, волокна и т.п.).

При этом в [5] под эквивалентным (эффективным) диаметром частицы понимается диаметр сферической частицы, которая также взаимодействует с окружающей средой, как и рассматриваемая частица [7]. Уточним, что под понятием одинакового взаимодействия могут пониматься различные процессы. Например, в гидромеханике осаждения это скорость осаждения твердой частицы. При наличии процесса химического реагирования материала частиц с компонентами несущей среды одинаковое взаимодействие это масса прореагировавшего вещества, которая связана со временем пребывания частиц в реакторе и реакционной поверхностью частиц. Поэтому понятие эффективного (эквивалентного) диаметра частицы произвольной формы определяется результатом конкретных процессов её взаимодействия с окружающей средой, а не только её формой.

Для учета влияния формы частицы на её гидравлическое сопротивление используется так называемый фактор (коэффици-

ент) формы частицы ψ, который определяется как отношение поверхности сферы ($S_s$) к поверхности частицы ($S_p$) того объема ($V_s = V_p$), по формуле Ваделла [8, 9]:

$$\psi = S_s / S_p = \left(d_v / d_s\right)^2$$

(при условии, что $V_s = V_p$), (1)

где $V_s$ и $V_p$ – объем сферы и частицы, соответственно; $d_v$ – диаметр сферы, имеющий тот же объем, что и частица; $d_s$ – диаметр сферы, имеющий туже боковую поверхность, что и поверхность частицы равного объема.

В иностранной литературе используется приведенное определение фактора формы частицы ψ. Величина обратная фактору формы $\varphi = 1/\psi$ называется коэффициентом несферичности или угловатости. В отечественной литературе (см., например, [6]) иногда под понятием коэффициента формы или коэффициента несферичности частицы понимается обратная величина $\xi = 1/\psi$.

Поскольку при фиксированном объеме шар имеет минимальную поверхность, то величина $\psi \le 1$. При расчете эквивалентных диаметров, приведенных в табл. 1, предполагалось, что объем куба равен 1 единице объема; у параллелепипедов указано отношение ребер; у конуса диаметр основания равен высоте; у усеченного конуса диаметр нижнего основания равен 2 (единицам длины), а высота и диаметр верхнего основания равны 1 (единице); у прямоугольной пирамиды высотой 1 в основании квадрат со стороной 1; и усеченной прямоугольной пирамиды высотой 1 в основании квадрат со стороной 1, а в верхнем основании квадрат со стороной 0,5; у треугольной пирамиды высотой 1 в основании правильный треугольник со стороной 1; у усеченной треугольной пирамиды высотой 1 в основаниях правильные треугольники со сторонами 1 и 0,5 [5].

В табл. 1 приведены значения эквивалентных диаметров для частиц простой геометрической формы [5], дополненные расчетной величиной $d_e$.

Сила гидравлического сопротивления жидкости при обтекании частицы определяется по стандартной формуле

$$F = C_{fm} S_{pm} \left(U^2/2\right)\rho = C_{fv} \left(\pi d_v^2/4\right)\left(U^2/2\right)\rho, \quad (2)$$

где $S_{pm}$ – поперечное (миделево) сечение частицы, то есть максимальное поперечное сечение перпендикулярное относительно направления движения частицы; $C_{fm}$ – коэффициент гидравлического сопротивления, отнесенного к диаметру $d_m$; $C_{fv}$ – коэффициент гидравлического сопротивления, отнесенного к диаметру $d_v$; $U$ – скорость движения частицы; ρ – плотность жидкости.

При известном значении коэффициента гидравлического сопротивления $C_{fm}$ или $C_{fv}$ расчет скорости свободного осаждения твердых частиц проводится путем приравнивания силы гидродинамического сопротивления (2) разности силы веса частицы и силы Архимеда. В работах [5, 11, 12], по умолчанию, предполагается, что для песчинок выполняется условие $d_m = d_v$. Из данных приведенных в табл. 1, следует, что величина отношения ($d_m/d_v$), в зависимости от геометрической формы частиц, может быть как больше, так и меньше единицы. В работе [4] во всех случаях скорость осаждения рассчитывалась с использованием в выражении (2) величины $C_{fm}$. В работах [1, 5, 6] прямо указывается, что площадь наибольшего (миделевого) сечения частиц принимается равной площади сферической частиц, определенной по величине $d_v$. Для сравнительной оценки рассматриваемых методов расчета коэффициента гидравлического сопротивления вначале будем придерживаться представления, что $d_m \approx d_v$.

Рассмотрим движение несферических частиц при больших числах Рейнольдса. Как показывают опытные данные [2], в этом случае величина коэффициента гидравлического сопротивления изменяется в небольших пределах, например для тел с острой кромкой (пластины: круглая, квадратная, прямоугольная и т.п.) коэффициент гидравлического сопротивления находится в пределах 1,1÷1,3.

Поскольку большей частью форма измельченных твердых материалов весьма значительно отличается от сферической или цилиндрической, для расчета их коэффициентов гидравлического сопротивления предлагались различные эмпирические зависимости. Так в работе [11] при перекачке водо-песчаных смесей использована следующая зависимость для коэффициента гидравлического сопротивления $C_{fv}$

$$C_{fv} = \left[\left(A/\mathrm{Re}\right)^{1/n} + B^{1/n}\right]^n, \quad (3)$$

где $\mathrm{Re}_v = U d_v / \nu$ – число Рейнольдса, определенное по скорости движения (свободного осаждения) частицы $U$ и эквивалентному диаметру $d_v$ – диаметру сферической частицы, объем которой равен фактическому объему частицы произвольной формы; $\nu$ – кинематическая вязкость несущей жидкости; $A$, $B$ и $n$ – постоянные, подбираемые из условия наименьшего расхождения с опубликованными в литературе опытными данными. Результаты расчетов сравнивались также с шестью известными эмпирическими зависимостями других авторов, предложенными в 1954–1993 гг.

**Таблица 1**

Значения эквивалентных диаметров частиц

| Эффективный диаметр | | $d_v$ | $d_s$ | $d_m$ | $d_e$ | $\psi$ | $\psi_m$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Формула | | $(6V_p/\pi)^{1/3}$ | $(S_{ps}/\pi)^{1/2}$ | $(4S_{pm}/\pi)^{1/2}$ | $(2d_s + d_m)/3$ | $(d_v/d_s)^2$ | $(d_m/d_v)^2$ |
| Фигура | Шар | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Куб | 1,241 | 1,382 | 1,128 | 1,297 | 0,806 | 0,827 |
| | Параллелепипед 1×2×1 | 1,563 | 1,784 | 1,596 | 1,721 | 0,768 | 1,043 |
| | Параллелепипед 1×2×2 | 1,969 | 2,257 | 1,596 | 2,037 | 0,762 | 0,657 |
| | Конус | 0,794 | 0,899 | 1,000 | 0,933 | 0,779 | 1,586 |
| | Цилиндр | 1,145 | 1,225 | 1,000 | 1,150 | 0,874 | 0,762 |
| | Усеченный конус | 1,518 | 1,711 | 2,000 | 1,988 | 0,787 | 0,753 |
| | Прямоугольная пирамида | 0,860 | 1,015 | 1,128 | 1,053 | 0,718 | 1,706 |
| | Усеченная прямоугольная пирамида | 1,037 | 1,176 | 1,128 | 1,160 | 0,778 | 1,183 |
| | Треугольная пирамида | 0,651 | 1,598 | 0,743 | 1,313 | 0,166 | 1,303 |
| | Усеченная треугольная пирамида | 0,784 | 2,048 | 0,743 | 1,613 | 0,236 | 0,898 |

**Таблица 2**

Значения диапазона коэффициентов в (3) по данным [12]

| № п/п | Форма частицы | A | B | n |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Сфера | 21,4–30,6 | 0,36–0,40 | 2,0 |
| 2 | Произвольная (песчинки) | 24,0–34,1 | 1,0–1,50 | 1,0–1,5 |

Из приведенных в работе [11] данных следовало, что при низком значении числа $\mathrm{Re}_v$, когда вторым членом в квадратных скобках в правой части формулы (3) можно пренебречь, принято значение $A = 34$. В другом предельном случае при высоком значении числа $\mathrm{Re}_v >> 1$, когда можно пренебречь первым членом в квадратных скобках в правой части формулы (3), принято значение $B = 1$, хотя в анализируемых данных среднее значение $B = 1{,}1$. Величина показателя степени $n = 1{,}5$. Используя указанные значения эмпирических постоянных, в [11] получено следующее выражение:

$$C_{fv} = \left[\left(32/\mathrm{Re}_v\right)^{2/3} + 1\right]^{3/2}. \qquad (4)$$

В работе [4], в дополнение к эквивалентным диаметрам $d_v$, $d_s$ и $d_m$ для частиц произвольной формы, вводился эквивалентный гидродинамический диаметр частицы $d_e$

$$d_e = \left(2d_s + d_m\right)/3, \qquad (5)$$

который используется для вычисления числа Рейнольдса $\mathrm{Re}_e = Ud_e/v$. Последнее соотношение (5) обосновывается тем, что в случае сферической частицы две трети общего гидравлического сопротивления определяются силой гидравлического трения о внешнюю поверхность частицы, а одна треть определяется разностью силы давления в лобовой и в кормовой областях сферической частицы, то есть перепадом давления в плоскости медианного сечения. Во всех случаях сила сопротивления не отличалась более чем на *8%* от точных численных значений, что подтверждало приемлемость сформулированного выше подхода [4].

Для коэффициента гидравлического сопротивления используется интерполяционная зависимость [4]

$$C_{fm} = 24/\mathrm{Re}_e + 53/\left(32 + \mathrm{Re}_e\right) + 0{,}44. \qquad (6)$$

Последнее выражение при $\mathrm{Re}_e \le 2\times10^4$ согласуется с экспериментальной зависимостью для коэффициента гидравлического сопротивления шара с погрешностью менее 5% [3].

В работе [12] значения эмпирических коэффициентов $A$, $B$ и $n$, входящих в выражение (3), также подбирались путем анализа опытных данных частиц двух видов: сфер и песчинок. В табл. 2 приведен диапазон используемых значений этих величин по данным девяти опубликованных источников.

Далее использовалось выражение (3), в котором значения коэффициентов $A$, $B$ и $n$ подбирались и сравнивались с опытными данными и расчетами по эмпирическим зависимостям других авторов, опубликованными в 1993–2005 гг. По результатам такого сопоставления было получено, что зависимость (1) при $A = 32{,}2$, $B = 1{,}17$ и $n = 1{,}75$ обеспечивает лучшее соответствие с опытными данными, в сравнении с зависимостями других авторов. В окончательном виде

выражение для коэффициента гидравлического сопротивления записывается как

$$C_{fv} = \left[ (32,2/\mathrm{Re}_v)^{1/1,75} + 1,17^{1/1,75} \right]^{1,75}. \quad (7)$$

Сопоставление с опытными данными по скорости свободного осаждения песчаных частиц показало, что расхождение между расчетными и опытными значениями скорости составляет ± 25 % [12], то есть достаточно значительно.

В работе [6], при анализе влияния несферичности частиц на коэффициент гидравлического сопротивления, автор использует выражение

$$C_{fv} = \Gamma \times C_{f0v}, \quad (8)$$

где $\Gamma$ – динамический коэффициент формы, зависящий от фактора формы частицы $\psi$, а $C_{f0v}$ – зависимость коэффициента сферической частицы от числа Рейнольдса, в качестве которой используется выражение

$$C_{f0v} = \begin{cases} 24(1+0,15\mathrm{Re}_v^{0.687})/\mathrm{Re}_v & \text{при } \mathrm{Re}_v < 1000 \\ 0,44 & \text{при } 1000 < \mathrm{Re}_v < 2*10^5 \end{cases}. \quad (9)$$

Отметим, что для сферических частиц $d_m = d_v$, а значит, $C_{f0m} = C_{f0v}$.

Выполненный автором [6] анализ показал, что при небольших числах Рейнольдса величина $\Gamma$ может рассчитываться по зависимости

$$\Gamma_1(\psi) = 1 + 0,348(1/\psi - 1). \quad (10)$$

Сравнение зависимости (10) с эмпирическими зависимостями других авторов [6], показало, что в (10) не учтено влияние числа Рейнольдса. Однако приведенный разброс экспериментальных данных величин динамического коэффициента формы $0,6 \le \Gamma_1 \le 1,4$ (± 40 % от 1) при малых числах Рейнольдса $7\times10^{-7} < \mathrm{Re}_v < 7\times10^{-1}$ настолько велик, что не позволяет сделать вывод о наличии зависимости $\Gamma_1$ от числа Рейнольдса.

При достаточно больших числах Рейнольдса $\mathrm{Re}_v = 2\times10^3 \div 2\times10^5$ величина $\Gamma$ может рассчитываться по линейной зависимости

$$\Gamma_2(\psi) = (10 - 9\psi). \quad (11)$$

Эмпирические зависимости других авторов при $\mathrm{Re}_v = 10^5$ согласуются с расчетом по формуле (11) [6]. Для проведения расчета динамического коэффициента формы в переходной и квадратичной областях сопротивления, в качестве первого приближения, рекомендуется следующая совокупность соотношений. При $\mathrm{Re}_v < 0,2$ рекомендуется использовать формулу (10). При $\mathrm{Re}_v > 1162$ рекомендуется использовать формулу (11). В промежуточной области чисел Рейнольдса $0,2 \le \mathrm{Re}_v \le 1162$ рекомендуется следующая зависимость

$$\Gamma_3(\psi, \mathrm{Re}_v) = \Gamma_1(\psi) + \left[\Gamma_2(\psi) - \Gamma_1(\psi)\right]\left[(\mathrm{Re}_v - 0,2)/1162,8\right]^{0,44}. \quad (12)$$

На рис. 1 показана зависимость динамического коэффициента формы Г от числа Рейнольдса частиц песка в линейной, переходной и квадратичной областях сопротивления, рассчитанная по формуле (12). В расчетах принято, что для частиц песка $\psi = 0,813$. Здесь же нанесены опытные значения $\Gamma(\psi, \mathrm{Re}_v)$, которые приведены в работе [6]. Сравнение опытных и расчетных данных показывает, что расхождение между ними не превышает 36 %.

Покажем, что аналогичный результат может быть получен без привлечения дополнительной эмпирической зависимости (12). Используя выражение (6), в соответствии с определением динамического коэффициента формы Г по формуле (5) и привлекая выражение (10) для области малых чисел Рейнольдса и выражение (11) для области переходного и квадратичного режима сопротивления, запишем

$$\Gamma(\psi, \mathrm{Re}_v) = C_{fm}/C_{f0m}, \quad (13)$$

где

$$C_{fm} = \left\{\left[24/\mathrm{Re}_v + 53/(32 + \mathrm{Re}_v)\right]\Gamma_1(\psi) + 0,44\Gamma_2(\psi)\right\}; \quad (14)$$

$$C_{f0m} = \left\{\left[24/\mathrm{Re}_v + 53/(32 + \mathrm{Re}_v)\right] + 0,44\right\}. \quad (15)$$

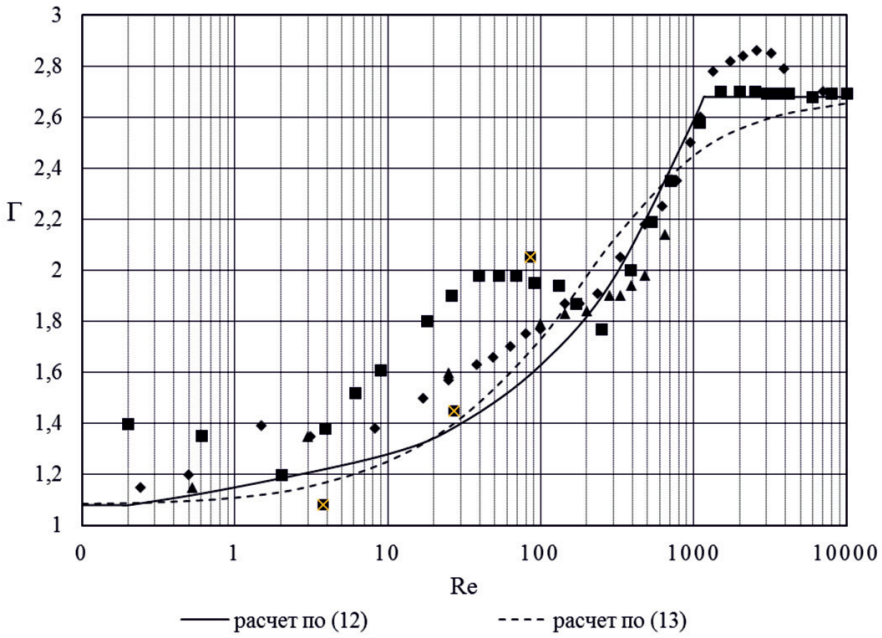



*Рис. 1. Зависимость динамического коэффициента формы от числа Рейнольдса частиц песка в переходной и квадратичной области сопротивления*

Сравнение опытных и расчетных по формуле (13) данных, представленное на рис. 1, показывает, что расхождение между ними несколько уменьшается по сравнению с расчетом по формуле (12).

Проведем сравнение значений коэффициентов гидравлического сопротивления, рассчитанных по формулам (4), (7), совокупности формул (9)÷(12) и формуле (14). Для расчетов по последним формулам необходимо задание фактора формы частицы $\psi$. Анализ, проведенный в работе [6], показал, что точное численное значение $\psi$ – достаточно неопределенная величина. Например, для зернистого (неокатанного) песка $\psi = 0{,}667$. Отметим, что то же значение $\psi$ имеется у треугольной пирамиды с определенным соотношением сторон треугольника в основании и высотой пирамиды (см. табл. 1). В других условиях, возможно связанной с особенной формой песчинок, получено, что $\psi = 0{,}521$ [6]. Последнее значение не соответствует ни одному из видов частиц рассмотренных в табл. 1. Поэтому в расчетах было приято значение $\psi = 0{,}667$.

На рис. 2 показаны четыре расчетные кривые, рассчитанные по формулам: (4) – 1, (7) – 2, (9)÷(12) – 3 и (14) – 4. Можно констатировать, что расхождения от среднего между расчетными зависимостями не превышают 10%, что представляется неплохим результатом. Первые две зависимости являются чисто эмпирическим. В методе расчета, изложенном в работе [6], используется пять эмпирических зависимостей. При расчете по формуле (14) используются три эмпирические зависимости (6), (9) и (10), причем приемлемость формулы (6) была ранее подтверждена на обширном экспериментальном материале по осаждению моно- и полидисперсных частиц несферической формы и различной плотности при свободном и стесненном осаждении с объемным содержанием твердой фазы до 0,5 [3]. Дополнительно на рис. 2 нанесена кривая, рассчитанная для частиц сферической формы по формуле (6). Из графиков видно, что зависимость (14) позволяет рассчитывать коэффициент гидравлического сопротивления как шара зависимости (14) при ($\psi = 1$), так и тел произвольной формы.

Из формулы (2) следует, что

$$C_{fv} = C_{fm}\left(d_m/d_v\right)^2. \qquad (16)$$

Для расчета величины $C_{fm}$ можно использовать выражение (14). Если предварительно исключить из рассмотрения частицы имеющие форму конуса, прямоугольной пирамиды и параллелепипеда со сторонами 1×2×2, как маловероятные, величина отношения $\left(d_m/d_v\right)^2$ по данным, приведенным в табл. 1, находится в преде-

лах $0,753 \le (d_m/d_v)^2 \le 1,303$. В этом случае практически все расчетные значения коэффициента гидравлического сопротивления, определяемые зависимостью (16), и опытные значения находятся в пределах, не превышающих 36% от среднего значения при $(d_m/d_v)^2 = 1$.

Возможно также использование зависимости подобной (14), в которой отсутствуют эмпирические зависимости для $\Gamma_1(\psi)$ и $\Gamma_2(\psi)$. Проведем расчет коэффициента гидравлического сопротивления с использованием выражений (2), (5) и (6). Конечное выражение для величины $C_{fv}$ представим в виде

$$C_{fv} = \left\{\left[24/\mathrm{Re}_e + 53/(32+\mathrm{Re}_e)\right](10-9\psi)^{1/2} + 0,44(10-9\psi)^{3/2}\right\}\psi_m . \qquad (17)$$

В соответствии с выражением (5), связь между числами Рейнольдса $\mathrm{Re}_e$ и $\mathrm{Re}_v$ определяется соотношением

$$\mathrm{Re}_e = (d_e/d_v)\mathrm{Re}_v . \qquad (18)$$

В выражении (17) множитель $\psi_m = (d_m/d_v)^2$ учитывает, что площадь миделева сечения частицы отличается от диаметра поперечного сечения шара, равного по объему частице. Как показали поверочные расчеты, поправочная функция (11), представленная в виде степенной зависимости $(10 - 9\times\psi)^n$ при различных показателях степени $n$ = 1/2 и 3/2 может использоваться в качестве поправочного коэффициента для расчета коэффициента гидравлического сопротивления как при малых числах Рейнольдса, так и при больших числах Рейнольдса соответственно.

На рис. 2 видно, что зависимость, рассчитанная по формуле (17), фактически близка к «среднему» значению, коэффициента гидравлического сопротивления, по отношению к другим зависимостям, что позволяет рекомендовать её для использования в инженерных расчетах. В расчетах использовались величины, характеризующие частицы кубической формы (см. табл. 1) $d_v$ = 1,241; $d_s$ = 1,382; $d_m$ = 1,128; $d_e$ = 1,297; $\psi$ = 0,806 и $\psi_m$ = 0,827, которые, как представляется, по геометрической форме наиболее близки к частицам песка.

Проведенный анализ показал следующее.

Причиной значительного разброса опытных данных и их значительное отличие от расчетных значений, в том числе, и эмпирических зависимостей, связано с тем, что в качестве характерного размера используется эквивалентный диаметр $d_v$.

При свободном обтекании частиц число Рейнольдса определяется величиной эффективного гидравлического диаметра $d_e$.

Учет этих факторов позволил получить новую эмпирическую зависимость (17) для расчета коэффициента гидравлического сопротивления твердых частиц произвольной формы.

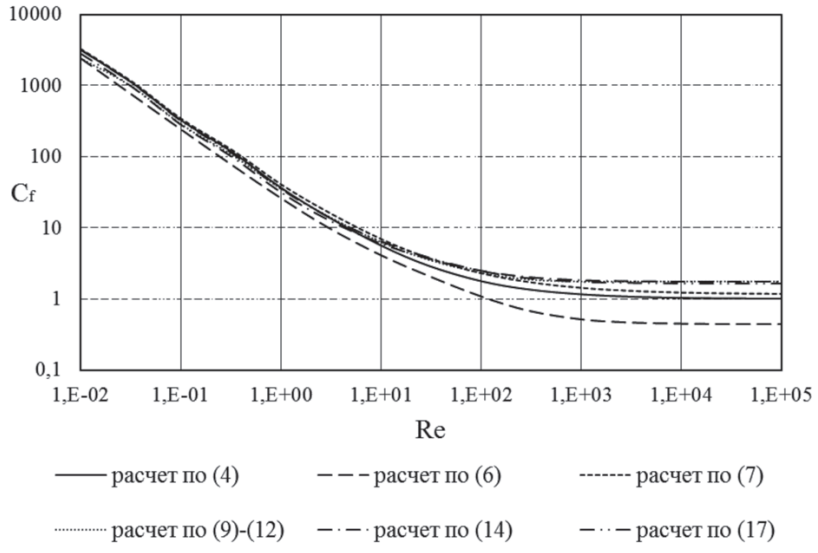



*Рис. 2. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса*

## Список литературы

1. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Примак Л.В. Осаждение части ц взвесей в воде // Механиз. строит. – 2013. – № 7 (829). – С. 44–48.

2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Под ред. М.О. Штейнберга. – М.: Маш., 1992. – 672 с.

3. Кондратьев А.С. Осаждение полимодальных твердых частиц в ньютоновских жидкостях. – М.: Спутник+, 2014. – 121 с.

4. Кондратьев А.С., Наумова Е.А. Простая приближенная формула для коэффициента сопротивления сферической частицы. Пробл. аксиомат. в гидрогаз. – М.: Век книги, 2002. – Вып. 10. – С. 39–43.

5. Масюткин Е.П., Просвирин В.И., Авдеев Б.А. Влияние формы золей на эффективность очистки дисперсных сред // Вост. – Европ. жур. перед. технол. – 2012. – Т. 5/8 (59). – С. 52–57.

6. Наумов В.А. Зависимость силы гидродинамического сопротивления твердых частиц от показателей несферичности // Вестн. науки и образ. Сев.-Зап. России. – 2015. – Т. 1, № 1. – 10 с. [интернет ресурс: http://vestnik-nauk.ru].

7. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II. (Г.М. Островский, Р.Ш. Абиев, В.М. Александров и др.; под ред. Г.М. Островского, Е.В. Иванова, Ю.П. Удалова и др. – СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – 916 с.

8. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. – М.: Мир. 1987. – 280 с.

9. Циборовский Я. Основы процессов химической технологии. – Л.: Химия. 1967. – 719 с.

10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 712 с.

11. Cheng N.S. A simplified settling velocity formula for sediment particle // J. Hydra. Engin. ASCE. – 1997. – V. 123 (2). – P. 149–152.

12. Zhiyao S., Tingting W., Fumin X., Ruijie L. A simple formula for predicting velocity of sediment particles // Wat. Scien. & Engin. – 2008. – V. 1. – № 1. – P. 37–43.

## References

1. Velikanov N.L., Naumov V.A., Primak L.V. Osazhdenie chasti c vzvesej v vode // Mehaniz. stroit. 2013. no. 7 (829). pp. 44–48.

2. Idelchik I.E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivlenijam. Pod red. M.O. Shtejnberga. M.: Mash., 1992. 672 p.

3. Kondratev A.S. Osazhdenie polimodalnyh tverdyh chastic v njutonovskih zhidkostjah. M.: Sputnik+, 2014. 121 p.

4. Kondratev A.S., Naumova E.A. Prostaja priblizhennaja formula dlja kojefficienta soprotivlenija sfericheskoj chasticy. Probl. aksiomat. v gidrogaz. M.: Vek knigi, 2002. Vyp. 10. pp. 39–43.

5. Masjutkin E.P., Prosvirin V.I., Avdeev B.A. Vlijanie formy zolej na jeffektivnost ochistki dispersnyh sred // Vost. Evrop. zhur. pered. tehnol. 2012. T. 5/8 (59). pp. 52–57.

6. Naumov V.A. Zavisimost sily gidrodinamicheskogo soprotivlenija tverdyh chastic ot pokazatelej nesferichnosti // Vestn. nauki i obraz. Sev.-Zap. Rossii. 2015. T. 1, no. 1. 10 p. [internet resurs: http://vestnik-nauk.ru].

7. Novyj spravochnik himika i tehnologa. Processy i apparaty himicheskih tehnologij. Ch. II. (G.M. Ostrovskij, R.Sh. Abiev, V.M. Aleksandrov i dr.; pod red. G.M. Ostrovskogo, E.V. Ivanova, Ju.P. Udalova i dr. SPb.: NPO «Professional», 2006. 916 p.

8. Rajst P. Ajerozoli. Vvedenie v teoriju. M.: Mir. 1987. 280 p.

9. Ciborovskij Ja. Osnovy processov himicheskoj tehnologii. L.: Himija. 1967. 719 p.

10. Shlihting G. Teorija pogranichnogo sloja. M.: Nauka, 712 p.

11. Cheng N.S. A simplified settling velocity formula for sediment particle // J. Hydra. Engin. ASCE. 1997. V. 123 (2). pp. 149–152.

12. Zhiyao S., Tingting W., Fumin X., Ruijie L. A simple formula for predicting velocity of sediment particles // Wat. Scien. & Engin. 2008. V. 1. no. 1. pp. 37–43.

УДК 691.32

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПРЕССУЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРЕССОВАННОГО ИСКУССТВЕННОГО КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

**[1]Красикова О.В., [1]Черепов В.Д., [2]Попова Д.В.**

*[1]ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола;*
*[2]ГБОУ Республики Марий Эл «Лицей информационно-вычислительных технологий «Мегатех», Йошкар-Ола, e-mail: cherepov.86@mail.ru*

В данной статье изучено влияние величины прессующего давления на технико-эксплуатационные свойства двухкомпонентного искусственного каменного материала, изготовленного на основе отсевов дробления карбонатных пород (ОДКП) Памашьяльского месторождения Республики Марий Эл. Формовочное давление принималось равным 18 МПа, 21 МПа и 24 МПа. В ходе эксперимента в исследуемый состав был введен химический модификатор KTTRON 51. Было установлено рациональное значение прессующего давления, равное 18 МПа, как для бездобавочных образцов, так и модифицированных. Экспериментально доказана эффективность введения добавки в исследуемый состав, с точки зрения формирования технико-эксплуатационных характеристик материала, в том числе коэффициента водостойкости, равного 0,63. Также, установлено положительное влияние химического модификатора на формирование прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии прессованного искусственного каменного материала на основе ОДКП Памашьяльского карьера Республики Марий Эл.

**Ключевые слова: прессующее давление, искусственный каменный материал, химический модификатор, отсевы дробления карбонатных пород, прочность при сжатии, коэффициент водостойкости, KTTRON 51**

# INVESTIGATION OF VALUE OF THE PRESSING PRESSURE UPON FORMATION OF PROPERTIES OF THE PRESSED ARTIFICIAL STONE MATERIAL BASED ON THE SCREENINGS CRUSHING OF CARBONATE ROCKS

**[1]Krasikova O.V., [1]Cherepov V.D., [2]Popova D.V.**

*[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola;*
*[2]State Budgetary General Education Institution of Republic of Mari El «Lyceum of information and computing technology «Megatech», Yoshkar-Ola, Yoshkar-Ola, e-mail: cherepov.86@mail.ru*

The article studies the effect of the value of pressure on technical and operational properties of two-component artificial stone material based on the screenings crushing of carbonate rocks (SCCR) of Pamashyalsky quarry, the Republic of Mari El. The molding pressure under study is 18 MPa, 21 MPa and 24 MPa. KTTRON 51 chemical modifier was added to composition. It has been found that 18 MPa is the best option for the pressure both for samples without KTTRON 51 and samples with it. The effect of the additive to the investigated composition was proven experimentally, showing improved technical and operational characteristics of the material, including the coefficient of water resistance which is 0.63. Also, it was found that the chemical modifier has a positive influence on the compressive strength in water-saturated state of pressed artificial stone material based on SCCR of the Pamashyalsky quarry.

**Keywords: pressing pressure, artificial stone material, chemical modifier, screenings crushing of carbonate rocks, compressive strength, coefficient of water resistance, KTTRON 51**

Применение местного минерального сырья в производстве современных строительных материалов является эффективным решением с позиции снижения себестоимости продукции за счет уменьшения транспортных расходов.

По информации, приведенной в научно-технической литературе [12] Республика Марий Эл обладает большими запасами минерального сырья, значительную долю в которых занимают карбонатные породы. На сегодняшний день по данным, представленным Марийским филиалом ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Приволжскому федеральному округу» [3–10], в Республике Марий Эл функционируют восемь карьеров по производству карбонатного щебня. Общие объемы запасов рассматриваемого вида минерального сырья составляют 103280 тыс. м$^3$. Наиболее крупными и активно разрабатываемыми месторождениями являются Чукшинское и Памашьяльское, общие запасы которых составляют 38860 тыс. м$^3$ и 30913 тыс. м$^3$ соответственно. Важнейшей отличительной чертой карбонатных пород месторождений Республики Марий Эл, сдерживающей их полномасштабное

применение при производстве строительных материалов различного функционального назначения, является их высокая неоднородность по физико-механическим характеристикам и минералогическому составу. Сводная информация, характеризующая сырье, разрабатываемое на территории Республики Марий Эл, составленная по официальным документам Марийского филиала ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Приволжскому федеральному округу» [3–10], представлена в табл. 1.

Неоднородность свойств сырья в пределах одного месторождения является характерным показателем карбонатных пород: в природе различные виды карбонатных пород и их переходные формы очень часто присутствуют в пределах одного карьера.

При этом в контексте неоднородности свойств и состава сырья наиболее существенной проблемой, препятствующей реализации комплексного подхода к использованию карбонатных пород Республики Марий Эл, является неполная проработка вопроса утилизации основного вида отхода, образующегося при разработке рассматриваемого вида минеральных ресурсов – отсевов дробления, объем образования которых может достигать значения до 40 % от объема разрабатываемых пород.

Актуальность данной проблемы обусловлена прямым ее отношением к концепции рационального природопользования, определенной одним из приоритетных направлений развития науки, технологии и техники в соответствии с Указом Президента России № 899 от 07.07.2011.

**Таблица 1**

Основные свойства карбонатных пород Республики Марий Эл

| Сравнительная таблица по физико-механическим свойствам | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | объемная масса | водопоглощение | плотность | пористость | естественная влажность | число пластичности | лещадность | дробимость в цилиндре | износ в полочном барабане | коэф. морозостойкости | коэф. размягчения | предел прочности при сжатии в возд.-сух. сост. | предел прочности при сжатии в водонасыщ. сост. | предел прочности при сжатии | сопротивление удару | потери в массе 15 | потери в массе 20 | потери в массе 25 | истираемость | коэф. разрыхления | предел прочности при раскалывании |
| Ировское | – * | 6,9 | 2,27 | 12,1 | – * | – * | – * | 25,89 | – * | 0,74 | 0,87 | 1267,5 | 1199,75 | 815 | - * | - * | - * | 2,69 | – * | – * | – * |
| Коркатовское | – * | 7,6 | 2,33 | – * | 7,45 | 3,05 | 28,15 | 29,66 | 44,9 | – * | – * | 695,5 | 714,5 | 622,5 | | 8,8 | – * | – * | – * | – * | – * |
| Памашьяльское | 2,31 | 7,53 | 2,17 | 17,38 | – * | – * | 15,15 | 25,63 | 38,73 | – * | 0,81 | 481,75 | 555,25 | – * | – * | – * | – * | 8,95 | – * | – * | – * |
| Чукшинское-I | – * | 7,35 | 2,17 | 19,38 | – * | – * | – * | 33,18 | – * | 0,77 | 0,8 | – * | – * | 401,38 | – * | – * | – * | – * | – * | 1,49 | 15,5 |
| Чодраяльское | 2 | 7,9 | – * | 20,05 | – * | – * | – * | 24,3 | – * | – * | 0,73 | 504 | 385,75 | | 32,95 | 14,45 | 19,1 | 0,15 | 33,1 | – * | – * |
| Юрдурское | 2,1 | 9,65 | – * | 22,675 | 5,75 | – * | 15 | 24,1 | 47,05 | – * | 0,675 | 504,5 | 458 | 336 | – * | – * | – * | – * | – * | – * | – * |

Примечание. * Не выявлено в ходе анализа указанных научно-технических сведений.

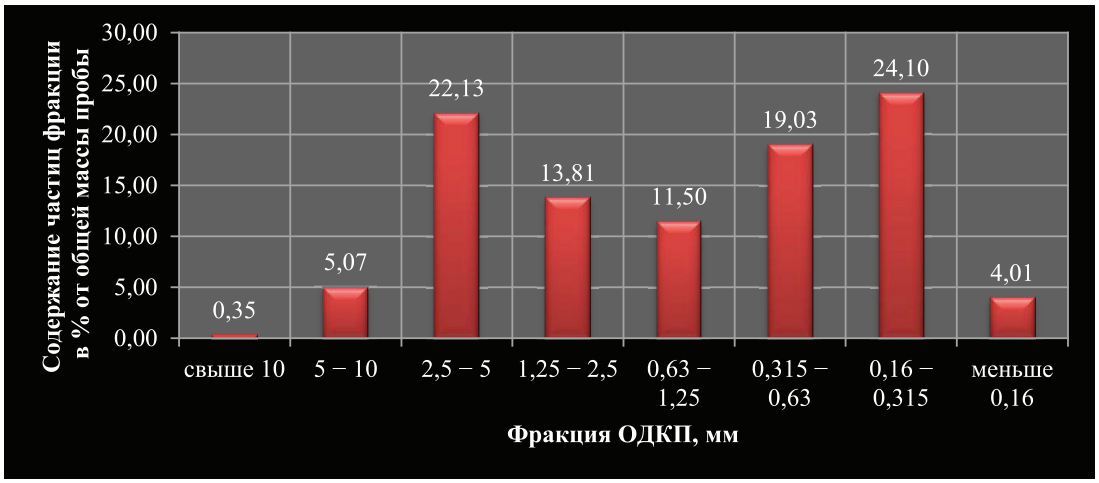



*Рис. 1. Гранулометрический состав ОДКП Памашьяльского карьера РМЭ*

Кроме того, не менее важной составляющей актуальности настоящей проблемы является фактор потенциальной экологической угрозы многолетних скоплений – отвалов ОДКП, занимающих значительные площади земель, выражающийся в увеличении пылевой нагрузки на окружающую среду [13] и избыточном известковании почв в районах расположения карьеров, в том числе на территориях сельскохозяйственного назначения. На сегодняшний день существует незначительное количество вариантов использования ОДКП в сельском хозяйстве, в частности для известкования кислых почв. При этом объемы их использования в данном направлении крайне малы и не решают задачу ликвидации уже существующих накоплений.

В последние годы в научной литературе появились исследования, направленные на выявление возможностей применения карбонатных пород при производстве мелкоштучного стенового строительного материала, с использованием методов химической и механохимической активации [1, 2, 14, 15]. Ряд исследований [1, 2, 15] посвящен проблемам утилизации ОДКП Коркатовского карьера Республики Марий Эл. Однако в контексте существенной неоднородности свойств и состава карбонатных пород различных месторождений поиск решений, в том числе более экономически эффективных, включающих разработку рецептурно-технологических параметров изготовления искусственного каменного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород других месторождений региона, не утратил своей значимости.

Цель настоящего исследования состояла в анализе зависимости прочностных характеристик малоцементного модифицированного каменного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород от величины прессующего давления.

Исследовано влияние величины прессующего давления на формирование технико-эксплуатационных свойств прессованного искусственного каменного материала, изготавливаемого на основе отсевов дробления карбонатных пород Памашьяльского карьера Республики Марий Эл, в присутствии химического модификатора KTTRON 51.

В качестве вяжущего был использован портландцемент ЦЕМ 1 42,5 (ПЦ М500). Содержание цемента во всех составах составляло 10 % от массы сухих компонентов. В качестве заполнителя применялись отсевы дробления карбонатных пород Памашьяльского карьера Республики Марий Эл.

Результаты исследования гранулометрического состава применяемых ОДКП в виде диаграммы отражены на рис. 1.

Гранулометрический состав рассматриваемых ОДКП перед проведением экспериментальных исследований подвергался корректировке, состоящей в удалении фракций 10–20 мм. Результаты исследования фазового состава, применяемого в исследованиях ОДКП, представлены в табл. 2.

В результате определения условной эффективной активности естественных радионуклидов отсевов дробления карбонатных пород Памашьяльского карьера было установлено, что рассматриваемые ОДКП соответствуют 1 классу строительных материалов ($А_{эфф}$ не превышает 370 Бк/кг), согласно п. 5.3.4 [11]. Таким образом, ОДКП, применяемые для изготовления прессованного искусственного каменного материала, являются экологически чистыми.

**Таблица 2**

Фазовый состав ОДКП Памашьяльского карьера

| Наименование месторождения | Фазовый состав, % мас. |
|---|---|
| Памашьяльское | Кальцит – 81, доломит – 12, глинистые минералы – 5, полевые шпаты – 1, кварц – 1 |

**Таблица 3**

Рецептура составов сырьевой смеси

| № п/п | Содержание компонентов, % от массы сухих материалов | | | Величина прессующего давления, МПа | Содержание KTTRON 51, % от массы цемента |
|---|---|---|---|---|---|
| | Цемент | ОДКП | Вода | | |
| 1 | 10 | 90 | 7,2 | 18 | 1 |
| 2 | 10 | 90 | 7,2 | 21 | 1 |
| 3 | 10 | 90 | 7,2 | 24 | 1 |
| 4 | 10 | 90 | 7,2 | 18 | 0 |
| 5 | 10 | 90 | 7,2 | 21 | 0 |
| 6 | 10 | 90 | 7,2 | 24 | 0 |

Примечание. Из представленных составов прессованием изготавливались образцы – цилиндры диаметром 70 мм и высотой 70 мм.

**Таблица 4**

Результаты экспериментальных исследований

| Величина прессующего давления, МПа | Rсж. образцов, твердеющих в нормальных условиях, МПа | | Rсж. образцов в сухом состоянии, МПа | | Rсж. образцов в водонасыщенном состоянии, МПа | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Модифицированных добавкой KT TRON 51 | Контрольных образцов | Модифицированных добавкой KT TRON 51 | Контрольных образцов | Модифицированных добавкой KT TRON 51 | Контрольных образцов | Твердевших в водной среде |
| 18 | 18,43 | 18,34 | 29,12 | 29,38 | 17,05 | 14,29 | 17,67 |
| 21 | 19,09 | 19,21 | 30,03 | 30,15 | 18,05 | 15,67 | 18,91 |
| 24 | 21,02 | 21,84 | 30,21 | 30,78 | 20,11 | 18,48 | 20,87 |

Влажность подбиралась исходя из удобоформируемости смеси и во всех составах принималась равной 7,2% от массы сухих материалов.

Количество вводимого модификатора во всех составах принималось одинаковым и составляло 1% от массы цемента. Выбор уровня содержания добавки KTTRON 51 соответствовал минимальной границе диапазона применения данного модификатора, рекомендованного производителем.

В ходе проведения экспериментальных исследований оценивалась эффективность введения химического модификатора KTTRON 51 в количестве 1% от массы цемента на технико-эксплуатационные характеристики прессованного искусственного каменного материала, изготавливаемого на основе ОДКП Памашьяльского карьера Республики Марий Эл в зависимости от величины прессующего давления. Значение переменного фактора принималось равным 18, 21 и 24 МПа.

Рецептурно-технологические параметры исследуемых составов представлены в табл. 3.

Кроме того, с целью проверки гипотезы о повышении эффективности введения химического модификатора KTTRON 51 при твердении образцов в водной среде, часть образцов на 5 сутки твердения в нормальных условиях была помещена в водную среду.

Результаты проведенного комплекса экспериментальных исследований представлены в табл. 4 и на рис. 2–5.

Результаты исследования формирования прочности при сжатии разрабатываемого материала в зависимости от величины прессующего давления и введения химического модификатора KTTRON 51 представлены на рис. 2.

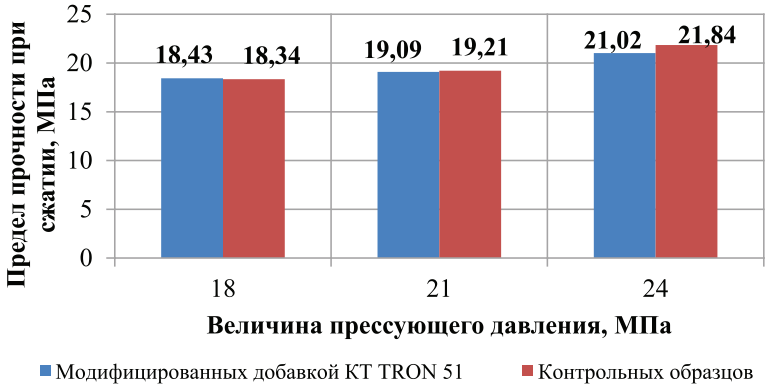



*Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии от величины прессующего давления*

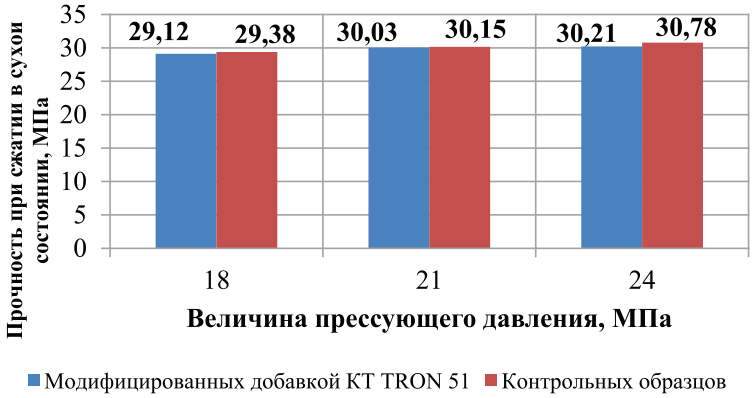



*Рис. 3. Влияние величины прессующего давления на прочность при сжатии образцов в сухом состоянии*

Анализ представленных данных показал, что при увеличении прессующего давления предел прочности при сжатии образцов, модифицированных добавкой KTTRON 51 и контрольных образцов, растет незначительно и в равных пропорциях. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что формование искусственного каменного материала при большом значении прессующего давления нецелесообразно с точки зрения энергозатрат, напрямую связанных с себестоимостью разрабатываемого материала.

Результаты исследования зависимости прочности при сжатии разрабатываемого материала в сухом состоянии от величины прессующего давления, представленные на рис. 3, показали, что в контрольных образцах и в образцах, имеющих в своем составе химический модификатор, увеличение значения прессующего давления не привело к росту исследуемого параметра.

Результаты исследования формирования прочности при сжатии малоцементного модифицированного искусственного каменного материала в водонасыщенном состоянии в зависимости от величины прессующего давления и условий твердения образцов представлены на рис. 4.

Анализ представленного графика позволяет утверждать, что увеличение прессующего давления способствует росту прочности при сжатии исследуемого материала в водонасыщенном состоянии. В частности, рост анализируемого параметра в немодифицированных (контрольных) образцах при увеличении прессующего давления с 18 МПа до 24 МПа, составил 29%. В составах, модифицированных добавкой KTTRON51, прирост прочности в водонасыщенном состоянии при изменении значения прессующего давления в исследуемом диапазоне составил 18%. Кроме того, немаловажным является факт роста анализируемого параметра модифицированных образцов по сравнению с контрольными. Так, введение в состав малоцементного искусственного каменного материала добавки KTTRON51

в количестве 1% от массы цемента способствовало увеличению прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии образцов, изготавливаемых при величине прессующего давления 18 МПа, 21 МПа, 24 МПа на 19%, 15%, 9% соответственно.

В ходе эксперимента был проведен анализ зависимости коэффициента водостойкости мелкоштучного искусственного каменного материала от величины прессующего давления.

Влияние прессующего давления на исследуемый показатель представлено на рис. 5.

Результаты, представленные на диаграмме, позволяют сделать вывод, что увеличение прессующего давления в рассматриваемом диапазоне способствует росту коэффициента водостойкости контрольных и модифицированных образцов искусственного каменного материала на 22% и 13,05% до значения 0,6 и 0,67 соответственно. Введение химического модификатора KTTRON51 в количестве 1% от массы цемента приводит к росту исследуемого параметра образцов искусственного каменного материала на основе ОДКП Памашьяльского карьера Республики Марий Эл, изготавливаемых при величине прессующего давления 18 МПа, 21 МПа, 24 МПа на 20%, 21%, 11,7% соответственно.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что наиболее рациональное значение прессующего давления с точки зрения формирования прочности при сжатии искусственного каменного материала на основе ОДКП Памашьяльского карьера РМЭ составляет 18 МПа.

2. Установлена возможность получения экологически чистого прессованного искусственного каменного материала с прочностью при сжатии до 18 МПа и коэффициентом водостойкости 0,49 из двухкомпонентных составов с содержанием цемента и ОДКП Памашьяльского карьера РМЭ 10% и 90% от массы сухих материалов соответственно, при величине влажности формовочной смеси 7,2% и величине прессующего давления 18 МПа.

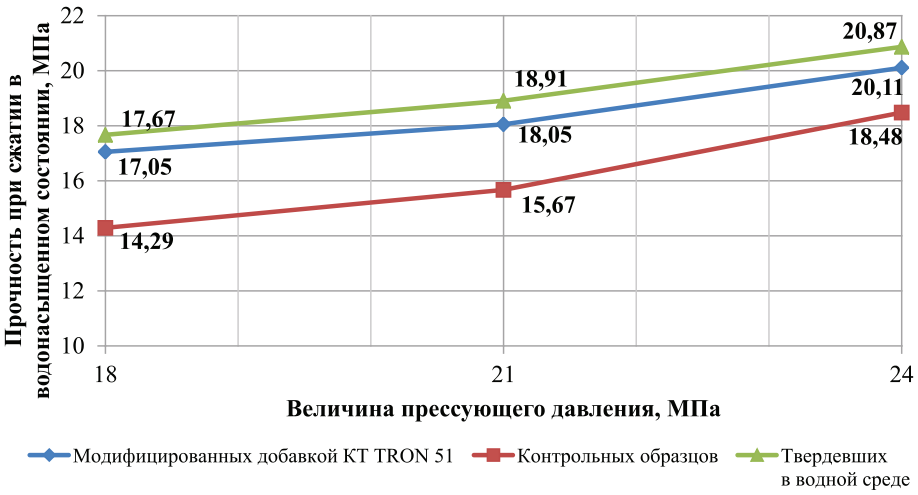



*Рис. 4. Зависимость прочности при сжатии образцов в водонасыщенном состоянии от величины прессующего давления*

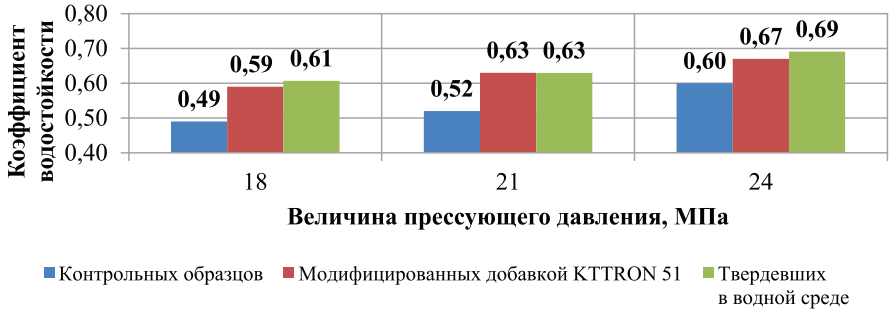



*Рис. 5. Зависимость коэффициента водостойкости от величины прессующего давления*

3. Установлено положительное влияние химического модификатора KTTRON 51 на формирование прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии прессованного искусственного каменного материала на основе ОДКП Памашьяльского карьера РМЭ.

### Список литературы

1. Кононова О.В., Черепов В.Д. Модифицированный искусственный камень на основе отсевов дробления карбонатных пород [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8295.

2. Кононова О.В., Черепов В.Д. Структурообразование искусственного камня на основе отсевов дробления карбонатных пород [Электронный ресурс] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–6. – С. 1200–1204; Режим доступа: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35038.

3. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 88-Б-00084 (месторождение Ировское), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 2013.

4. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 43 (№ 671) (месторождение Коркатовское), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1994.

5. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 36 (№ 324) (месторождение Новоторьяльское, участок Северный), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1994.

6. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 38 (месторождение Памашьяльское), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 2004.

7. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 88-Б-00076 (месторождение Ронгинское), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1997.

8. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 88-Б-00053 (№ 643-Б-22948) (месторождение Чодраяльское), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 2015.

9. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 41 (№ 17248) (месторождение Чукшинское-I), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 2011.

10. Паспорт месторождения неметаллических полезных ископаемых № 37 (№ 330) (месторождение Юрдурское), Марийский филиал ФБУ «ТФГИ по ПФО», 1994.

11. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009. – М.: Издательство стандартов, 2009. – С. 65.

12. Сычева М.Д. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Марийской АССР / Сост. М.Д. Сычева, А.И. Белянина, А.В. Гришанина. – М.: Геологический фонд РФ, 1984. – С. 127.

13. Талпа, Б.В. Новые виды минерального сырья на Юге России / Б.В. Талпа, Н.И. Бойко // Изв. вузов. Северо-Кавказский Регион. – 1995. – № 1.

14. Форопонов, К.С. Прессованный кирпич на основе мягкого мела и мелоподобных горных пород Ростовской области: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / К.С. Форопонов. – Ростов н/Д, 2010. – 212 с.

15. Черепов В.Д. Искусственный каменный материал на основе отсевов дробления карбонатных пород: Автореф. дис. канд.тех.наук. – Иваново, 2015. – 18 с.

### References

1. Kononova O.V., Cherepov V.D. Modificirovannyj iskusstvennyj kamen na osnove otsevov droblenija karbonatnyh porod [Jelektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 1; Rezhim dostupa: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8295.

2. Kononova O.V., Cherepov V.D. Strukturoobrazovanie iskusstvennogo kamnja na osnove otsevov droblenija karbonatnyh porod [Jelektronnyj resurs] // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 9–6. pp. 1200–1204; Rezhim dostupa: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35038.

3. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 88-B-00084 (mestorozhdenie Irovskoe), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 2013.

4. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 43 (no. 671) (mestorozhdenie Korkatovskoe), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 1994.

5. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 36 (no. 324) (mestorozhdenie Novotorjalskoe, uchastok Severnyj), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 1994.

6. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 38 (mestorozhdenie Pamashjalskoe), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 2004.

7. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 88-B-00076 (mestorozhdenie Ronginskoe), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 1997.

8. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 88-B-00053 (no. 643-B-22948) (mestorozhdenie Chodrajalskoe), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 2015.

9. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 41 (no. 17248) (mestorozhdenie Chukshinskoe-I), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 2011.

10. Pasport mestorozhdenija nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh no. 37 (no. 330) (mestorozhdenie Jurdurskoe), Marijskij filial FBU «TFGI po PFO», 1994.

11. Sanitarnye pravila i normy: SanPiN 2.6.1.2523–09 Normy radiacionnoj bezopasnosti NRB–99/2009. M.: Izdatelstvo standartov, 2009. pp. 65.

12. Sycheva M.D. Objasnitelnaja zapiska k obzornoj karte mestorozhdenij stroitelnyh materialov Marijskoj ASSR / Sost. M.D. Sycheva, A.I. Beljanina, A.V. Grishanina. M.: Geologicheskij fond RF, 1984. pp. 127.

13. Talpa, B.V. Novye vidy mineralnogo syrja na Juge Rossii / B.V. Talpa, N.I. Bojko // Izv. vuzov. Severo-Kavkazskij Region. 1995. no. 1.

14. Foroponov, K.S. Pressovannyj kirpich na osnove mjagkogo mela i melopodobnyh gornyh porod Rostovskoj oblasti: dis. kand. tehn. nauk: 05.23.05 / K.S. Foroponov. Rostov n/D, 2010. 212 p.

15. Cherepov V.D. Iskusstvennyj kamennyj material na osnove otsevov droblenija karbonatnyh porod: Avtoref. dis. kand. teh.nauk. Ivanovo, 2015. 18 p.

УДК 621.43.001.42

# ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИИ

**[1]Куков С.С., [1]Плаксин А.М., [1]Гриценко А.В., [1,2]Глемба К.В., [3]Карпенко А.Г., [3]Руднев В.В.**

*[1]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Челябинск, e-mail: kukov24@mail.ru;*

*[2]ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Челябинск, e-mail: glemba77@mail.ru;*

*[3]ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», Челябинск, e-mail: angr123@list.ru*

Герметичность камер сгорания является одним из важнейших ресурсных параметров технического состояния двигателя. В настоящее время заводы производители диагностических средств рекомендуют осуществлять контроль герметичности ЦПГ методом динамической компрессии. Для возможности проведения достоверных экспериментальных исследований был выбран датчик давления марки WIKAOT-01, так как он полностью соответствовал необходимым для проведения эксперимента характеристикам и точности. При проведении эксперимента площадь суммарного износа изменяется от 0,5 мм$^2$ до 1,6 мм$^2$. Обороты прокрутки коленчатого вала составляли от 100 до 300 мин$^{-1}$ с шагом 50 мин$^{-1}$. Выбор шага связан с погрешностью измерений, применяемых при контроле средств диагностирования. В результате хронометрирования операций общее время диагностирования ЦПГ двигателя безразборным методом для одного автомобиля ГАЗ составляет 36,3 чел./мин.

**Ключевые слова: двигатель, цилиндропоршневая группа, диагностирование, износ, частота вращения, давление, фаза, осциллограмма, режимы, параметры**

# DIAGNOSING CYLINDER GROUP ACCORDING TO THE RESULTS OF THE ESTIMATION OF THE COMPRESSION RATIO

**[1]Kukov S.S., [1]Plaksin A.M., [1]Gritsenko A.V., [1,2]Glemba K.V., [3]Karpenko A.G., [3]Rudnev V.V.**

*[1]South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, e-mail: kukov24@mail.ru;*

*[2]South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, e-mail: glemba77@mail.ru;*

*[3]South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: angr123@list.ru*

The tightness of the combustion chambers is one of the most important resource parameters of the technical condition of the engine. Currently, the manufacturers of diagnostic tools is recommended to control the tightness of Chu by dynamic compression. To allow for accurate experimental research, we have chosen the pressure transducer brand WIKA OT-01 because it meets the necessary for the experiment characteristics and accuracy. In the experiment the total area of wear varies from 0,5 mm$^2$ to 1,6 mm$^2$. The scrolling speed of the crankshaft is carried out from 100 to 300 min$^{-1}$ with the step of 50 min$^{-1}$. Mode selection is associated with the measurement error used in the diagnosis. The total time of diagnosing the cylinder-piston group of the engine without its disassembly for one car brand GAZ is 36,3 pers. min.

**Keywords: group of cylinder-piston, engine, diagnose, wear, the number of rotations of the crankshaft, the cylinder pressure, the phase of the valve timing, waveforms, modes, options**

По соотношению числа отказов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) цилиндропоршневая группа (ЦПГ) занимает второе место (до 20%) после топливной аппаратуры (до 45%) [3, 12]. Цилиндропоршневая группа двигателя работает в наиболее тяжелых условиях, таких как газовая среда, высокая температура, большие циклические нагрузки. При этом происходит интенсивный износ поршневых колец и поверхности тела цилиндра. Вследствие износа падает компрессия в цилиндрах, двигатель теряет мощность, хуже запускается, увеличивается расход масла и топливных материалов, ухудшаются экологические параметры. Следовательно, герметичность камер сгорания является одним из важнейших ресурсных параметров технического состояния двигателя [7, 9]. В настоящее время руководством по техническому обслуживанию двигателей легковых автомобилей, ЦПГ рекомендуют диагностировать, применяя ряд средств [4, 5, 8, 11, 15]. Точность и достоверность оценки технического состояния ЦПГ указанными приборами очень низкие. *Целью работы является повышение эффективности диагностирования ЦПГ двигателей внутреннего сгорания способом оценки динамической компрессии.*

## Теоретические исследования. Выбор диагностических параметров

Износ ЦПГ значительно влияет на максимальное давление конца сжатия и на по-

ложение коленчатого вала двигателя, при котором достигается максимальное давление (фазу максимального давления). Значительная величина изменения значений предполагает их использование в качестве диагностических параметров. На величину давления конца сжатия и фазу будут влиять также режимы: обороты прокрутки вала двигателя стартером; температура охлаждающей жидкости. При выборе диагностических параметров следует учитывать максимальную чувствительность к изменению структурных параметров, описывающих техническое состояние ЦПГ, и иметь однозначную связь с ними. Определим величину коэффициента чувствительности для давления конца сжатия и фазы максимального давления на различных режимах прокрутки. Коэффициент чувствительности диагностического параметра определяется зависимостью

$$K = \Delta P / \Delta S, \qquad (1)$$

где $\Delta P$ – изменение диагностического параметра, $\Delta S$ – изменение структурного параметра.

Адиабатный процесс, будет подчиняться уравнению состояния идеального газа Менделеева – Клапейрона [1, 2, 6, 10, 13, 14].

$$PV = \mu RT, \qquad (2)$$

где $P$ – давление, Па; $V$ – объем, мм$^3$; $\mu$ – молярная масса вещества; $R$ – газовая постоянная, Дж/кг; $T$ – температура, К.

Вычислим изменение давления в зависимости от изменения объема надпоршневого пространства:

$$P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^k, \qquad (3)$$

где $P_1$ – давление в начале такта сжатия, Па; $V_1$ – объем надпоршневого пространства в начальный момент сжатия, мм$^3$; $V_2$ – объем надпоршневого пространства в каждый последующий момент сжатия (через 2 град. поворота коленчатого вала), мм$^3$; $k$ – показатель адиабаты (для воздуха равен 1,4).

При передаче тепла стенкам цилиндра изменится и значения давления воздуха в цилиндре. Значения давления воздуха в цилиндре вычисляется по следующему уравнению [1, 6, 14]:

$$P_3 = \frac{P_2 \cdot T_3}{T_2}, \qquad (4)$$

где $P_3$ – давление в цилиндре с учетом передачи тепла стенкам цилиндра, Па; $T_2$ – температуры в камере сгорания без учета теплообмена, К; $T_3$ – температура воздуха в цилиндре при передаче тепла стенкам цилиндра, К.

Примем, что в результате утечки происходит адиабатное расширение воздуха в цилиндре на величину $\Delta V$, тогда давление в результате расширения воздуха определим по уравнению

$$P_4 = P_3 \left( \frac{V_2}{V_2 + \Delta V} \right)^k, \qquad (5)$$

где $\Delta V$ – объём воздуха, просочившийся через зазоры ЦПГ, при повороте коленчатого вала на 2 град, мм$^3$.

## Материалы и методы исследования

Для возможности проведения экспериментальных исследований необходимо выбрать датчик давления, блок питания и регистрирующую аппаратуру. Выбор датчика давления марки WIKAOT-01 обосновывается тем, что он полностью соответствует необходимым для проведения эксперимента характеристикам и точностью [8, 15]. Характеристики датчика: диапазон давления: от 0 до 16 бар; давление перегрузки: в 1,5 раза; точность: ± 0,25 %; ± 0,5 %; температура смещения нуля: 0,03 %; диапазон термокомпенсации: 0…50 °С; температура эксплуатации: от – 30 до 120 °С; источник питания: 15…30 В постоянного тока; входной сигнал 4…20 мА; подключение двухпроводное. Датчик давления необходимо питать блоком питания 20 В. Для этого специально был разработан источник питания. В качестве регистрирующего средства использовался USB-осциллограф Постоловского с программой «UsbOscilloscope» [11]. Способ установки датчика на двигателе ЗМЗ-4062 представлен на рис. 1.

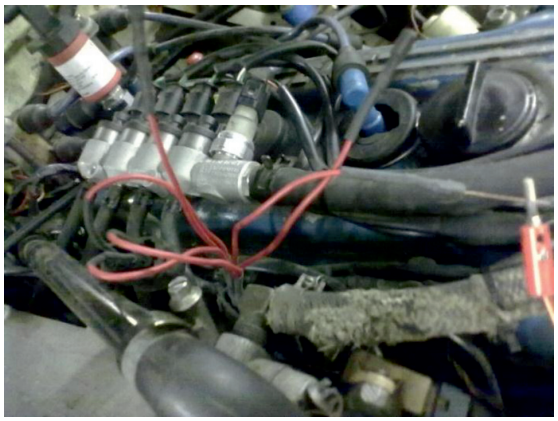


*Рис. 1. Датчик давления, вкрученный в свечное отверстие цилиндра двигателя ЗМЗ-4062*

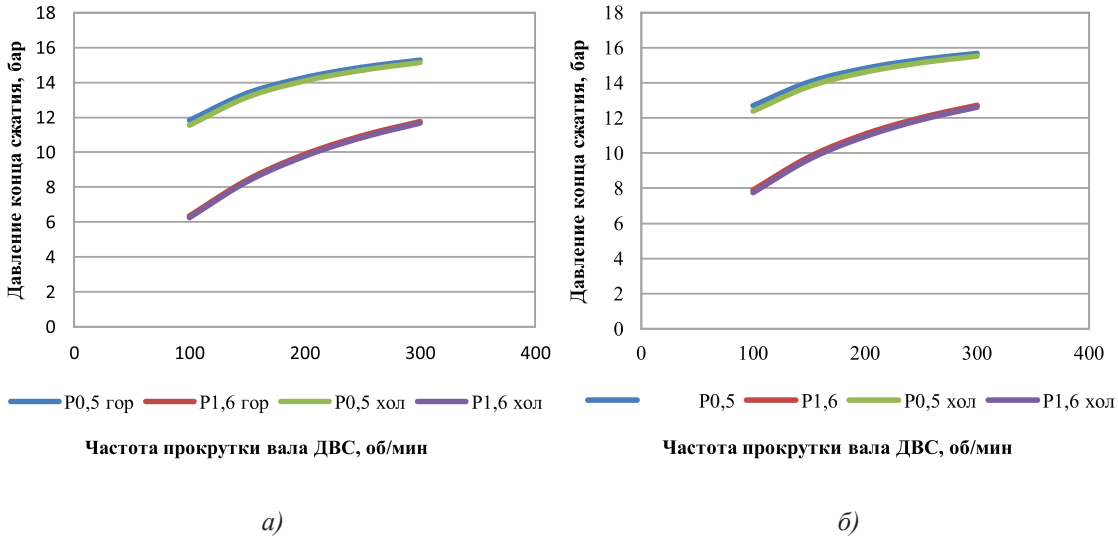
## Результаты исследования и их обсуждение

Перед вычислением коэффициента чувствительности максимального давления необходимо было подобрать цилиндры с изменением площади суммарного износа от 0,5 мм$^2$ до 1,6 мм$^2$. Для этой цели использовался эталонный микрометрический винт, который позволял определить суммарную

эквивалентную утечку цилиндров. А прибором К-69 проводилась подборка цилиндров с заданной утечкой с износом колец и гильзы. Оценка износа осуществлялась по известной методике [12]. Обороты прокрутки коленчатого вала составляли от 100 до 300 мин$^{-1}$ с шагом 50 мин$^{-1}$. Выбор шага связан с погрешностью измерений мотортестеров и осциллографов применяемых при диагностировании автомобильных двигателей. Вариация числа оборотов коленчатого вала обеспечивалась установкой реостата в цепь питания между аккумулятором и стартером, при использовании которого ограничивался ток питания стартера в режиме прокрутки. В результате экспериментальных исследований получены графики изменения величины давления для поршневых колец в холодном двигателе, имеющем температуру охлаждающей жидкости 20 °С и данные при температуре охлаждающей жидкости 90 °С (рис. 2, а). Аналогичные экспериментальные исследования проведены при износе цилиндров (рис. 2, б). Линии совпадают. Из этого следует заключение: изменение величины давления конца сжатия от температуры практически не зависит в пределах рабочих температур охлаждающей жидкости 20 °С и 90 °С и результаты имеют одинаковый характер.

Экспериментальные результаты при износе поршневых колец 1,6 мм$^2$ (рис. 2, а) для холодного и горячего двигателя также идентичны. Но при этом величина давления конца сжатия при 100 мин$^{-1}$ составляет 6,2 бар, а при 300 мин$^{-1}$ – 11,9 бар. Главным образом с ростом износа поршневых колец существенно изменяется давление конца сжатия, мало коррелируя с температурой охлаждающей жидкости.

Рассмотрим характер взаимосвязи давления конца сжатия с износом гильзы цилиндра (рис. 2, б). При износе гильзы 0,5 мм$^2$ характер зависимости для холодного двигателя и горячего также одинаков. Но при этом величина давления конца сжатия при 100 мин$^{-1}$ составляет 12,5 бар, а при 300 мин$^{-1}$ – 15,8 бар. Это несколько больше значений давления



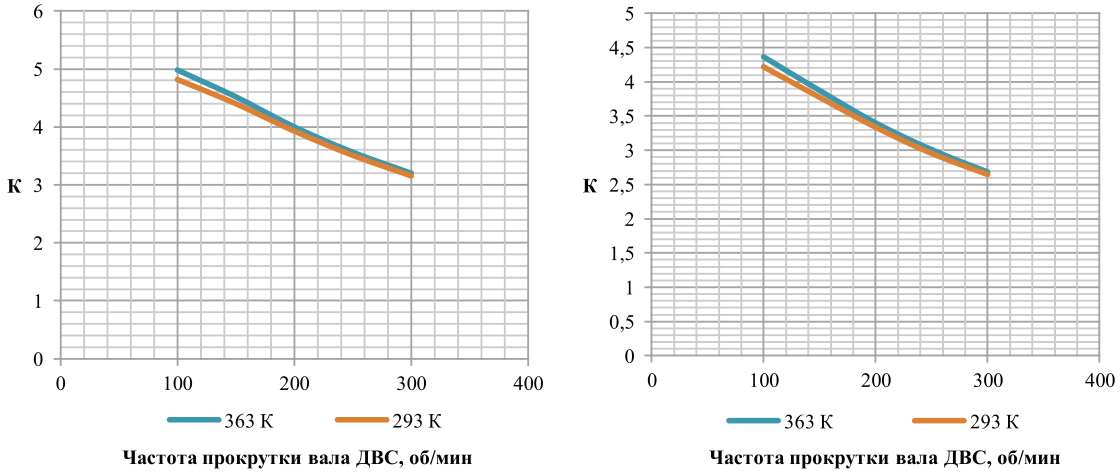

*а)* *б)*

*Рис. 2. Изменение давления конца сжатия в зависимости от износа поршневых колец (а) и гильзы (б) на различных режимах прокрутки стартером и температуре ДВС*

Как видно из рис. 2, а, б, характер изменения давления конца сжатия в зависимости от износа поршневых колец и гильзы практически идентичен. Так при изменении частоты вращения прокрутки стартером от 100 до 300 мин$^{-1}$ при износе поршневых колец 0,5 мм$^2$ (рис. 2, а) характер зависимости для холодного двигателя и горячего (температура охлаждающей жидкости 20ºС и 90 °С) практически одинаков. Величина давления конца сжатия при 100 мин$^{-1}$ составляет 11,8 бар, а при 300 мин$^{-1}$ – 15,3 бар. конца сжатия для износа колец при тех же изменениях температуры охлаждающей жидкости. При износе гильзы 1,6 мм$^2$ для холодного двигателя и горячего изменение давления также одинаково. Величина давления конца сжатия при 100 мин$^{-1}$ составляет 7,9 бар, а при 300 мин$^{-1}$ – 12,3 бар.

Общий анализ рис. 2, а и б говорит о большей динамике снижения давления конца сжатия с износом поршневых колец. Однако по максимальной амплитуде давления различить эти две неисправности фак-

тически невозможно. Следует дополнительно к этому осуществлять анализ фазовых параметров изменения давления. Но вначале посмотрим, как меняется коэффициент чувствительности давления конца сжатия от износа поршневых колец и гильзы цилиндров. Величина изменения структурного параметра $\Delta S$, вызвавшая изменение давления конца сжатия, составляет 1,1 мм$^2$. Вычислим величину изменения давления $\Delta P$ и коэффициента чувствительности для различных режимов прокрутки коленчатого вала двигателя стартером. По полученным данным построим графики зависимости коэффициента чувствительности давления конца сжатия при износе поршневых колец и цилиндров при $\Delta S = 1{,}6$ мм$^2$ при различных оборотах ДВС и температуре (рис. 3, а, б).




*а)* *б)*

*Рис. 3. Коэффициент чувствительности давления конца сжатия: при износе $\Delta S = 1{,}6$ мм$^2$ поршневых колец (а) и цилиндров (б) на различных оборотах ДВС и температуре*

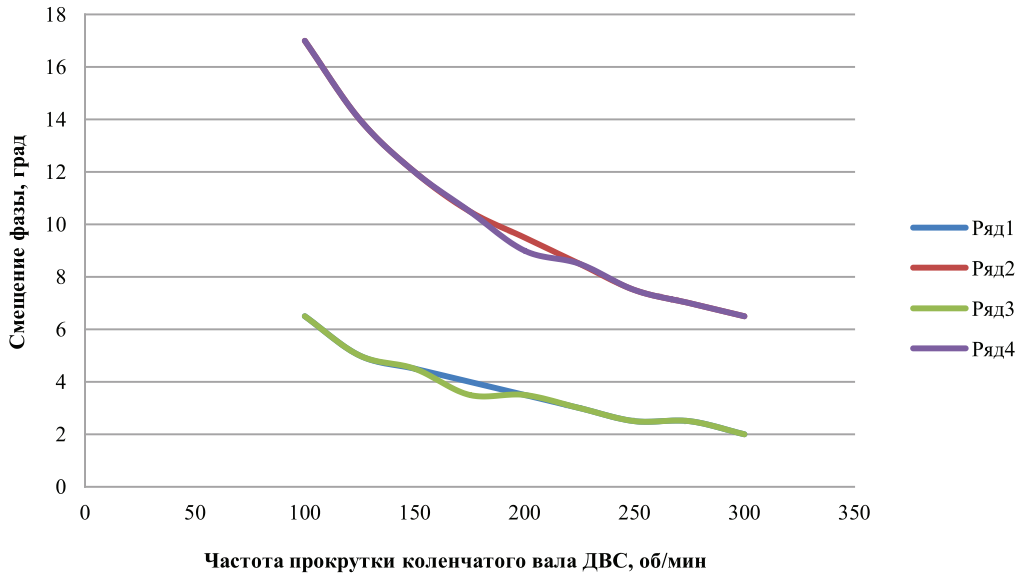



*Рис. 4. Зависимости смещения фазы в градусах: при температуре 20 и 90 °С и различном износе поршневых колец – ряд 1 и 3 смещение фазы в цилиндре с утечкой $\Delta S = 0{,}5$ мм$^2$; ряд 2 и 4 смещение фазы в цилиндре с утечкой $\Delta S = 1{,}6$ мм$^2$*

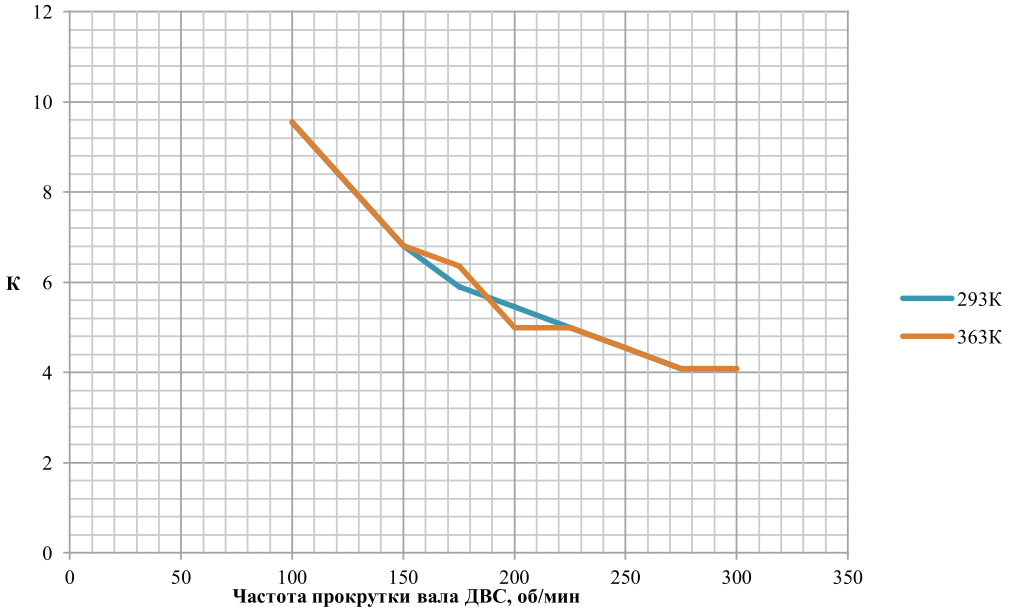



*Рис. 5. Графики зависимости значения коэффициента чувствительности давления конца сжатия для различных режимов прокрутки вала двигателя стартером*

Анализ данных по рис. 3 говорит о том, что чувствительность давления конца такта сжатия больше к износу поршневых колец. Так, коэффициент чувствительности при износе колец изменяется от 5 до 3,2 в пределах изменения частоты прокрутки от 100 до 300 мин$^{-1}$. А при износе цилиндров – от 4,4 до 2,7. Однако эти пределы изменения достаточно близки друг к другу, чтобы отличить износ кольца от гильзы.

Давление, безусловно, является одним из важнейших параметров КПД работы ДВС, который стоит учитывать, но, как оказалось, фаза более чувствительна к изменению технического состояния ЦПГ. Определим то, как будет смещаться фаза в зависимости от различных режимов диагностирования, и выберем, при каком угле прохождения поршня создается максимальное давление. Для получения более точных значений шаг контроля сократили до 25 мин$^{-1}$. В результате экспериментальных исследований получены зависимости смещения в градусах фазы максимального давления в испытуемых цилиндрах относительно ВМТ при температуре 20 и 90 °С и при различном износе поршневых колец (рис. 4).

Проведем анализ данных на рис. 4. Так при износе поршневых колец $\Delta S = 0{,}5$ мм$^2$ смещение фазы при изменении оборотов прокрутки от 100 до 300 мин$^{-1}$ лежит в пределах от 6,2 до 2 град. Однако рост износа колец до $\Delta S = 1{,}6$ мм$^2$ при тех же изменениях оборотов прокрутки составляет от 17 до 6,3 град. Как видно, температура также мало влияет на изменение величины смещения фазы. На основании выявления такой чувствительной связи можно предположить, что смещение фазы с высокой точностью будет характеризовать износ поршневых колец. Вычислим величину смещения фазы $\Delta P$ и коэффициент чувствительности для различных режимов прокрутки коленчатого вала двигателя стартером при изменении износа поршневых колец 1,6 мм$^2$. По полученным данным построим графики зависимости значения коэффициента чувствительности давления конца сжатия для различных режимов прокрутки вала двигателя стартером (рис. 5).

Анализ данных, представленных на рис. 5, показывает, что рост износа поршневых колец вызывает существенное изменение фазы. Так в пределах изменения частоты прокрутки стартером 100–300 мин$^{-1}$ коэффициент чувствительности с максимального значения 9,6 при 100 мин$^{-1}$ падает до значения 4 при 300 мин$^{-1}$. Следовательно, чем меньше частота прокрутки стартером, тем выше чувствительность диагностического признака к износу поршневых колец. Его сравнение с рис. 3 говорит о том, что коэффициент чувствительности смещения фазы по сравнению с коэффициентом чувствительности давления конца сжатия больше в два раза. Рекомендуется при проведении диагностирования ЦПГ вначале оценить давление конца сжатия в режиме прокрутки, определиться с общей тенденцией технического состояния. А после оценить смещение фазы от ВМТ цилиндра и уточнить диагноз.

Достоверная оценка технического состояния ЦПГ указанным способом позволяет избежать дорогостоящего ремонта двигателя и свести до минимума простои автомобиля при капитальном и текущем ремонте двигателя, повысить коэффициент технической готовности мобильных машин.

## Выводы

В результате хронометрирования операций процесса диагностирования общее время диагностирования ЦПГ двигателя безразборным методом для одного автомобиля ГАЗ составляет 36,3 чел./мин. За базовое средство взят пневмотестер, имеющий высокую достоверность и схожие затраты на обслуживание с нашим методом диагностирования, но не применимый на автомобилях с автоматической трансмиссией, на данный момент количество которых возросло до 50% согласно данным «Автостата». Произведены расчеты экономической эффективности разработанного способа диагностирования ЦПГ. Эффект от внедрения одного диагностического средства может составить около 40 508 руб. на один пост в год.

## Список литературы

1. Гриценко А.В. Теоретическое обоснование диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером [Текст] / А.В. Гриценко, С.С. Куков, К.В. Глемба // Пром-Инжиниринг: труды II Междун. науч.-техн. конф. – Челябинск: ЮУрГУ, 2016. – С. 114–117.

2. Дьяченко В.Г. Теория двигателей внутреннего сгорания [Текст]: учебник / В.Г. Дьяченко. – Харьков: ХНАДУ, 2009. – 340 с.

3. Иванов Р.В. Диагностирование ДВС по параметру мощности механических потерь [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук. – Волгоград, 2010. – 40 с.

4. Куков С.С. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса [Текст] / С.С. Куков, А.В. Гриценко // АПК России. – 2016. –Т. 23, № 2. – С. 400–407.

5. Куков С.С. Совершенствование процесса диагностирования цилиндропоршневой группы [Текст] / С.С. Куков, А.В. Гриценко, Д.Д. Бакайкин // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LV Междун. науч.-техн. конф. – Челябинск: ЮУрГАУ, 2016. – Ч. II. – С. 77–82.

6. Обозов А.А. Математическое имитационное моделирование рабочего процесса автомобильного ДВС в целях изучения диагностической информации [Текст] / А.А. Обозов, В.И. Таричко // Двигателестроение. – 2013. – № 2 (252). – С. 21–26.

7. Пичугин А.И. Повышение эффективности диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильных двигателей путем совершенствования методов и средств распознавания ее состояний [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2011. – 23 с.

8. Плаксин А.М. Экспериментальные исследования технического состояния цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером [Текст] / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, К.В. Глемба // Пром-Инжиниринг: труды II Междун. науч.-техн. конф. – Челябинск: ЮУрГУ, 2016. – С. 111–113.

9. Понизовский А.Ю. Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных дизелей по разности расходов воздуха на впуске и выпуске в пусковом режиме [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2010. – 111 с.

10. Расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст]: учебное пособие для вузов / А.И.Колчин, В.П. Демидов. – М.: Высш. школа, 1980. – 400 с.

11. Руководство по эксплуатации USBAutoscope III: руководство по работе с программой USB-осциллограф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.autoscaners.ru /catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf (дата обращения: 16.08.16).

12. Сазонов К.А. Диагностирование цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания пневматическим способом при низких рабочих давлениях [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск, 1997. – 22 с.

13. Сборник задач по технической термодинамике и теплопередаче [Текст] / Л.В. Дементий, А.А. Кузнецов, Ю.В. Менафова. – Краматорск: ДГМА, 2002. – 260 с.

14. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical Underpinning of Diagnosing the Cylinder Group During Motoring. Procedia Engineering. – 2016. – vol. 150. – P. 1182–1187.

15. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental Studies of Cylinder Group State During Motoring. Procedia Engineering. – 2016. – vol. 150. – P. 1188–1191.

## References

1. Gricenko A.V. Teoreticheskoe obosnovanie diagnostirovanija cilindroporshnevoj gruppy v rezhime prokrutki dvigatelja starterom [Tekst] / A.V. Gricenko, S.S. Kukov, K.V. Glemba // Prom-Inzhiniring: trudy II Mezhdun. nauch.-tehn. konf. Cheljabinsk: JuUrGU, 2016. pp. 114–117.

2. Djachenko V.G. Teorija dvigatelej vnutrennego sgoranija [Tekst]: uchebnik / V.G. Djachenko. Harkov: HNADU, 2009. 340 p.

3. Ivanov R.V. Diagnostirovanie DVS po parametru moshhnosti mehanicheskih poter [Tekst]: avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Volgograd, 2010. 40 p.

4. Kukov S.S. Aspekty diagnostirovanija cilindroporshnevoj gruppy v rezhime prokrutki dvigatelja starterom transportnyh i tehnologicheskih mashin agropromyshlennogo kompleksa [Tekst] / S.S. Kukov, A.V. Gricenko // APK Rossii. 2016. T. 23, no. 2. pp. 400–407.

5. Kukov S.S. Sovershenstvovanie processa diagnostirovanija cilindroporshnevoj gruppy [Tekst] / S.S. Kukov, A.V. Gricenko, D.D. Bakajkin // Dostizhenija nauki agropromyshlennomu proizvodstvu: materialy LV Mezhdun. nauch.-tehn. konf. Cheljabinsk: JuUrGAU, 2016. Ch. II. pp. 77–82.

6. Obozov A.A. Matematicheskoe imitacionnoe modelirovanie rabochego processa avtomobilnogo DVS v celjah izuchenija diagnosticheskoj informacii [Tekst] / A.A. Obozov, V.I. Tarichko // Dvigatelestroenie. 2013. no. 2 (252). pp. 21–26.

7. Pichugin A.I. Povyshenie jeffektivnosti diagnostirovanija cilindroporshnevoj gruppy avtomobilnyh dvigatelej putem sovershenstvovanija metodov i sredstv raspoznavanija ee sostojanij [Tekst]: avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Saratov: Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova, 2011. 23p.

8. Plaksin A.M. Jeksperimentalnye issledovanija tehnicheskogo sostojanija cilindroporshnevoj gruppy v rezhime prokrutki dvigatelja starterom [Tekst] / A.M. Plaksin, A.V. Gricenko, K.V. Glemba // Prom-Inzhiniring: trudy II Mezhdun. nauch.-tehn. konf. Cheljabinsk: JuUrGU, 2016. pp. 111–113.

9. Ponizovskij A.Ju. Ocenka tehnicheskogo sostojanija cilindroporshnevoj gruppy avtotraktornyh dizelej po raznosti rashodov vozduha na vpuske i vypuske v puskovom rezhime [Tekst]: avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Novosibirsk, 2010. 111 p.

10. Raschet avtomobilnyh i traktornyh dvigatelej [Tekst]: uchebnoe posobie dlja vuzov / A.I.Kolchin, V.P. Demidov. M.: Vyssh. shkola, 1980. 400 p.

11. Rukovodstvo po jekspluatacii USBAutoscope III: rukovodstvo po rabote s programmoj USB-oscillograf [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.autoscaners.ru /catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf (data obrashhenija: 16.08.16).

12. Sazonov K.A. Diagnostirovanie cilindro-porshnevoj gruppy dvigatelej vnutrennego sgoranija pnevmaticheskim sposobom pri nizkih rabochih davlenijah [Tekst]: avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Cheljabinsk, 1997. 22 p.

13. Sbornik zadach po tehnicheskoj termodinamike i teploperedache [Tekst] / L.V. Dementij, A.A. Kuznecov, Ju.V. Menafova. Kramatorsk: DGMA, 2002. 260 p.

14. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical Underpinning of Diagnosing the Cylinder Group During Motoring. Procedia Engineering. 2016. vol. 150. pp. 1182–1187.

15. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental Studies of Cylinder Group State During Motoring. Procedia Engineering. 2016. vol. 150. pp. 1188–1191.

УДК 004.356.2:631.31

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ

**Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Боровенский В.Р.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, e-mail: miklynea@yandex.ru*

Дана классификация оборудования для 3D-печати, основанная на его доступности. Она включает четыре уровня: потребительский, персональный, профессиональный и производственный. Основываясь на данной классификации, представлен сравнительный анализ различных систем 3D-печати по их стоимости. На конкретном примере продемонстрированы возможности создания уменьшенных макетов почвообрабатывающих орудий с использованием 3D-принтера. Для создания макета была использована модель перспективного лесного культиватора для нераскорчеванных вырубок, созданная в среде системы автоматизированного проектирования SolidWork. Описана последовательность подготовки модели к печати в программе Polygon. Представлена модель культиватора размером 1:15, изготовленная с использованием 3D-принтера. Эта модель полностью воспроизводит устройство и компоновку культиватора с сохранением подвижности основных элементов. Приведены выводы о перспективах применения 3D-макетирования при проектировании почвообрабатывающих орудий.

**Ключевые слова: 3D-печать, оборудование, стоимость, 3D-модель, почвообрабатывающие орудия**

# USING TECHNOLOGY 3D-PRINT IN THE DESIGN OF TILLAGE TOOLS

**Lysych M.N., Shabanov M.L., Borovenskiy V.R.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, e-mail: miklynea@yandex.ru*

Classification of equipment for 3D-printing based on their availability. It includes the following four levels: consumer, personal, professional and production. Based on the data presented a comparative analysis of different 3D-printing systems at its cost. In a specific example demonstrated the possibility of creating reduced models of tillers with the use of 3D-printer. To create the layout model was used promising forest cultivator for uncleared cuttings created in CAD system SolidWork. The sequence described the activities of preparation for printing in the program Polygon. The presented model of the cultivator 1:15 made with 3D-printer. This model reproduces the device and the layout of the cultivator with preservation of the mobility of major elements. Conclusions the fields of application of 3D-prototyping in the design of tillage tools

**Keywords: 3D-printing, equipment, cost, 3D-models, tillage tools**

С момента появления первых компьютеров человек стремился переступить грань между реальностью и виртуальным миром. Легкое перенесение объекта из трехмерной компьютерной среды в нашу с вами трехмерную реальность до недавнего времени оставалось несбыточной мечтой инженеров, дизайнеров и представителей многих других профессий. Именно таким технологиям и будет посвящена эта статья.

Сейчас одним из самых быстрых и эффективных способов «материализации» 3D-моделей является 3D-печать. Для начала проведем классификацию 3D-принтеров по их доступности (рис. 1).

***Потребительский*** – тип принтеров, который предназначен для личного использования. Они спроектированы с оглядкой на обычного пользователя и оборудованы довольно простым и понятным интерфейсом. Печатают, как правило, ABS и PLA пластиком.

***Персональный*** – пограничный класс принтеров, который является домашним, но в то же время относится к нижней ступени промышленных принтеров для бизнеса. Они имеют много общего с братьями из потребительского класса, но обладают более высоким качеством и точностью печати, которые присущи профессиональным 3D-принтерам.

***Профессиональный*** – класс принтеров, включающий в себя все доступные достижения и возможности. Их назначение может быть очень разным, от прототипирования до полномасштабного производства.

***Производственный*** – класс принтеров объединяет машины, которые обладают точностью и качеством профессиональных принтеров в совокупности с большой площадью печати и высоким уровнем автоматизации. На них, как и на профессиональных установках, можно печатать не только прототипы, но и конечный потребительский продукт [3].

Зачем же нужно брать трехмерную модель и делать из нее реальный предмет? Оказывается, применений хватает.

Первое, и самое основное – быстрое изготовление прототипов, чтобы посмотреть, как модель будет выглядеть в материале. По мнению экспертов авиакосмической компании Pratt & Whitney, стоимость разработки сложного продукта можно очень сильно снизить, если предложить инженерам вместо десятков чертежей посмотреть на реальную деталь.

Кроме того, над готовой моделью можно проводить различные тесты еще до того, как будет готов окончательный вариант изделия. Также прототипы позволяют проводить такие тесты, которые на готовом изделии провести невозможно. Например, компания Porsche использовала в процессе разработки трансмиссии 911 GTI ее прозрачную пластиковую модель для изучения тока масла.

Однако создание прототипов это еще не все. Следующая стадия – быстрое производство. Уже сейчас аддитивные технологии позволяют получать готовые изделия из различных материалов. Это решение наиболее подходит для единичного и мелкосерийного производства, поскольку появляется возможность освоить широкий ассортимент продукции за относительно малое время.

Сейчас системы 3D-печати широко распространились в следующих областях: дизайн, архитектура, сфера обучения, единичное и мелкосерийное производство, медицина, функциональное тестирование, ювелирные изделия, сувенирная продукция, стоматология и т.д.

По принципу работы современные 3D-принтеры можно условно разделить на следующие классы.

### Струйные 3D-принтеры

Струйное моделирующее устройство конструктивно схоже со струйным принтером. Ключевое отличие заключается в наличии механизма послойного нанесения твердеющего или полимеризуемого материала. После создания каждого слоя струйная печатающая головка наносит полимеризующую добавку или иной активатор твердения на тех участках, где материал должен затвердеть. Циклы повторяются до завершения формирования твердого тела внутри массива неполимеризованного порошкообразного материала. Часто в качестве расходного материала используют гипс, который твердеет при контакте с обычными водными чернилами для струйной печати.

### Лазерные 3D-моделирующие устройства

В процессе работы лазерного 3D-моделирующего устройства на рабочий стол послойно наносится жидкий фотополимер. Нанесенный слой засвечивается лазерным лучом, в тех местах, где он должен отвердеть. После завершения формирования последнего слоя достаточно извлечь полученный объект из жидкого фотополимера.

Кроме этого существуют лазерные 3D-принтеры, в которых вместо фотополимера используется металлический или полимерный порошок, который послойно спекается лазером.

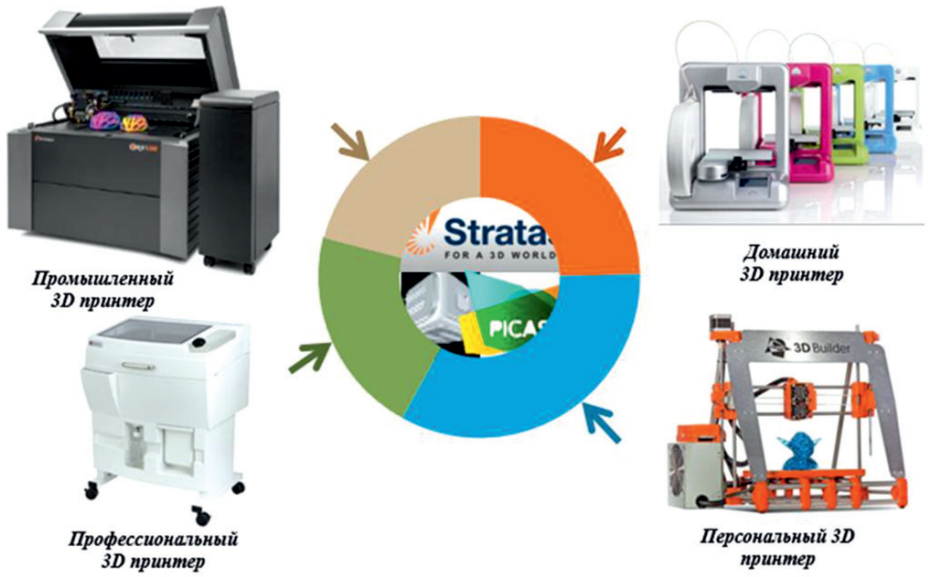



*Рис. 1. Классификация 3D-принтеров*

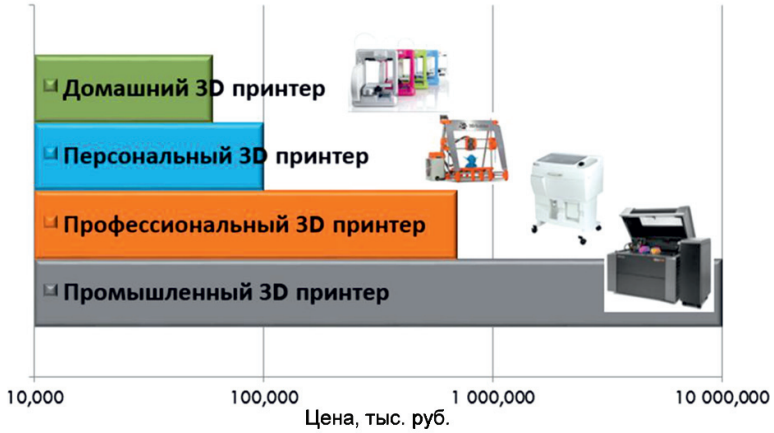



*Рис. 2. Сравнение 3D-принтеров по стоимости*

**3D-принтеры, работающие на принципе экструзии пластика**

В этих устройствах расплав полимера послойно наносится в форме непрерывной струи, диаметром от нескольких десятых миллиметра до нескольких миллиметров, на будущее изделие. Склеиваясь между собой, слои образуют будущее изделие. Управляет движением экструдера трехкоординатная кинематическая система, сходная с той, что используется на гравировально-фрезерных станках [3, 5].

Проведем ценовой анализ 3D-принтеров (рис. 2). На данный момент наблюдается значительный разрыв между персональными и профессиональными системами 3D-печати. Так, например, цена персональных принтеров составляет порядка 100 тыс.руб., в то время как бюджетные модели профессиональных принтеров имеют цену от 500 тыс.руб. Поэтому приобретение профессионального принтера для малых исследовательских лабораторий и образовательных учреждений может стать неподъемным финансовым бременем. В то же время персональные принтеры могут обеспечить приемлемое качество печати моделей из пластиковых материалов при невысоких затратах [4].

Исходя из этих соображений, Воронежским лесотехническим университетом был приобретен отечественный 3D-принтер экструдерного типа 3D Builder, разработанный компанией Picaso и обладающий наилучшим соотношением цена – качество [6]. Он был использован для создания макета 3D-модели перспективного лесного культиватора (рис. 3), предназначенного для применения в рамках эколого-ресурсосберегающих технологий исключающих корчевку пней [1, 2]. Рассмотрим более подробно конструкцию культиватора.

Культиватор состоит из сцепного устройства 1, рамы 2, которая включает основную 3 и верхнюю рамы 4, соединенные четырьмя стойками 5, кронштейна крепления рабочего органа 6, предохранительного механизма 7, заключенного в корпус 8, стойки в сборе со ступицей 9 и сферических дисков 10. Особенностью культиватора является то, что он может иметь разные варианты компоновки рабочих органов, в зависимости от выполняемой операции.

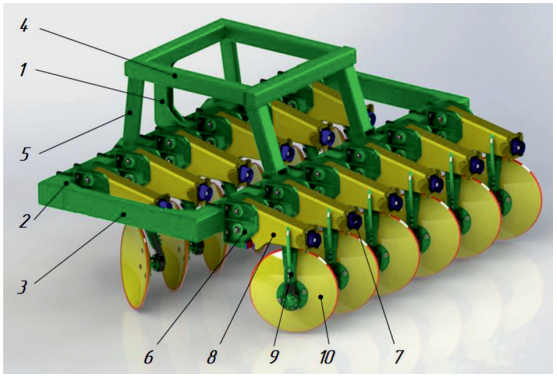


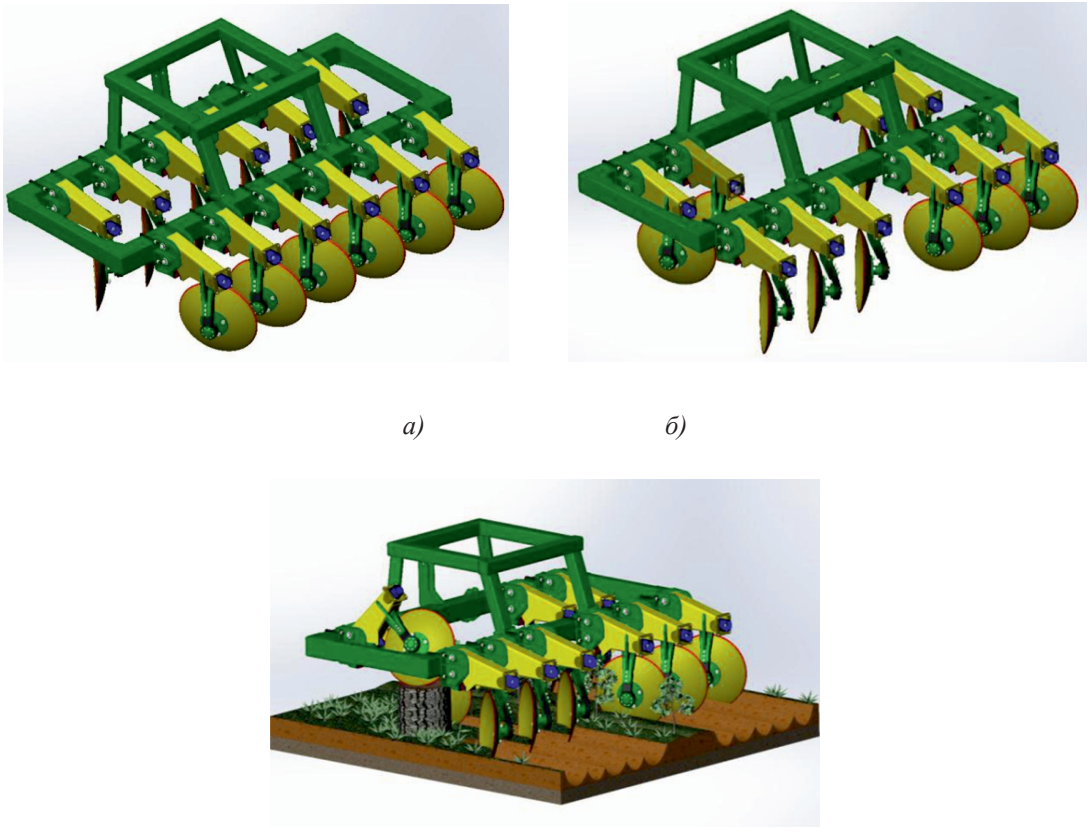

*Рис. 3. Общий вид дискового лесного культиватора*

Первый вариант компоновки культиватора предназначен для сплошной обработки междурядий лесных культур, с целью подавления нежелательной травянистой растительности и неодревеснеющей поросли древесно-кустарниковой расти-

тельности (рис. 4, *а*). На переднем брусе орудия располагаются шесть левооборачивающих секций, расположенных с расстоянием между режущими кромками дисков 280 мм, на заднем брусе аналогично располагаются шесть правооборачивающих секций, таким образом, чтобы обеспечить полное перекрытие. Ширина обработанной полосы составляет 2,7 м.

Второй вариант компоновки культиватора предназначен для проведения уходов методом седлания рядка культур, с целью подавления растительности в непосредственной близости от культурных растений (рис. 4, *б*). На переднем брусе орудия располагаются по две лево- и правооборачивающие секции, расположенные всвал с расстоянием 280 мм между режущими кромками соседних дисков, и центральной защитной зоной в 600…700 мм; на заднем брусе располагаются три лево- и правооборачивающие секции, расположенные вразвал, на таком же расстоянии, и с центральной защитной зоной в 400…500 мм. При этом с двух сторон рядка культур обрабатываются полосы шириной по 800 мм.

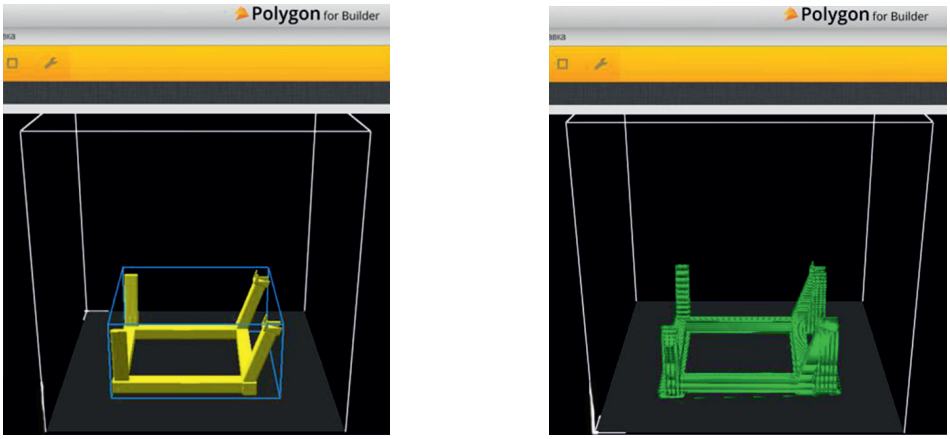
Имитационные исследования, проведенные над трехмерными твердотельными моделями (рис. 4, *в*), показали, что конструкция предохранительных механизмов и рамы обеспечивает надежное преодоление пней высотой до 38 см при глубине обработки 12 см. Конструкция культиватора позволяет использовать его как для проведения уходов в междурядьях лесных культур, так и при уходах методом седлания рядка. Переналадка культиватора заключается только в снятии и переустановке секций рабочих органов. Осуществление этих операций не требует значительных затрат времени, что значительно облегчает его обслуживание и обеспечивает многофункциональность.



*а)* *б)*

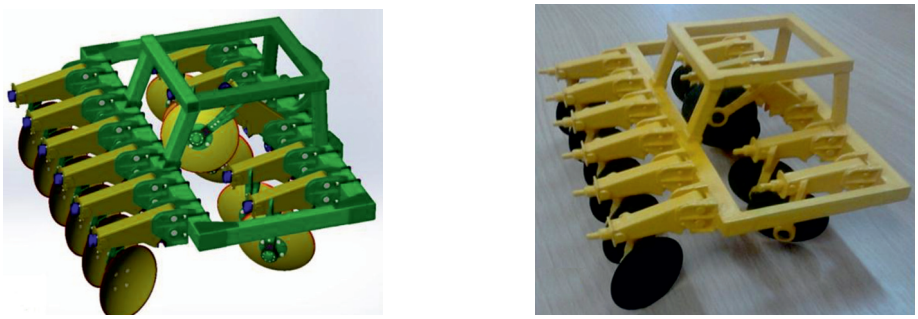
*в)*

*Рис. 4. Дисковый лесной культиватор: а – вариант для сплошной обработки междурядий лесных культур, б – вариант для проведения агротехнических уходов методом седлания рядка, в – в процессе имитационного моделирования рабочего процесса*




*а)* *б)*

*Рис. 5. Часть модели, загруженная в программу Polygon: а – после масштабирования 1:15; б – после генерации задания с расстановкой поддержек*



*а)* *б)*

*Рис. 6. Модель культиватора: а – созданная в среде САПР SolidWork; б – изготовленная с использованием 3D-принтера*

Таким образом, для наглядной демонстрации возможностей заложенных в конструкцию культиватора, макет должен обладать способностью имитации рабочего процесса и всех операций по перекомпоновке, что требует обеспечения приемлемых прочностных характеристик и подвижности основных узлов. Это возможно реализовать, проведя разбиение модели на более простые части. В нашем случае производилась печать раздельных узлов, которые были выделены на стадии проектирования.

Для печати узлы загружались в управляющую программу Polygon в формате STL (рис. 5, *а*), которая генерировала задания для 3D-принтера (траектории движения, режимы работы, расстановка поддержек) (рис. 5, *б*). После печати детали при необходимости дорабатывались (удаление поддержек) и производилась ручная сборка.

На рис. 6 представлен окончательный вариант модели культиватора размером 1:15, изготовленный с использованием 3D-принтера. Эта модель полностью воспроизводит устройство и компоновку культиватора, сохраняя подвижность всех основных элементов, что позволяет наглядно продемонстрировать кинематические характеристики орудия, например высоту подъема рабочих органов, и осуществить оптимальную компоновку рабочих органов на раме.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Использование макетов почвообрабатывающих орудий, созданных с помощью 3D-принтеров, позволяет не только

наглядно воссоздать трехмерную модель, что само по себе может значительно облегчить продвижение инженерных идей, но и провести некоторые исследования кинематики и компоновки изделия. Также подобный подход, в рамках учебных заведений, позволяет заинтересовать студентов и вовлечь их в активную научную и изобретательскую деятельность.

## Список литературы

1. Бартенев И.М. Значение основной обработки почвы в развитии растений древесно-кустарниковых пород [Текст] / И.М. Бартенев // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 2 (18). – С. 149–158.

2. Бартенев И.М. Перспективная конструкция многофункционального культиватора для склонов с автоматической биометрически корректируемой системой контроля поперечной устойчивости [Текст] / И.М. Бартенев, С.Д. Кургалин, Я.А. Туровский, М.Н. Лысыч // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 2 (18). – С. 158–165.

3. Классификация 3D принтеров по типу и возможности работы [Электронный ресурс] // http://tehnoobzor.com издание от 13 августа 2013. URL: http://tehnoobzor.com/tests-reviews/to-office-equipment/171-obzor-domashnih-3d-printerov.html – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.06.2014).

4. Лысыч М.Н. Перспективы использования технологий 3D печати [Текст] / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, А.Е. Скрыпников // Молодой ученый. – 2014. – № 11. – С. 69–73.

5. Цветной мир [Электронный ресурс] / URL: http://cvetmir3d.ru/tovary/3d-printery/cubify/cubify-cube-rozovyy/ – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.06.2014).

6. Picaso 3D Builder [Электронный ресурс] / URL: http://picaso-3d.ru/products/picaso_3d/. – Загл. с экрана. (дата обращения: 17.06.2014).

## References

1. Bartenev I.M. Znachenie osnovnoj obrabotki pochvy v razvitii rastenij drevesno-kustarnikovyh porod [Tekst] / I.M. Bartenev // Lesotehnicheskij zhurnal. 2015. T. 5, no. 2 (18). pp. 149–158.

2. Bartenev I.M. Perspektivnaja konstrukcija mnogofunkcionalnogo kultivatora dlja sklonov s avtomaticheskoj biometricheski korrektiruemoj sistemoj kontrolja poperechnoj ustojchivosti [Tekst] / I.M. Bartenev, S.D. Kurgalin, Ja.A. Turovskij, M.N. Lysych // Lesotehnicheskij zhurnal. 2015. T. 5, no. 2 (18). pp. 158–165.

3. Klassifikacija 3D printerov po tipu i vozmozhnosti raboty [Jelektronnyj re-surs] // http://tehnoobzor.com izdanie ot 13 avgusta 2013. URL: http://tehnoobzor.com/tests-reviews/to-office-equipment/171-obzor-domashnih-3d-printerov.html Zagl. s jekrana. (data obrashhenija: 17.06.2014).

4. Lysych M.N. Perspektivy ispolzovanija tehnologij 3D pechati [Tekst] / M.N. Ly-sych, M.L. Shabanov, A.E. Skrypnikov // Molodoj uchenyj. 2014. no. 11. pp. 69–73.

5. Cvetnoj mir [Jelektronnyj resurs] / URL: http://cvetmir3d.ru/tovary/3d-printery/cubify/cubify-cube-rozovyy/ Zagl. s jekrana. (data obrashhenija: 17.06.2014).

6. Picaso 3D Builder [Jelektronnyj resurs] / URL: http://picaso-3d.ru/products/picaso_3d/. Zagl. s jekrana. (data obrashhenija: 17.06.2014).

УДК 681.5.013

# СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ АНАЛОГОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ

**Мельников Д.В.**

*Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: melnikov-dv@yandex.ru*

В статье предложен метод синтеза нестационарных фильтров для аналоговой электроники. Для синтеза фильтров предлагается использовать аппарат матричных операторов, который хорошо зарекомендовал себя для решения задач управления для класса линейных стационарных и нестационарных систем. Алгоритм метода предполагает реализацию двух довольно трудоемких этапов: вычисление матричного оператора фильтра и восстановление дифференциального уравнения фильтра по найденному матричному оператору. При реализации первого этапа алгоритма используется такая же идеология, как и в разработанном авторами проекционно-матричном методе синтеза нелинейных систем управления – замена нелинейных элементов их эквивалентными матричными операторами с использованием методов математического программирования. На втором этапе решается следующая задача. Известен матричный оператор фильтра в классе стационарных или нестационарных линейных систем, необходимо построить дифференциальное уравнение, эквивалентное этому матричному оператору. Структура дифференциального уравнения регулятора выбирается из соображений аппаратной реализации, поэтому задача сводится к определению коэффициентов уравнения. Неизвестные коэффициенты вычисляются в виде разложений по ортонормированному базису. В работе показано, что алгоритм расчета этих коэффициентов сводится к решению переопределенной системы линейных алгебраических уравнений относительно искомых коэффициентов Фурье. Алгоритм метода демонстрируется на примере построения оптимального фильтра электронного устройства. Предложенный подход к построению фильтров, основанный на методе матричных операторов, позволяет найти дифференциальные уравнения оптимальных фильтров, как для класса стационарных, так и нестационарных случайных процессов, причем нет ограничений и на стационарность объекта.

**Ключевые слова: матричный оператор, ортонормированный базис, синтез, фильтр, случайный процесс, дисперсия, корреляционная функция**

# SYNTHESIS OF OPTIMAL FILTERS ANALOG ELECTRONICS USING A DEVICE MATRIX OPERATORS

**Melnikov D.V.**

*Kaluga branch of Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Moscow State Technical University named after N.Uh. Bauman (national research University)», Kaluga, e-mail: melnikov-dv@yandex.ru*

In the article the method of synthesis of non-stationary filters for the analog electronics. For the synthesis filters is proposed to use the unit matrix operators, which is well established for the solution of control problems for a class of linear stationary and non-stationary systems. Algorithm method involves the implementation of two quite time-consuming stages: the calculation of the matrix operator of the filter and restore the differential equation of the filter is found in the matrix operator. In the first phase of the algorithm uses the same ideology, as in the authors ' projection matrix method of synthesis of nonlinear control systems – replacement of nonlinear elements of the equivalent matrix operators are using methods of mathematical programming. In the second stage, we solve the following problem. Known Mat-hex filter operator in the class of stationary or non-stationary linear systems, it is necessary to build a differential equation equivalent to this matrix operator. The structure of the differential equation of the regulator is chosen for reasons of hardware implementation, so the problem reduces to determining the coefficients of the equation. The unknown coefficients are calculated in the form of expansions in an orthonormal basis. It is shown that the algorithm of calculation of these coefficients is reduced to solving an overdetermined system of linear algebraic equations for the desired Fourier coefficients. The algorithm of the method is demonstrated on the example of constructing an optimal filter of the electronic device. The proposed approach to the construction of filters based on the matrix operators allows us to find the differential equation of optimal filters for a class of stationary and nonstationary random processes, with no restriction on the stationarity of the object.

**Keywords: matrix operator, orthonormal basis, synthesis, filter, stochastic process, variance, correlation function**

В настоящее время в области анализа и проектирования устройств аналоговой электроники (устройства отображения информации, системы автоматического управления, аналоговые фильтры) наблюдаются попытки перехода на уровень выпуска системных микросхем, однако отсутствие единого общепризнанного математического аппарата решения задач анализа и синтеза сдерживают развитие данного направления. Выход из создавшегося положения наметился в работе [2], где за естественнонаучную базу аналоговой микроэлектроники принята математическая теория систем дифференциальных уравнений (ДУ) в обобщенной форме. Переход к естественнонаучным

представлениям позволяет сформировать новый элементный базис. Необходимым шагом перехода на новую элементную базу является замена модели радиоэлектронного устройства в виде принципиальной электрической схемы на равноценную модель в виде структурной схемы, которая должна состоять только из элементарных звеньев предлагаемой элементной базы [2, 9]. Важным шагом перехода на предлагаемую элементную базу является обоснование процедуры синтеза электронного устройства: выбор структуры дифференциального уравнения; расчет его коэффициентов и сборка синтезируемого устройства. Всё это, вместе взятое, определяет новый подход к анализу и синтезу электронных устройств на элементарных звеньях. На основе вновь введенной элементной базы возможно сформировать как МАБИС (матричные аналоговые большие интегральные схемы), так и ПАИС (программируемые аналоговые интегральные схемы). Такая возможность обусловлена малочисленностью элементов в базе и позволяет спроектировать уникальный чип для данной МАБИС, или единый перепрограммируемый элемент для ПАИС [2].

Однако те большие возможности, которые открываются введением предлагаемой элементной базы, требуют обширной предварительной работы, связанной с исследованием особенностей проектирования различных типов аналоговых устройств. В настоящей статье предлагается алгоритм синтеза таких широко применяющихся устройств, как фильтры. Для синтеза фильтров предлагается использовать аппарат матричных операторов, который хорошо зарекомендовал себя для решения задач управления для класса линейных стационарных и нестационарных систем [1, 3, 7], а в последнее время нашел развитие и на класс нелинейных систем [4, 5, 6, 10, 13]. Рассмотрим алгоритм решения задачи синтеза оптимального фильтра на конкретном примере. Предположим, что система задана следующей структурной схемой (рис. 1).

Динамика объекта описывается уравнением

$$\ddot{X}(t)+a_1^{\circ}(t)\dot{X}(t)+a_0^{\circ}(t)X(t)=b_0^{\circ}(t)U(t), \quad (1)$$

где

$$a_0^{\circ}(t)=2-1{,}5\sin(2t)e^{-0{,}5t};$$

$$a_1^{\circ}(t)=5-\cos(1{,}5t)e^{-0{,}6t};\ b_0^{\circ}(t)=1;$$

$$X(0)=\dot{X}(0)=0.$$

На вход системы поступает аддитивная смесь центрированных не коррелированных сигналов $m(t)$ (полезный сигнал) и $n(t)$ (помеха) с известными корреляционными функциями

$$R_{mm}(t_1,t_2)=(1+t_1)(1+t_2)e^{-0{,}2t_{t_2}}\cos(0{,}5(t_1-t_2));$$
$$R_{nn}(t_1,t_2)=0{,}4(0{,}2+t_1)(0{,}2+t_2)e^{-0{,}1t_{t_2}}. \quad (2)$$

Требуется синтезировать последовательное корректирующее устройство (фильтр), которое устранило бы влияние помехи на выходной процесс $X(t)$ системы на промежутке $[0, 6]$ с. Решение поставленной задачи представим в виде последовательности этапов.

**Этап 1.** Выберем в качестве ортонормированного базиса (ОНБ) ортонормированные на промежутке [0, 6] полиномы Лежандра $\mathbf{\Phi}(t)=\left[\varphi_1(t)\ \ \varphi_2(t)\ \ \ldots\ \ \varphi_l(t)\right]^{\mathrm{T}}$.

**Этап 2.** Проведем статистический анализ системы без фильтра. Структурная схема системы в операторной форме представлена на рис. 2 ($\mathbf{C}^{Y}$, $\mathbf{C}^{E}$, $\mathbf{C}^{U}$, $\mathbf{C}^{X}$ – спектральные характеристики входного сигнала, сигнала ошибки, управления и выходного сигнала соответственно; $\mathbf{A}_{\Phi}$, $\mathbf{A}_0$ – матричные операторы фильтра и объекта).

Задав размер базиса $l=12$, одним из способов, изложенных в [11, 12], найдем матричный оператор объекта $\mathbf{A}_0$ в выбранном базисе. Далее определяем матричный оператор всей системы без регулятора: $\mathbf{A}=(\mathbf{I}+\mathbf{A}_0)^{-1}\mathbf{A}_0$. Применяя двумерное преобразование Фурье, рассчитываем спектральные характеристики корреляционных функций полезного сигнала и помехи:

$$\mathbf{C}^{R_{mm}}=\left\{c_{ij}^{R_{mm}}\right\}=\int_0^{TT}\int_0^{TT}R_{mm}(t_1,t_2)\varphi_i(t_1)\varphi_j(t_2)dt_1dt_2;$$

$$\mathbf{C}^{R_{nn}}=\left\{c_{ij}^{R_{nn}}\right\}=\int_0^{TT}\int_0^{TT}R_{nn}(t_1,t_2)\varphi_i(t_1)\varphi_j(t_2)dt_1dt_2;$$

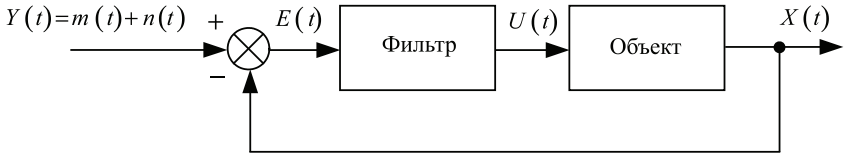



*Рис. 1. Структурная схема системы*

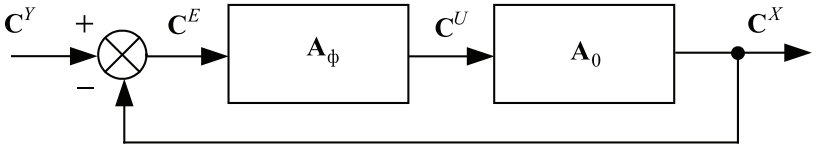



*Рис. 2. Структурная схема системы в операторном виде*

По следующим зависимостям определяем спектральные характеристики корреляционной функции выходного сигнала, обусловленные действием: полезного сигнала и помехи – $\mathbf{C}^{R_{XX}} = \mathbf{A}\left(\mathbf{C}^{R_{mm}} + \mathbf{C}^{R_{nn}}\right)\mathbf{A}^{\mathrm{T}}$; полезного сигнала – $\mathbf{C}^{R_{mXX}} = \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{mm}}\mathbf{A}^{\mathrm{T}}$; помехи – $\mathbf{C}^{R_{nXX}} = \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{nn}}\mathbf{A}^{\mathrm{T}}$.

При синтезе фильтра спектральную характеристику $\mathbf{C}^{R_{XX}} = \mathbf{C}^{R_{mXX}}$ (обусловленную действием только полезного сигнала) будем использовать в качестве желаемой (эталонной). По формуле

$$\mathbf{C}^{D^{\ni}_{XX}} = \left\{c_z^{D^{\ni}_{XX}},\ z = \overline{1,l}\right\} = \mathrm{sum}\left(\mathbf{C}^{R^{\ni}_{XX}} .\times \mathbf{A}_z\right);$$

$$\mathbf{A}^z = \left\{a_{ij}^z = \int_0^6 \varphi_i(t)\varphi_j(t)\varphi_z(t)dt\right\},$$

рассчитаем спектральную характеристику желаемой дисперсии выходного процесса.

Найдем автокорреляционные функции, дисперсии и среднеквадратическое отклонение (СКО) выходного сигнала, обусловленные действием:

– полезного сигнала и помехи

$$R_{XX}(t_1,t_2) = \mathbf{\Phi}(t)\mathbf{C}^{R_{XX}}\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_2):$$

$$\sigma_{XX}(t) = \sqrt{D_{XX}(t)} = \sqrt{R_{XX}(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}};$$

– полезного сигнала

$$R_{mXX}(t_1,t_2) = \mathbf{\Phi}(t)\mathbf{C}^{R_{mXX}}\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_2):$$

$$\sigma_{m\,XX}(t) = \sqrt{D_{m\,XX}(t)} = \sqrt{R_{m\,XX}(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}};$$

– помехи $R_{nXX}(t_1,t_2) = \mathbf{\Phi}(t)\mathbf{C}^{R_{nXX}}\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_2)$:

$$\sigma_{n\,XX}(t) = \sqrt{D_{n\,XX}(t)} = \sqrt{R_{n\,XX}(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}}.$$

Графики СКО выходного сигнала, обусловленные совместным действием полезного сигнала и помехи, а также действием отдельно помехи и полезного сигнала, представлены на рис. 3.

**Этап 3.** Расчет оптимального матричного оператора фильтра. Вычислим матричный оператор фильтра относительно двух критериев: критерия близости корреляционных функций и критерия близости дисперсий. Матричный оператор системы с фильтром имеет вид

$$\mathbf{A} = \left(\mathbf{I} + \mathbf{A}_0\,\mathbf{A}_{\phi}\right)^{-1}\mathbf{A}_0\,\mathbf{A}_{\phi}. \qquad (3)$$

Оптимальные матричные операторы найдем из следующих зависимостей:

● критерий близости корреляционных функций:

$$\left\|\mathbf{C}^{R^{\ni}_{XX}} - \mathbf{C}^{R_{XX}}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right)\right\| = \left\|\mathbf{G}^{R}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right)\right\| \to \min_{\mathbf{A}_{\phi}}, \qquad (4)$$

где

$$\mathbf{C}^{R_{XX}}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right) = \left(\mathbf{I} + \mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\phi}\right)^{-1}\mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\phi}\left(\mathbf{C}^{R_{mm}} + \mathbf{C}^{R_{nn}}\right)\times$$

$$\times\left(\left(\mathbf{I} + \mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\text{ку}}\right)^{-1}\mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\text{ку}}\right)^{\mathrm{T}};$$

● критерий близости дисперсий:

$$\left\|\mathbf{C}^{D^{\ni}_{XX}} - \mathbf{C}^{D_{XX}}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right)\right\| = \left\|\mathbf{G}^{D}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right)\right\| \to \min_{\mathbf{A}_{\phi}}, \qquad (5)$$

где

$$\mathbf{C}^{D_{XX}}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right) = \left\{c_z^{D_{XX}}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right),\ z = \overline{1,l}\right\} =$$

$$= \mathrm{sum}\left(\mathbf{C}^{R_{XX}}\left(\mathbf{A}_{\phi}\right).\times \mathbf{A}_z\right);$$

$$\mathbf{A}^z = \left\{a_{ij}^z = \int_0^6 \varphi_i(t)\varphi_j(t)\varphi_z(t)dt\right\}.$$

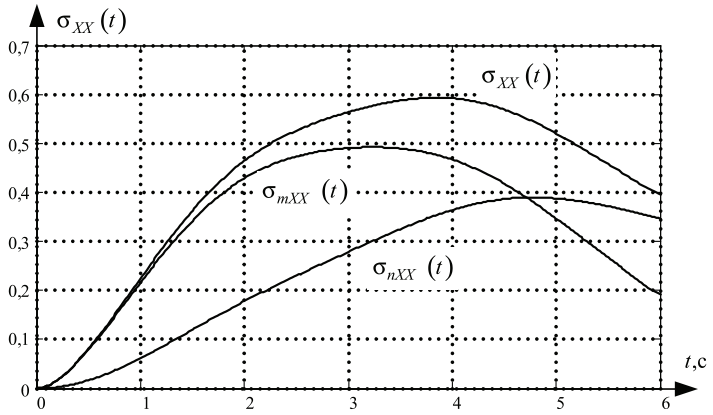



*Рис. 3. Графики СКО выходного сигнала системы без фильтра*

Выбрав евклидову норму матриц (4), (5), получим следующие целевые функции, подлежащие минимизации относительно элементов матрицы $\mathbf{A}_{\text{ф}}$:

$$G^R\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}^{R*}\right)=\left\|\mathbf{G}^R\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}\right)\right\|=\sqrt{\sum_{i,j}\left(g_{ij}{}^R\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}\right)\right)^2}\to\min_{\mathbf{A}_{\text{ф}}};$$

$$G^D\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}^{D*}\right)=\left\|\mathbf{G}^D\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}\right)\right\|=\sqrt{\sum_{i}\left(g_{i}{}^R\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}\right)\right)^2}\to\min_{\mathbf{A}_{\text{ф}}}.$$

Положив в качестве начального приближения $\mathbf{A}_{\text{ф}}=\mathbf{I}$, ($\mathbf{I}$ – единичная матрица) методом Гаусса – Ньютона вычисляем оптимальные матричные операторы фильтра $\mathbf{A}_{\text{ф}}^{R*}$, $\mathbf{A}_{\text{ф}}^{D*}$, при этом $G^R\left(\mathbf{A}_{\text{ку}}^{R*}\right)=8{,}3016\cdot10^{-6}$; $G^D\left(\mathbf{A}_{\text{ф}}^{D*}\right)=1{,}1870\cdot10^{-12}$.

**Этап 4.** Построение математической модели оптимального фильтра в форме дифференциального уравнения по известным матричным операторам $\mathbf{A}_{\text{ф}}^{R*}$, $\mathbf{A}_{\text{ф}}^{D*}$. Имеется несколько подходов к решению этой задачи, один их них основан на использовании понятия порождающих функций [11]. В случае если порядок ДУ невысокий, можно предложить следующий способ. Зададим следующую структуру ДУ, описывающее динамику фильтра:

$$\dot{U}(t)+a_0^{\text{ф}}(t)U(t)=b_0^{\text{ф}}(t)E(t). \qquad (6)$$

Определим коэффициенты $a_0^{\text{ф}}(t)$, $b_0^{\text{ф}}(t)$ в виде разложения по ОНБ так, чтобы матричный оператор уравнения (6) $\mathbf{A}_{\text{ф}}$ как можно точнее совпадал с $\mathbf{A}_{\text{ф}}^{R*}$ в одном случае и с $\mathbf{A}_{\text{ф}}^{D*}$ в другом. Матричные операторы правой $\mathbf{A}_0^U\left(\mathbf{C}^{a_0^{\text{ф}}}\right)$ и левой $\mathbf{A}^E\left(\mathbf{C}^{b_0^{\text{ф}}}\right)$ частей уравнения (6) можно представить следующим образом (см. переход о ДУ к соответствующему интегральному уравнению в [11]):

$$\mathbf{A}_0^U\left(\mathbf{C}^{a_0^{\text{ф}}}\right)=\mathbf{A}_0^{\varphi}\cdot\left(\mathbf{C}^{a_0^{\text{ф}}}\otimes\mathbf{I}\right),\ \mathbf{A}^E\left(\mathbf{C}^{b_0^{\text{ф}}}\right)=\mathbf{A}_0^{\varphi}\cdot\left(\mathbf{C}^{b_0^{\text{ф}}}\otimes\mathbf{I}\right),$$

где $\mathbf{C}^{a_0^{\text{ф}}}=\left[c_1^{a_0^{\text{ф}}}\quad c_2^{a_0^{\text{ф}}}\quad\ldots\quad c_{12}^{a_0^{\text{ф}}}\right]^{\text{T}}$ – спектральная характеристика $a_0^{\text{ф}}(t)$;

$\mathbf{C}^{b_0^{\text{ф}}}=\left[c_1^{b_0^{\text{ф}}}\quad c_2^{b_0^{\text{ф}}}\quad\ldots\quad c_{12}^{b_0^{\text{ф}}}\right]^{\text{T}}$ – спектральная характеристика $b_0^{\text{ф}}(t)$; элементы матрицы $\mathbf{A}_0^{\varphi}$ согласно вычисляются следующим образом:

$$a_{ijk}^0=\int_0^6\int_0^T\varphi_k(\tau)\varphi_i(t)\varphi_j(\tau)dtd\tau,$$

а ее структура имеет размер $(12\times12^2)$:

$$\mathbf{A}_0^{\varphi}=\left\{a_{ijk}^0\right\}=\begin{bmatrix}a_{111}^0 & a_{121}^0 & \ldots & a_{1l1}^0 & a_{112}^0 & a_{122}^0 & \ldots & a_{1l2}^0 & \ldots & a_{11l}^0 & a_{12l}^0 & \ldots & a_{1ll}^0\\ a_{211}^0 & a_{221}^0 & \ldots & a_{2l1}^0 & a_{212}^0 & a_{222}^0 & \ldots & a_{2l2}^0 & \ldots & a_{21l}^0 & a_{22l}^0 & \ldots & a_{2ll}^0\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ a_{l11}^0 & a_{l21}^0 & \ldots & a_{ll1}^0 & a_{l12}^0 & a_{l22}^0 & \ldots & a_{ll2}^0 & \ldots & a_{l1l}^0 & a_{l2l}^0 & \ldots & a_{lll}^0\end{bmatrix}.$$

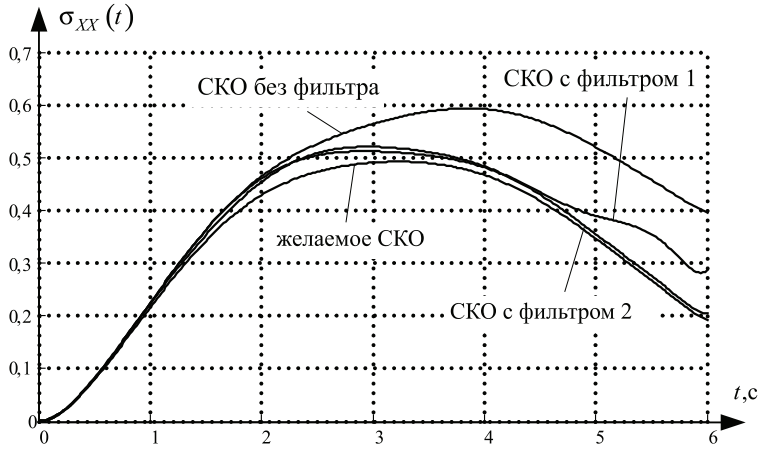



*Рис. 4. Графики СКО выходного сигнала системы*

Тогда матричный оператор фильтра определяется следующим образом:

$$\mathbf{A}_{\text{ку}}\left(c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}}\right)=\left(\mathbf{I}+\mathbf{A}_0^U\left(\mathbf{C}^{a_0^{\phi}}\right)\right)^{-1}\mathbf{A}^E\left(\mathbf{C}^{b_0^{\phi}}\right). \quad (7)$$

Оптимальные параметры $p=\left\{c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}},\ i=\overline{1,12}\right\}$ найдем исходя из следующих зависимостей:

– критерий близости корреляционных функций:

$$\left\|\mathbf{A}_{\phi}^{R*}-\left(\mathbf{I}+\mathbf{A}_0^U\left(\mathbf{C}^{a_0^{\phi}}\right)\right)^{-1}\mathbf{A}^E\left(\mathbf{C}^{b_0^{\phi}}\right)\right\|=\left\|\mathbf{G}^R\left(c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}}\right)\right\|\to\min_{c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}}}; \quad (8)$$

– критерий близости дисперсий:

$$\left\|\mathbf{A}_{\phi}^{D*}-\left(\mathbf{I}+\mathbf{A}_0^U\left(\mathbf{C}^{a_0^{\phi}}\right)\right)^{-1}\mathbf{A}^E\left(\mathbf{C}^{b_0^{\phi}}\right)\right\|=\left\|\mathbf{G}^D\left(c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}}\right)\right\|\to\min_{c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}}}. \quad (9)$$

Задавшись евклидовой нормой для матриц (8), (9), получим следующие целевые функции, подлежащие минимизации:

$$G^R\left(p_R^*\right)=\left\|\mathbf{G}^R(p)\right\|=\sqrt{\sum_{i,j}\left(g_{ij}{}^R(p)\right)^2}\to\min_p;$$

$$G^D\left(p_D^*\right)=\left\|\mathbf{G}^D(p)\right\|=\sqrt{\sum_{i}\left(g_i{}^R(p)\right)^2}\to\min_p,$$

где $p=\left\{c_i^{a_0^{\phi}}, c_i^{b_0^{\phi}}, i=\overline{1,12}\right\}$ – совокупность искомых параметров.

В результате минимизации целевых функций методом Гаусса – Ньютона были найдены: $\mathbf{C}_R^{a_0^{\phi}}, \mathbf{C}_R^{b_0^{\phi}}$ – спектральные характеристики соответствующих коэффициентов фильтра, найденные по критерию (8); $\mathbf{C}_D^{a_0^{\phi}}, \mathbf{C}_D^{b_0^{\phi}}$ – спектральные характеристики, найденные по критерию (9).

Целевые функции при оптимальных параметрах принимают следующие значения:

$$G^R\left(p_R^*\right)=0{,}3455;\ G^D\left(p_D^*\right)=0{,}0777;$$

$$G^R\left(p_D^*\right)=0{,}3867;\ G^D\left(p_R^*\right)=0{,}3040.$$

**Этап 5.** Анализ системы с найденными фильтрами. Матричные операторы всей системы:

$$\mathbf{A}^R=\left(\mathbf{I}+\mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\phi}^R\right)^{-1}\mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\phi}^R;$$

$$\mathbf{A}^D=\left(\mathbf{I}+\mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\phi}^D\right)^{-1}\mathbf{A}_0\mathbf{A}_{\phi}^D.$$

Спектральные характеристики выходного сигнала, обусловленные воздействием полезного сигнала и помехи:

$$\mathbf{C}_R^{R_{XX}}=\mathbf{A}^R\left(\mathbf{C}^{R_{mm}}+\mathbf{C}^{R_{nn}}\right)\left(\mathbf{A}^R\right)^{\mathrm{T}};$$

$$\mathbf{C}_D^{R_{XX}}=\mathbf{A}^D\left(\mathbf{C}^{R_{mm}}+\mathbf{C}^{R_{nn}}\right)\left(\mathbf{A}^D\right)^{\mathrm{T}}.$$

Автокорреляционные функции, дисперсии и СКО выходного сигнала, обусловленные действием полезного сигнала и помехи:

$$R_{XX_R}(t_1,t_2)=\mathbf{\Phi}(t_1)\mathbf{C}_R^{R_{XX}}\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_2);$$

$$\sigma_{XX_R}(t)=\sqrt{D_{XX_R}(t)}=\sqrt{R_{XX_R}(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}};$$

$$R_{XX_D}(t_1,t_2)=\mathbf{\Phi}(t_1)\mathbf{C}_D^{R_{XX}}\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_2);$$

$$\sigma_{XX_D}(t)=\sqrt{D_{XX_D}(t)}=\sqrt{R_{XX_D}(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}}.$$

На рис. 4 представлены графики СКО выходного сигнала с фильтром, построенным на основе равенства корреляционных функций выходного и эталонного процессов (фильтр 1) и на основе равенства дисперсий выходного и эталонного процессов (фильтр 2). В случае получения результата с недостаточной точностью, необходимо на этапе 4 задать более сложную структуру фильтра.

Предложенный подход к построению фильтров, основанный на методе матричных операторов, позволяет найти ДУ оптимальных фильтров, как для класса стационарных, так и нестационарных случайных процессов, причем нет ограничений и на стационарность объекта. Все это позволяет широко использовать элементный базис аналоговой микроэлектроники для сборки синтезируемого устройства.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (гранты № 14-48-03013, № 16-41-400701).*

### Список литературы

1. Аунг Ч.С., Макаренков А.М., Мьо П.С. Идентификация случайных параметров математической модели электрогидравлического следящего привода // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–2. – С. 231–235.

2. Мартьянов П.С. Синтез аналоговых фильтров на элементарных звеньях для радиотехнических систем: диссертация ... кандидата технических наук: – М., 2010. – 156 с.

3. Мельников Д.В., Егупов Н.Д., Мин Ч.Ту. Метод матричных операторов синтеза нестационарных фильтров // Вопросы радиоэлектроники. – 2013. – Т. 1, № 4. – С. 65–75.

4. Мельников Д.В., Корнюшин П.Ю., Мин Ч.Т., Чжо Т.А., Окар М. Проекционно–матричный подход к анализу и синтезу систем управления электроэнергетических систем // Научное обозрение. – 2015. – № 2. – С. 88–97.

5. Мельников Д.В., Корнюшин Ю.П., Мин Ч.Ту. Спектральный метод синтеза нелинейных радиоэлектронных систем управления // Вопросы радиоэлектроники. – 2013. – Т. 1, № 4. – С. 116–124.

6. Мельников Д.В., Мин Ч.Ту. Исследование радиотехнических устройств в стохастических режимах // Вопросы радиоэлектроники. – 2013. – Т. 1, № 4. – С. 76–88.

7. Мельников Д.В., Чжо Ту.А., Окар М. Алгоритм статистического анализа линейных нестационарных систем со случайными параметрами с использованием аппарата матричных операторов и теории чувствительности // Научное обозрение. – 2015. – № 20. – С. 185–190.

8. Мин Ч.Ту., Мельников Д.В., Алгоритм стохастического исследования нелинейных систем управления с использованием проекционно–матричного аппарата // Научное обозрение. – 2014. – № 10–1. – С. 87–93.

9. Мишин Г.Т. Современная аналоговая микроэлектроника: теория и практика. – М.: Издательство «Радиотехника», 2007. – 208 с.

10. Окар Мин, Мельников Д.В. Алгоритм расчета нелинейных систем управления проекционно-матричным методом // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014 – № 12 (36). – С. 17; http://engjournal.ru/catalog/it/asu/1268.html.

11. Пупков К.А., Егупов Н.Д., Колесников Л.В., Лукашенко Ю.Л., Мельников Д.В., В.М. Рыбин, Трофимов А.И. Матричные методы расчета и проектирования сложных систем автоматического управления для инженеров / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 664 с.

12. Пупков К.А., Егупов Н.Д., Колесников Л.В., Мельников Д.В., Трофимов А.И. Высокоточные системы самонаведения. Расчет и проектирование. Вычислительный эксперимент / Под. ред. Пупкова К.А., Егупова Н.Д. – М.: Физматлит, 2011. – 512 с.

13. Чжо Ту Аунг, Мельников Д.В. Алгоритм исследования нелинейных систем автоматического управления в стохастических режимах // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – № 4 (28). – С. 3; http://engjournal.ru/catalog/it/asu/1270.html.

### References

1. Aung Ch.S., Makarenkov A.M., Mo P.S. Identifikacija sluchajnyh parametrov matema-ticheskoj modeli jelektrogidravlicheskogo sledjashhego privoda // Fundamentalnye is-sledovanija. 2016. no. 2–2. pp. 231–235.

2. Martjanov P.S. Sintez analogovyh filtrov na jelementarnyh zvenjah dlja radioteh-nicheskih sistem: dissertacija ... kandidata tehnicheskih nauk: M., 2010. 156 p.

3. Melnikov D.V., Egupov N.D., Min Ch.Tu. Metod matrichnyh operatorov sinteza nesta-cionarnyh filtrov // Voprosy radiojelektroniki. 2013. T. 1, no. 4. pp. 65–75.

4. Melnikov D.V., Kornjushin P.Ju., Min Ch.T., Chzho T.A., Okar M. Proekcionno–matrichnyj podhod k analizu i sintezu sistem upravlenija jelektrojenergeticheskih si-stem // Nauchnoe obozrenie. 2015. no. 2. pp. 88–97.

5. Melnikov D.V., Kornjushin Ju.P., Min Ch.Tu. Spektralnyj metod sinteza nelinej-nyh radiojelektronnyh sistem upravlenija // Voprosy radiojelektroniki. 2013. T. 1, no. 4. pp. 116–124.

6. Melnikov D.V., Min Ch.Tu. Issledovanie radiotehnicheskih ustrojstv v stohasticheskih rezhimah // Voprosy radiojelektroniki. 2013. T. 1, no. 4. pp. 76–88.

7. Melnikov D.V., Chzho Tu.A., Okar M. Algoritm statisticheskogo analiza linejnyh ne-stacionarnyh sistem so sluchajnymi parametrami s ispolzovaniem apparata matrich-nyh operatorov i teorii chuvstvitelnosti // Nauchnoe obozrenie. 2015. no. 20. pp. 185–190.

8. Min Ch.Tu., Melnikov D.V., Algoritm stohasticheskogo issledovanija nelinejnyh si-stem upravlenija s ispolzovaniem proekcionno–matrichnogo apparata // Nauchnoe obo-zrenie. 2014. no. 10–1. pp. 87–93.

9. Mishin G.T. Sovremennaja analogovaja mikrojelektronika: teorija i praktika. M.: Iz-datelstvo «Radiotehnika», 2007. 208 p.

10. Okar Min, Melnikov D.V. Algoritm rascheta nelinejnyh sistem upravlenija proek-cionno-matrichnym metodom // Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii. 2014 no. 12 (36). pp. 17; http://engjournal.ru/catalog/it/asu/1268.html.

11. Pupkov K.A., Egupov N.D., Kolesnikov L.V., Lukashenko Ju.L., Melnikov D.V., V.M. Rybin, Trofimov A.I. Matrichnye metody rascheta i proektirovanija slozhnyh sistem avtomatich-eskogo upravlenija dlja inzhenerov / Pod red. K.A. Pupkova i N.D. Egupova. M.: Izdatelstvo MGTU im. N.Je. Baumana, 2007. 664p.

12. Pupkov K.A., Egupov N.D., Kolesnikov L.V., Melnikov D.V., Trofimov A.I. Vysoko-tochnye sistemy samonavedenija. Raschet i proektirovanie. Vychislitelnyj jeksperi-ment / Pod. red. Pupkova K.A., Egupova N.D. M.: Fizmatlit, 2011. 512 p.

13. Chzho Tu Aung, Melnikov D.V. Algoritm issledovanija nelinejnyh sistem avtomati-cheskogo upravlenija v stohastich-eskih rezhimah // Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii. 2014. no. 4 (28). pp. 3; http://engjournal.ru/catalog/it/asu/1270.html.

УДК 664.8.047:615.322

# ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЛАЖНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

**Попов А.М., Доня Д.В., Кравченко С.Н., Плотникова И.О., Плотников К.Б., Хлопотов И.В.**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», Кемерово, e-mail: popov4116@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию изменений структурно-фазовых характеристик дисперсных систем в зависимости от их теплофизических свойств. При рассмотрении структурных характеристик между различными фазами с использованием различных критериев подобия можно сделать вывод, что наиболее распространенным способом оценки количественного соотношения между фазами является весовой. Этот метод не позволяет получить полную картину протекающих процессов во время сушки, так как при рассмотрении удельного содержания компонентов в системе не берется во внимание газовая фаза, однако она способна оказывать значительное влияние на изменение физических основ процесса. При рассмотрении критериев подобия было рассмотрено влияние исходных параметров на структуру и свойства выслушиваемых материалов. Взяв во внимание количественное содержание газовой фазы в системе и значение ее теплопроводности можно поставить под сомнение адекватность получаемых значений. В результате проведенных литературных обзоров было получено выражение учитывающее соотношение всех трех фаз. Для подтверждения полученного выражения были проведены экспериментальные исследования определения коэффициента теплопроводности исследуемой смеси. Использование полученных зависимостей характеристик позволяет частично раскрыть механизм аномально высокой теплопроводности у влажных материалов.

**Ключевые слова: дисперсионная среда, гранулирование, сушка, гранулы, фазовые характеристики**

# CHANGING THE PHASE CHARACTERISTICS OF WET DISPERSIONS

**Popov A.M., Donya D.V., Kravchenko S.N., Plotnikova I.O., Plotnikov K.B., Khlopotov I.V.**

*Federal State-owned Budgetary Educational Institution ot Higher Vocational Education Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, e-mail: popov4116@yandex.ru*

This article is devoted to the study of structural changes in the phase characteristics of disperse systems, depending on their thermal properties. When considering the structural characteristics between different phases using different similarity criteria it can be concluded that the most common method of evaluation of the proportion between the phases is a weight. This method does not provide a complete picture of the processes occurring during the drying process, since the consideration of the specific content of components in the system are not taken into account the gas phase, but it can have a significant impact on the change in the physical foundations of the process. When considering the similarity criteria were considered, depending on the initial parameters of the structure and properties of materials to listen to. Taking into account the quantitative content of the gas phase in the system and its thermal conductivity value can be put into question the adequacy of the obtained values. The result of the conducted literature reviews which takes into account the ratio of the expression of all three phases was obtained. To confirm the expression obtained experimental studies determining the thermal conductivity of the test mixture were conducted. Using the resulting characteristics of dependencies allows partially revealing the mechanism of anomalously high thermal conductivity in wet materials.

**Keywords: dispersion medium, granulation, drying, granules, phase characteristics**

Сушкой называется термический процесс удаления из твердых материалов или дисперсных систем содержащейся в них влаги путем ее испарения. В процессе удаления влаги из материала конечный продукт приобретает новые свойства, которые предохраняют его от гниения и плесени, увеличивают его долговечность, предотвращают сжатие, искривление и растрескивание, также у него уменьшается масса, что ведет к удешевлению транспортировки. Меняются физические свойства материала, например снижается теплопроводность [6]. Коэффициент теплопроводности влажных материалов, согласно экспериментальным данным многочисленных исследований, значительно выше, чем коэффициент теплопроводности сухих тел. Его увеличение, согласно гипотезе А.В. Лыкова, объясняется тем, что испарение влаги происходит не только внутри или на поверхности сушимого тела, но и в небольшом пространстве над поверхностью объекта, куда выносятся микроскопические капли влаги, увлекаемые потоком сушильного агента с поверхности тела. Существующие на данный момент полуэмпирические и эмпирические зависимости позволяют рассчитывать эти коэффициенты теплопроводности. Однако определение общей продолжительности сушки до требуемого конечного влагосодержания материала, возможно лишь при известных закономерностях кинетики процесса.

**Цель работы:** определение фазовых характеристик влажных дисперсных систем.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования является поведение влажных материалов во время процесса сушки при различных условиях, а также возможность его прогнозирования во времени с помощью критериев трещинообразования и коэффициентов чувствительности к сушке. На основе баланса масс между фазами, составляющими систему, производится расчет этих коэффициентов, при этом используется весовое влагосодержание.

При сушке свободнодисперсных систем использовались: сахар, крахмал и влажный шрот ягоды. Баланса массы каждого из компонентов будет достаточно для прогнозирования процесса сушки. При сушке связнодисперсных материалов, у которых известны форма и размеры используется не только баланс масс, но и баланс объемов [8]. Сумму объемных концентраций каждой из фаз для наглядности можно представить в виде выражения [2]:

$$К_г + К_т + К_ж = 1, \quad (1)$$

где $К_г$, $К_т$, $К_ж$ – соответственно содержание газовой, твердой и жидкой фазы.

Формула (1) справедлива в процессе всего времени сушки. При полном удалении влаги из высушиваемого материала уравнение (1) примет вид [2]:

$$К_г + К_т = 1. \quad (2)$$

Использование фазовых характеристик позволяет оценить качество высушенных продуктов, а также эффективность процесса сушки. Объемные концентрации твердой фазы позволяют определить эффективность процесса сушки не только в статике, но и в динамике. Для расчетов и исследований процесса сушки используются материальный и тепловой балансы и *i-d* диаграмма Л.К. Рамзина [1, 3]. По данной методике можно определить необходимую температуру сушильного агента, а также рассчитать влагосодержание материала в процессе высушивания. При сушке материалов заданной формы необходимо помнить, что нужно следить не только за параметрами сушильного агента, но и за геометрическими характеристиками высушиваемого изделия, что зачастую сложно осуществить, если при этом использовать параметры влагосодержания материала. Поэтому обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что использование объемных характеристик позволит сократить погрешность измерений.

Показатель количества жидкого компонента в системе позволяет определить размер образовавшейся кристаллизационной структуры, а свойства твердой фазы при этом не оказывают влияния на зависимость Кт и влагосодержание материала при $W \geq W$нкв ($W$ – влажность материала; $W$нкв – наименьшая капиллярная влажность) [2]:

$$К_т = b \cdot W + a, \quad (3)$$

где $a$, $b$ – коэффициенты, полученные эмпирическим путем.

Для того чтобы определить изменение свойств материала во время сушки, необходимо рассмотреть различие между приготовлением формовочной массы и сушкой. При этом необходимо рассматривать этот процесс, используя упрощенное представление о составе и структуре двухкомпонентных систем – структурного каркаса и парового вещества. Основная часть влаги может быть связана только поровым веществом, которое представляет из себя мелкодисперсные частицы, образующие с жидкостью суспензию. Грубодисперсные частицы суспензии образуют каркас формовочной массы и не могут удерживать большого количества влаги [4, 5].

Согласно классической технологии производства быстрорастворимых напитков после процесса грануляции, гранулы подвергаются сушке, во время которой происходит нагрев поровой суспензии [7, 9]. Для определения влияния температуры на реологические свойства паровой суспензии были проведены серии опытов. В качестве объекта исследования была принята суспензия 40% сока аронии, шрота ягоды и крахмала. Исследуемые модельные объекты нагревались до температуры от 20 до 50 °С с шагом в 10 °С, после этого производилось термостатирование. Вследствие высокого коагуляционного структурирования исследуемых проб, время и условия подготовки опытных проб суспензии строго регламентировались и были постоянными. Результаты приведены в табл. 1 ($\psi$ – скорость сдвига; $Q$ – предел упругости; $\eta$ – внутреннее трение).

**Таблица 1**

Влияние температуры на реологические свойства суспензии

| Реологические параметры | Температура, °С | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Q, дин/см$^2$ | 270 | 290 | 340 | 470 |
| $\eta_1$, пуаз | 2,24 | 1,68 | 1,26 | 1,02 |
| $\psi_1$, сек$^{-1}$ | 113 | 121 | 142 | 196 |

Из табл. 1 видно что при повышении температуры увеличивается предельное напряжение сдвига, это связано с интенсификацией коагуляционного структурообразования. Объем жидкой фазы в системе увеличивается, так как растворимость сахарозы с увеличением температуры возрастает на 25%, следовательно, пластичность при повышении температуры так же резко возрастает [3].

М.С. Белопольским было доказано, что чувствительность дисперсной массы к процессу сушки можно описать с помощью коэффициента образования поверхностных трещин в момент усадки поверхностного слоя и коэффициента образования внутренних трещин в период окончания усадки поверхностного слоя.

Математическое описание процесса сушки с помощью системы дифференциальных уравнений тепловлагопереноса имеет ряд сложностей, в этой связи для описания процесса сушки используют критерии подобия тепломассопереноса, среди которых можно выделить следующие: Лыкова (Lu), Поснова (Рп), Кирпичева (Ki), Био (Bi), Коссовича (Ko), Фурье (Fo), Ребиндера (Rb) [3].

Проведя анализ коэффициента теплопроводности можно сделать вывод, что его величина не зависит от массы материала, а теплопроводность можно рассчитать также по правилу аддитивности. Согласно Киршеру коэффициент теплопроводности можно определять по следующему выражению [4]:

– при передаче тепла вдоль слоев

$$\lambda_{см} = (1 - П)\,\lambda_т + П\lambda_ж, \quad (4)$$

– при передаче тепла поперек слоев

$$\lambda_{см} = \frac{\lambda_т \cdot \lambda_ж}{\left[(1-П)\lambda_т + П\lambda_ж\right]}, \quad (5)$$

где П – пористость слоя материала;
$\lambda_т$, $\lambda_ж$, $\lambda_{см}$ – коэффициенты теплопроводности твердой, жидкой фаз и их смеси.

В результате литературного обзора было выявлено большое количество различных зависимостей для определения коэффициента теплопроводности влажных дисперсных материалов, но в этих зависимостях не учитывается объемный фазовый состав. Зависимости являются эмпирическими и имеют узкий круг применения. Поэтому формула, предложенная Киршером, обладает преимуществом, т.к. учитывает объемное содержание жидкой и твердой фазы, но в этой формуле не учитывается объемное содержание газовой фазы, имеющей хоть и небольшую массу в системе, имея небольшую плотность и теплопроводность, она может оказывать существенное влияние на процесс сушки. Учитывая все вышесказанное, формула для расчета коэффициента теплопроводности дисперсных материалов будет иметь вид

$$\lambda_{вл} = \frac{\left(K_т + K_ж\right)/\left(1 - K_т\right)}{\frac{K_т \cdot \alpha_1}{\lambda_{т1}} + \frac{K_т \cdot \alpha_2}{\lambda_{т2}} + \frac{K_{т3} \cdot \alpha}{\lambda_{т3}} + \frac{K_ж}{\lambda_ж} + \frac{K_г}{\lambda_г}}, \quad (6)$$

где $\lambda_т$, $\lambda_ж$, $\lambda_г$, $\lambda_{вл}$ – коэффициенты теплопроводности твердой, жидкой, газовой фаз и дисперсного материала;
$\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$ – коэффициенты объемной концентрации составляющих твердой фазы;

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1. \quad (7)$$

Выражение в числителе формулы (6) учитывает соотношение всех трех фаз и при $K_ж = 0$ трансформируется в соотношение твердой и газовой фаз.

Для подтверждения адекватности полученной формулы были проведены серии экспериментов для определения коэффициента теплопроводности на модельной смеси, имеющей состав: сахар – 60%; крахмал – 25%; шрот аронии – 15%; премиксы 0,01 (сверх 100%). Результаты сведены в табл. 2.

Коэффициент теплопроводности у сухих монолитных образцов размерами 50х50х75 мм определялся методом постоянного плоского источника тепла. Образцы были изготовлены с помощью метода пластичного формования, влажность составляла 15%, давление прессования 50 МПа. После прессования образцы подвергались сушке в сушильном шкафу при температуре 60 °С. Температура поддерживалась постоянной в течение всего процесса, после высушивания образцы охлаждались в эксикаторе до температуры 20 °С в течение 24 часов. Коэффициент теплопроводности смеси определялся экспериментальным путем и составлял в среднем 0,696 Вт/м·град. По формулам (4), (5) были рассчитаны коэффициенты теплопроводности и теплоемкости смеси во влажном состоянии. Данные для этих расчетов принимались согласно значениям, полученным расчетно-экспериментальным путем во время предварительных исследований. Влагапроводность смеси рассчитывалась по коэффициенту капиллярной пропитки Ккп ($м^2/с$) по следующему выражению:

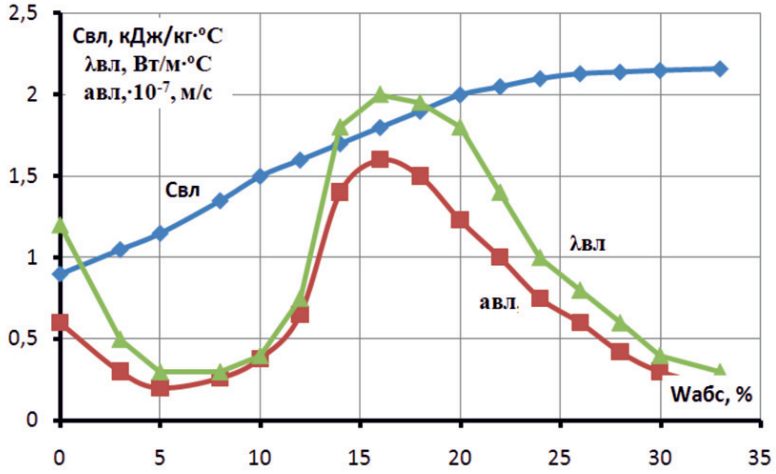
$$W = 0{,}344 \cdot 10^6 K_{кп} + 0{,}142, \quad (8)$$

$$K_т = -0{,}52 \cdot K_{кп} + 0{,}74. \quad (9)$$

**Таблица 2**

Теплофизические свойства влажной смеси

| $W_{абс}$ | $\rho_{вл}$, кг/м³ | $\rho_{сух}$, кг/м³ | $K_т$ | $K_ж$ | $K_г$ | $\lambda_{вл}$, Вт/м×град | $c_{вл}$, КДж/кг×град | $a_{вл} \times 10^7$, м²/с | Ккп×10⁶, м²/с | Lu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,051 | 1235 | 1156 | 0,630 | 0,079 | 0,290 | 0,140 | 1,150 | 0,206 | – | – |
| 0,082 | 1336 | 1205 | 0,650 | 0,131 | 0,220 | 0,208 | 1,313 | 0,253 | – | – |
| 0,100 | 1474 | 1304 | 0,690 | 0,170 | 0,140 | 0,376 | 1,510 | 0,369 | – | – |
| 0,121 | 1587 | 1373 | 0,718 | 0,214 | 0,068 | 0,758 | 1,566 | 0,676 | – | – |
| 0,142 | 1687 | 1328 | 0,740 | 0,260 | – | 1,883 | 1,709 | 1,466 | 0,000 | 0,00 |
| 0,158 | 1647 | 1368 | 0,716 | 0,279 | 0,005 | 2,028 | 1,774 | 1,550 | 0,046 | 0,30 |
| 0,181 | 1612 | 1304 | 0,690 | 0,308 | 0,002 | 1,999 | 1,870 | 1,475 | 0,113 | 0,76 |
| 0,198 | 1576 | 1250 | 0,670 | 0,327 | 0,003 | 1,822 | 1,934 | 1,324 | 0,162 | 1,22 |
| 0,218 | 1536 | 1190 | 0,644 | 0,347 | 0,009 | 1,453 | 2,002 | 1,041 | 0,221 | 2,12 |
| 0,236 | 1491 | 1130 | 0,620 | 0,361 | 0,019 | 1,102 | 2,051 | 0,789 | 0,273 | 3,46 |
| 0,252 | 1445 | 1074 | 0,597 | 0,372 | 0,031 | 0,844 | 2,090 | 0,607 | 0,319 | 5,25 |
| 0,275 | 1378 | 995 | 0,565 | 0,383 | 0,052 | 0,582 | 2,130 | 0,426 | 0,386 | 9,06 |
| 0,297 | 1306 | 916 | 0,533 | 0,391 | 0,076 | 0,415 | 2,161 | 0,312 | 0,450 | 14,42 |
| 0,319 | 1258 | 857 | 0,509 | 0,401 | 0,090 | 0,346 | 2,196 | 0,263 | 0,514 | 19,54 |
| 0,335 | 1182 | 785 | 0,480 | 0,397 | 0,123 | 0,249 | 2,188 | 0,200 | 0,561 | 28,05 |




*Теплофизические свойства материала в зависимости от его влагосодержания*

## Результаты исследования и их обсуждение

Согласно полученным данным (табл. 2) при влажности $W_{нкв} = 0{,}142$, коэффициент капиллярной пропитки равен нулю, данную влагу, возможно, удалить во время термического обезвоживания, поэтому критерий Лыкова может быть определен при условии $W > W_{нкв}$, т.е. когда образуется капилярно подвижная влага. При влажности 19% обеспечивается равновесная скорость изотермической и изоконцентрационной поверхностей. При влажности $W > 0{,}19$ коэффициент Лыкова равен $Lu > 1$. Этот процесс сушки наиболее опасен, так как сушка материала будет идти с постоянной скоростью, а скорость диффузии влаги будет превышать скорость диффузии тепла. Поэтому при перемещении капиллярно-подвижной влаги температура в центре гранулы будет ниже температуры сушильного агента. После окончания процесса перемещения и удаления капиллярно-подвижной влаги температура материала будет повышаться, так как будет происходить углубленное испарение, то есть в процессе начинает преобладать температуропроводность.

Согласно рисунку теплоемкость исследуемой смеси увеличивается до оптимальной формовочной влажности $W = 0{,}24$. При влажности 0,24–0,335 теплоемкость смеси практически не изменяется, несмотря на изменение фаз системы. Это объясняется тем, что увеличение влагосодержания материала происходит более интенсивно за счет изменения объемной концентрации жидкой фазы по сравнению с объемной концентрацией твердой фазы в связи с существенным различием плотностей этих двух фаз. Из графика видно, что при высокой влажности гранулы имеют высокое термическое сопротивление, но при достижении влажности 10–12% происходит резкое возрастание теплопроводности. При этом коэффициент теплопроводности для данной влажности превышает λ для всех фаз, из которых состоит материал. Это связано с высокой теплопроводностью влажных материалов.

## Выводы

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что для совершенствования методики определения теплофизических характеристик дисперсных систем необходимо использовать фазовые объемные характеристики, что в конечном итоге позволит повысить достоверность полученных результатов. Использование этих характеристик может позволить более подробно понять механизм аномально высокой теплопроводности влажных материалов и в дальнейшем прогнозировать не только изменения теплофизических свойств, но и поведение материалов во время проведения процесса при различных значениях содержания фаз.

## Список литературы

1. Бакластов А.М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, О.Л. Данилов и др.; Под ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.

2. Лотов В.А. Изменение фазового состава системы цемент-вода при гидратации и твердении / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2012. – Т. 321, № 3. – С. 42–45.

3. Лыков А.В. Прогноз развития науки о сушке капиллярно-пористых коллоидных тел. / А.В. Лыков. – ИФЖ. – 1970. – № 4. – С. 609–616.

4. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

5. Макковеев М.А. Идентификация процесса гранулирования инстантированных полидисперсных продуктов в тарельчатых грануляторах с активатором / М.А. Макковеев, А.М. Попов, Е.Б. Асташенко, А.В. Чупин. – Техника и технология пищевых производств, 2010. – № 2. – С. 60–65.

6. Сорокопуд В.В. Теплофизические характеристики водных и водно-спиртовых экстрактов ягод клюквы и голубики / В.В. Сорокопуд, И.Б. Плотников, Л.В. Плотникова. Химия растительного сырья. – 2014. – № 3. – С. 255–258.

7. Chokshi R., Zia H. Hot melt extrusion technique: a review, Iranian J Pharm Res. – 2004. – № 3. – P. 3–16.

8. Popov A. Sistemic Regularities in the Study and Design of Technological Complexes for the Production of Instant Peverages / Popov A. // Food and Raw Materials. – 2014. – № 2. – P. 156–160.

9. Rundgren K., Lyckfeldt O. and Sjöstedt M., Improving Powders with Freeze Granulation, Ceramic Industry, 2003. – P. 40–44.

## References

1. Baklastov A.M. Promyshlennye teplomassoobmennye processy i ustanovki / A.M. Baklastov, V.A. Gorbenko, O.L. Danilov i dr.; Pod red. A.M. Baklastova. M.: Jenergoatomizdat, 1986. 328 p.

2. Lotov V.A. Izmenenie fazovogo sostava sistemy cement-voda pri gidratacii i tverdenii / Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2012. T. 321, no. 3. pp. 42–45.

3. Lykov A.V. Prognoz razvitija nauki o sushke kapilljarno-poristyh kolloidnyh tel. / A.V. Lykov. IFZh. 1970. no. 4. pp. 609–616.

4. Lykov A.V. Teorija sushki / A.V. Lykov. M.: Jenergija, 1968. 472 p.

5. Makkoveev M.A. Identifikacija processa granulirovanija instantirovannyh polidispersnyh produktov v tarelchatyh granuljatorah s aktivatorom / M.A. Makkoveev, A.M. Popov, E.B. Astashenko, A.V. Chupin. Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv, 2010. no. 2. pp. 60–65.

6. Sorokopud V.V. Teplofizicheskie harakteristiki vodnyh i vodno-spirtovyh jekstraktov jagod kljukvy i golubiki / V.V. Sorokopud, I.B. Plotnikov, L.V. Plotnikova. Himija rastitelnogo syrja. 2014. no. 3. pp. 255–258.

7. Chokshi R., Zia H. Hot melt extrusion technique: a review, Iranian J Pharm Res. 2004. no. 3. pp. 3–16.

8. Popov A. Sistemic Regularities in the Study and Design of Technological Complexes for the Production of Instant Peverages / Popov A. // Food and Raw Materials. 2014. no. 2. pp. 156–160.

9. Rundgren K., Lyckfeldt O. and Sjöstedt M., Improving Powders with Freeze Granulation, Ceramic Industry, 2003. pp. 40–44.

УДК 691.32

# ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПРЕССОВАННОГО ИСКУССТВЕННОГО КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

**Черепов В.Д., Красикова О.В., Богданова Г.В., Матвеева Р.О.**

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: cherepov.86@mail.ru*

Проведены исследования, направленные на экспериментальное обоснование возможности получения мелкоштучного искусственного каменного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород (ОДКП) методом прессования. Также, исследована зависимость технико-эксплуатационных свойств разрабатываемого материала от введения в сырьевую смесь химического модификатора Акватрон 6 в диапазоне 1–3 % от массы сухих компонентов. Установлено, что мелкоштучный прессованный искусственный каменный материал может быть получен на основе ОДКП Чукшинского карьера Республики Марий Эл с прочностью при сжатии 9,5 МПа при величине прессующего давления 18 МПа. Модификация исследуемого состава добавкой Акватрон 6 приводит к увеличению прочностных характеристик и коэффициента водостойкости каменного материала на 21 % и 15 % соответственно при использовании ее в количестве 3 % от массы сухих материалов. Результаты проведенного исследования способствуют решению вопроса комплексной утилизации отсевов дробления карбонатных пород.

**Ключевые слова: искусственный каменный материал, химический модификатор, отсевы дробления карбонатных пород, прочность при сжатии, коэффициент водостойкости, Акватрон 6, прессующее давление**

# INVESTIGATION OF MODIFIED PRESSED ARTIFICIAL STONE MATERIAL BASED ON THE SCREENINGS CRUSHING OF CARBONATE ROCKS

**Cherepov V.D., Krasikova O.V., Bogdanova G.V., Matveeva R.O.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, e-mail: cherepov.86@mail.ru*

The research was aimed at experimental study of the possible production of the small-pieces of artificial stone material based on the screenings crushing of carbonate rocks (SCCR) by pressing. Moreover, the dependence of the technical operational properties of the material was studied after adding 1–3 % Aquatron 6, chemical modifier the raw mixture. It was found that the small sized artificial stone material can be received by the SCCR in the Chukshinsky quarry, the Republic of Mari El with a compressive strength of 9,5 MPa when the pressure value is 18 MPa. If the admixture constitutes 3 %of the whole amount of dry materials, we can increase the strength and the coefficient of water resistance of the stone material by 21 % and 15 % respectively. The results of this research will help to solve the problem of complex recycling the screenings crushing of carbonate rocks.

**Keywords: artificial stone material, chemical modifier, screenings crushing of carbonate rocks, compressive strength, coefficient of water resistance, Aquatron 6, pressing pressure**

В современном мире численность населения постоянно увеличивается, в связи с чем растут потребности в использовании большего количества всех видов минеральных ресурсов, что в условиях мировой современной экологической напряженности является важнейшей проблемой любого государства. Минерально-сырьевая база под воздействием промышленной и хозяйственной деятельности человека истощается, отсюда встает вопрос о рационализации и эффективном сбережении природных ресурсов. Строительная отрасль напрямую связана с потреблением большого количества природных запасов, поэтому одной из важнейших ее задач является разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий, которые ориентированы на эффективное использование как самих ресурсов, так и отходов производства.

Объемы производства нерудных строительных материалов в нашей стране неуклонно растут, что способствует образованию и накоплению значительных объемов отходов разработки соответствующих пород. В частности, на территории Республики Марий Эл расположено восемь разрабатываемых месторождений карбонатных пород. При этом вопрос комплексной утилизации образующихся в процессе производства отходов – отсевов дробления карбонатных пород (ОДКП) до настоящего времени не решен в полном объеме.

В частности, в научной литературе описана возможность применения отсевов дробления карбонатных пород Коркатовского карьера Республики Марий Эл при производстве атмосферостойкого прессованного искусственного строительного камня с повышенными технико-эксплуатационными

свойствами, с использованием методов химической модификации [1, 2, 5].

Из анализа научно-технической литературы известно, что карбонатные породы месторождений РМЭ отличаются высокой неоднородностью по плотности и минералогическому составу: содержание магнезитов в пределах даже одного месторождения изменяется в пределах 30 % [4].

При этом в представленных исследованиях отсутствуют экспериментальные данные, определяющие возможность применения в качестве одного из компонентов сырьевой смеси исследуемого материала отсевов дробления карбонатных пород других разрабатываемых в регионе месторождений [1, 2, 5].

Изложенные выше факты обуславливают актуальность выбранной тематики исследований, направленных на получение прессованного искусственного каменного материала, изготавливаемого на основе отсевов дробления карбонатных пород Республики Марий Эл.

Цель настоящего этапа исследований – экспериментальное обоснование возможности применения отсевов дробления неводостойких, низкопрочных карбонатных пород для получения мелкоштучного прессованного искусственного каменного материала, в том числе с использованием методов химического модифицирования сырьевых смесей.

Исследования проводились на двухкомпонентных составах. В качестве вяжущего был использован портландцемент ЦЕМ I 42,5 (ПЦ М500). Содержание цемента во всех составах составляло 10 % от массы сухих компонентов. В качестве заполнителя применялись отсевы дробления карбонатных пород Чукшинского карьера Республики Марий Эл. Ключевым фактором при выборе данного карьера являлся значительный объем накопленных ОДКП, негативно сказывающийся на экологии района расположения.

Графическое отображение гранулометрического состава отсевов дробления карбонатных пород Чукшинского карьера Республики Марий Эл представлено на рис. 1.

При проведении экспериментальных исследований гранулометрический состав ОДКП подвергался корректировке, заключающейся в удалении фракций 5–10 мм и 10–20 мм. Результаты исследования фазового состава, применяемого в исследованиях ОДКП, представлены в табл. 1.

**Таблица 1**

Фазовый состав ОДКП Чукшинского карьера

| Наименование месторождения | Фазовый состав, % мас. |
|---|---|
| Чукшинское | Доломит – 39, кальцит – 36, глинистые минералы – 13, полевые шпаты – 5, гипс – < 1 |

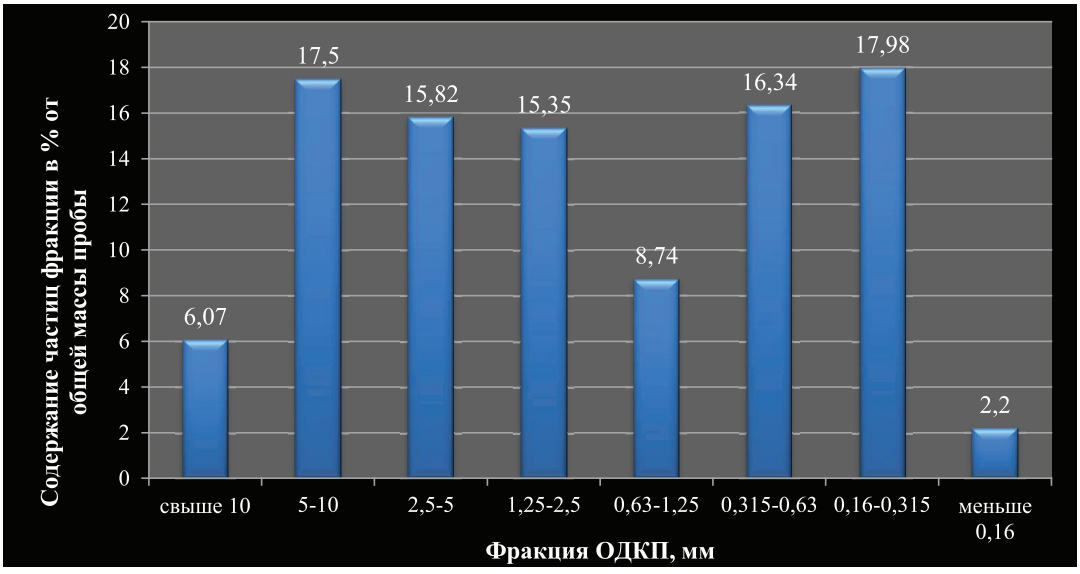



*Рис. 1. Гранулометрический состав ОДКП Чукшинского карьера РМЭ*

**Таблица 2**

Рецептура составов сырьевой смеси

| № п/п | Содержание компонентов, % от массы сухих материалов | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Цемент | ОДКП | Вода | Акватрон6 |
| 1 | 10 | 90 | 13 | 1 |
| 2 | 10 | 90 | 13 | 2 |
| 3 | 10 | 90 | 13 | 3 |
| 4 | 10 | 90 | 13 | 0 |

**Таблица 3**

Результаты экспериментальных исследований

| Содержание добавки Акватрон 6, % от массы сухих веществ | Rсж. образцов, твердеющих в нормальных условиях, МПа | Rсж. образцов в сухом состоянии, МПа | Rсж. образцов в водонасыщенном состоянии, МПа |
|---|---|---|---|
| 0 | 9,61 | 22,10 | 9,00 |
| 1 | 9,25 | 20,69 | 8,53 |
| 2 | 9,44 | 22,55 | 9,10 |
| 3 | 11,59 | 23,06 | 10,92 |

Для проверки экологической безопасности сырья был проведен ряд исследований, который показал, что исследуемые отсевы дробления карбонатных пород, используемые в качестве одного из основных компонентов при изготовлении искусственного каменного материала, по содержанию природных радионуклидов согласно п. 5.3.4 СанПиН 2.6.1.2523–09 соответствуют 1 классу строительных материалов ($А_{эфф.}$ не превышает 370 Бк/кг). Таким образом, отсевы дробления относятся к разряду экологически чистого сырья [3].

Содержание отсевов дробления во всех составах составляло 90% от массы сухих компонентов.

В качестве химического модификатора применялась добавка Акватрон 6 (ТУ 5745-080-07508005-2000 Сертификат соответствия Госстроя России № 0180483), способствующая повышению водонепроницаемости материала.

Эффективность введения химического модификатора Акватрон 6 исследована в диапазоне 1–3% от массы сухих компонентов сырьевой смеси. Влажность смеси во всех составах принималась равной 13% от массы сухих материалов.

При этом важно отметить, что рассматриваемый модификатор (порошок) вводился в смесь предварительно увлажненную половиной требуемого количества воды затворения, посредством растворения во второй половине расчетного количества воды.

С целью контроля эффективности применения рассматриваемого химического модификатора в план эксперимента был включен контрольный состав.

Рецептуры исследуемых составов представлены в табл. 2.

Из представленных составов прессованием под давлением 18 МПа изготавливались образцы – цилиндры диаметром 70 мм и высотой 70 мм.

В процессе реализации настоящего этапа экспериментальных исследований осуществлялось выявление уровня влияния введения в рецептуру прессованного искусственного каменного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород химического модификатора Акватрон 6 на формирование прочности и водостойкости изготавливаемого материала. В ходе экспериментальных исследований были получены результаты, представленные в табл. 3.

Результаты экспериментальных исследований, направленных на изучение формирования прочностных характеристик малоцементного прессованного искусственного каменного материала на основе ОДКП Чукшинского карьера Республики Марий Эл, а также на установление зависимости исследуемых свойств от введения в рецептуру составов химического модификатора Акватрон 6, представлены на рис. 2–4.

Анализ графика, представленного на рис. 2, показал, что методом прессования, при величине формовочного давления 18 МПа, может быть получен мелкоштучный искусственный каменный материал с прочностью при сжатии до 9,5 МПа. Кроме того, введение добавки в количестве 1–2% от мас-

сы сухих веществ не ведет к существенному росту прочности при сжатии искусственного каменного материала по сравнению с немодифицированным составом. Рост исследуемого параметра наблюдается при введении модифицирующей добавки в количестве 3% от массы сухих компонентов. В частности, повышение прочности при сжатии обозначенного модифицированного состава по отношению к контрольному (бездобавочному) составило 17% (с 9,61 МПа до 11, 59 МПа).

Графическое отображение зависимости прочности при сжатии исследуемого материала в сухом состоянии от содержания химического модификатора Акватрон 6 представлено на рис. 3.

Характер графика показывает, что при введении добавки в количестве 1–2% от массы сухих компонентов, показатель прочности при сжатии образцов в сухом состоянии практически не изменяется по сравнению с контрольным составом. Увеличение количества вводимого модификатора до 3% от массы сухих веществ способствует росту исследуемого параметра до значения 23,06 МПа. Таким образом, прирост прочности в сухом состоянии рассматриваемого состава в сравнении с контрольным составил 7%.

Результаты исследования формирования прочности при сжатии искусственного каменного материала на основе ОДКП в водонасыщенном состоянии приведены на рис. 4.

Анализируя данные графика, представленного на рис. 4, можно сделать вывод, что рост предела прочности при сжатии образцов в водонасыщенном состоянии наблюдается только при введении в смесь добавки в количестве 3% от массы сухих веществ. Увеличение предела прочности при сжатии образцов, содержащих добавку Акватрон 6 в количестве 3% от массы сухих компонентов по отношению к бездобавочным, составило 21%.

*Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии от количества вводимой добавки*

*Рис. 3. Зависимость предела прочности при сжатии в сухом состоянии от количества вводимой добавки*

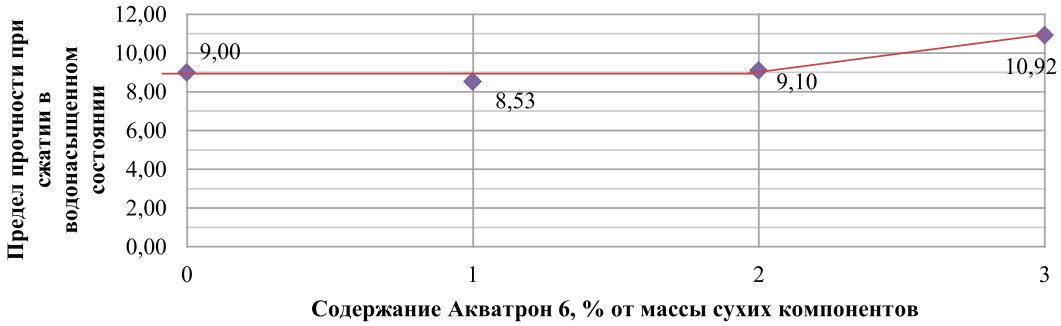



*Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии от количества вводимой добавки*

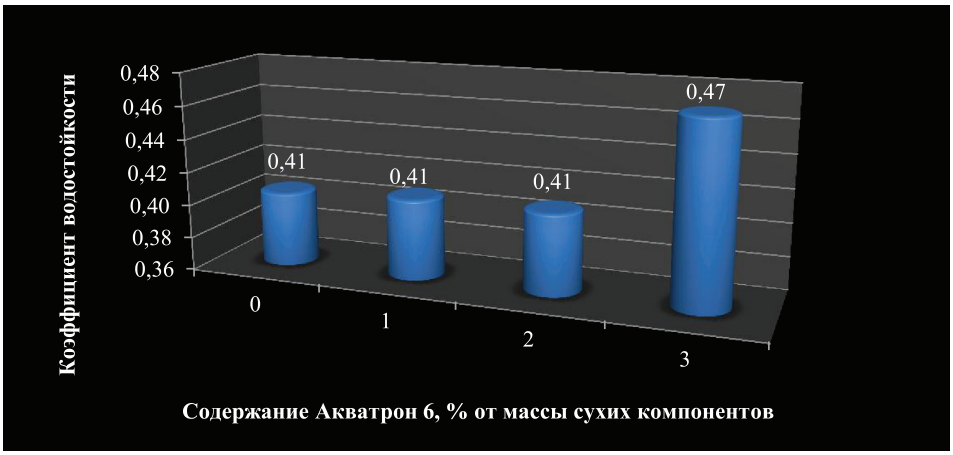



*Рис. 5. Зависимость коэффициента водостойкости от содержания добавки Акватрон 6*

В рамках данного этапа исследований проводилось изучение формирования коэффициента водостойкости прессованного искусственного каменного материала на основе ОДКП, в том числе в зависимости от количества вводимой добавки Акватрон 6.

Графическое отображение полученных результатов представлено на рис. 5.

Представленная диаграмма позволяет утверждать, что характер зависимости коэффициента водостойкости исследуемого материала от содержания модификатора Акватрон 6 аналогичен характеру влияния данной химической добавки на прочностные характеристики материала. Введение в исследуемый состав прессованного искусственного камня добавки Акватрон 6 в количестве 3% от массы сухих компонентов смеси способствовало росту коэффициента водостойкости материала по сравнению с бездобавочными образцами на 15% до значения 0,47.

Таким образом, проведенный комплекс экспериментальных исследований позволяет утверждать, что из малоцементных двухкомпонентных (цемент + ОДКП) составов с содержанием отсевов дробления карбонатных пород Чукшинского карьера Республики Марий Эл 90% от массы сухих компонентов при величине формовочной влажности смеси 13% и величине прессующего давления 18 МПа методом прессования может быть получен неатмосферостойкий мелкоштучный искусственный каменный материал с прочностью при сжатии до 9,5 МПа.

Прессованный искусственный камень на основе ОДКП Чукшинского карьера Республики Марий Эл с прочностью при сжатии до 11,5 МПа и коэффициентом водостойкости 0,47 может быть получен с использованием представленных выше рецептурно-технологических параметров при введении в рецептуру формовочной смеси химического модификатора Акватрон 6 в количестве 3% от массы сухих компонентов.

## Список литературы

1. Кононова О.В., Черепов В.Д. Модифицированный искусственный камень на основе отсевов дробления карбонатных пород [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8295.

2. Кононова О.В., Черепов В.Д. Структурообразование искусственного камня на основе отсевов дробления карбонатных пород // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–6. – С. 1200–1204.

3. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009. – М.: Издательство стандартов, 2009. – С. 65.

4. Сычева М.Д. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Марийской АССР / Сост. М.Д. Сычева, А.И. Белянина, А.В. Гришанина. – М.: Геологический фонд РФ, 1984. – С. 127.

5. Черепов В.Д. Искусственный каменный материал на основе отсевов дробления карбонатных пород: Автореф. дис. канд.тех.наук. – Иваново, 2015. – 18 с.

## References

1. Kononova O.V., Cherepov V.D. Modificirovannyj iskusstvennyj kamen na osnove otsevov droblenija karbonatnyh porod [Jelektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 1; Rezhim dostupa: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8295.

2. Kononova O.V., Cherepov V.D. Strukturoobrazovanie iskusstvennogo kamnja na osnove otsevov droblenija karbonatnyh porod // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 9–6. pp. 1200–1204.

3. Sanitarnye pravila i normy: SanPiN 2.6.1.2523–09 Normy radiacionnoj bezopasnosti NRB–99/2009. M.: Izdatelstvo standartov, 2009. pp. 65.

4. Sycheva M.D. Objasnitelnaja zapiska k obzornoj karte mestorozhdenij stroitelnyh materialov Marijskoj ASSR / Sost. M.D. Sycheva, A.I. Beljanina, A.V. Grishanina. M.: Geologicheskij fond RF, 1984. pp. 127.

5. Cherepov V.D. Iskusstvennyj kamennyj material na osnove otsevov droblenija karbonatnyh porod: Avtoref. dis. kand. teh.nauk. Ivanovo, 2015. 18 p.

УДК 624.131

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

**Шестаков И.В.**

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, e-mail: kudr@festu.khv.ru*

Проблема проектирования и строительства на пучинистых грунтах особенно остро стоит в южной части Дальневосточного региона в связи с возрастающими объемами строительства зданий и сооружений на буронабивных сваях. Дальний Восток отличается суровым климатом с глубоким сезонным промерзанием и особенностями инженерно-геологических условий региона. И деформации грунтов в основании фундаментов при их промерзании и оттаивании (морозное пучение) выказывают серьезные повреждения малонагруженным фундаментам зданий и сооружений, а также незавершенным объектам строительства. Для снижения негативного воздействия сил морозного пучения на свайный фундамент применяется целый комплекс мер: понижение уровня грунтовых вод, организованный отвод поверхностных вод от объекта строительства, размещение подошвы ростверка выше поверхности земли, нанесение на боковую поверхность сваи материалов снижающих сцепление грунта при действии касательных сил морозного пучения. Конструктивными методами, показавшими высокую эффективность, является применение экструдированного пенополистирола при утеплении фундамента на буронабивных сваях для повышения температуры промерзающего грунта.

**Ключевые слова: морозное пучение, буронабивные сваи**

# TEMPERATURE REGIME AROUND THE PIPE WITH INSULATION IN HEAVING SOILS SOUTHERN DISTRICT OF THE FAR EASTERN

**Shestakov I.V.**

*Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, e-mail: kudr@festu.khv.ru*

The problem of design and construction on heaving soils is particularly acute in the southern part of the Far Eastern due to the increased volume of construction of buildings and structures on the bored piles. The Far Eastern is extreme climates with deep seasonal freezing and geotechnical characteristics of the region. And deformation of soils at the base of foundations during their freezing and thawing (frost heave) have a lightly loaded serious damage to building foundations and structures, as well as unfinished construction projects. To reduce the effects of frost heaving forces on pile foundation used a range of measures: reduction of the water table, organized withdrawal of surface water from the construction project, placing the bottom grillage above soil, coating the surface of the pile side friction materials reduce shear forces from the action of frost heaving . In addition to the above methods shows high efficiency insulation foundation on bored piles extrusion styrofoam.

**Keywords: frost heave, bored piles**

Проблема проектирования и строительства на пучинистых грунтах особенно остро стоит в Дальневосточном регионе в связи с возрастающими объемами строительства. Дальний Восток отличается суровым климатом с глубоким сезонным промерзанием и особенностями инженерно-геологических условий региона. И деформации грунтов в основании фундаментов при их промерзании и оттаивании выказывают серьезные повреждения малонагруженным фундаментам зданий и сооружений, незавершенным объектам (без отопления).

Проектирование и конструирование фундаментов необходимо производить комплексно в годичном цикле процессов промерзания, морозного пучения и оттаивания. При этом должны быть проработаны конструктивные меры защиты оснований и фундаментов от влияния на сооружения этих негативных явлений.

## Исследование изменения температуры грунта в скважинах

Из-за климатических особенностей в России строительство ведется на сезонно промерзающих грунтах, в том числе с глубоким сезонным промерзанием. Сезонное промерзание грунтов наблюдается на территории, занимающей всю площадь южных районов Дальнего Востока России. Глубина сезонного промерзания грунтов колеблется в широких пределах, порой достигая 3 м [4, 5].

В соответствии со строительными нормами и правилами при строительстве на пучинистых грунтах требуют заглублять фундаменты ниже глубины сезонного промерзания грунтов, т.к. промерзание основания во время строительства или эксплуатации может привести к недопустимым деформациям сооружения. При этом действие нормальных сил на подошву прекращается, а касательные силы пучения по боковым поверхностям фундамента значительно возрастают (в малоэтажных зданиях эти силы часто превосходят нагрузку, действующую на фундаменты, вследствие чего последние также подвергаются пучению – деформируются) [1, 2, 3, 4].

Заглубление фундаментов ниже глубины сезонного промерзания приводит к большому объему земляных и бетонных работ,

в конечном счете увеличивая стоимость фундаментов (до 50%) и долю фундаментов в суммарной стоимости здания. Особенно существенно этот факт сказывается на малоэтажных зданиях, в которых стоимость фундаментов распределяется на небольшое количество этажей, тем самым резко повышая стоимость 1 м$^2$ жилья по сравнению с многоэтажными зданиями.

В ходе развития малоэтажного строительства требование о глубоком заложении фундаментов в условиях сезонно промерзающих грунтов приобрело вид аксиомы, к сожалению не спасающей фундамент от действия сил морозного пучения. Для решения проблемы действия на тело фундамента касательных сил в разное время предлагалось и предлагается: усиленный армированный фундамент и само надземное строение, устройство противопучинистых подсыпок, обмазок и засыпок, прогрева боковой поверхности фундамента, засолением и замазучиванием грунтов.

В последние годы развивается новое решение проблемы: за счет применения теплоизоляционных материалов частично или полностью исключить промерзание грунта под фундаментом. Стоит отметить, что в нашей стране накоплен достаточно большой положительный опыт по использованию теплоизоляции в качестве защиты в подземных сооружениях, в шоссе, дамбах, железных насыпей от действия сил морозного пучения [1, 2, 3, 4].

Для изучения температурных режимов (свайный фундамент) в октябре 2010 г. в г. Хабаровске был устроен опытный участок. На глубину 3 м установлены полипропиленовые трубы диаметром 50 мм. На уровне дневной поверхности вокруг одной из труб устроен утеплитель из экструдированного пенополистирола, толщ. 100 мм (рис. 1). Во избежание конвекции воздуха верхняя часть труб была закрыта пробкой. Измерения температуры выполнялись внутри трубы с помощью терморезисторов. Схема расположения точек измерения температуры грунта показана на рис. 1. Показания снимались с периодичностью один раз в месяц в течение всего периода наблюдений.

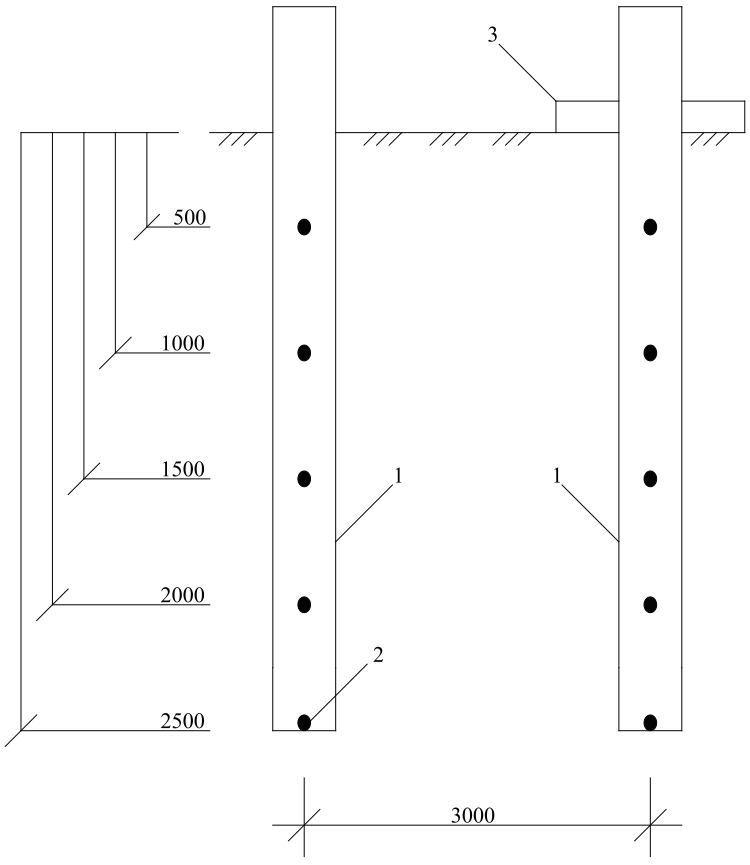



*Рис. 1. Схема расположения точек измерения температуры грунта на опытном участке: 1 – труба; 2 – точки замера; 3 – теплоизоляция из экструдированного пенополистирола*

В 2010 г. октябрь охарактеризовался температурой наружного воздуха на 0,9 °С выше нормативной, а ноябрь и последующие месяцы ниже нормативных: ноябрь – на 2,2 °С, декабрь – на 0,9 °С, январь – на 3,3 °С, февраль – на 1,2 °С, март – на 1,2 °С, апрель – на 2,5 °С, май – на 0,1 °С (табл. 1).

Первичный снежный покров начал образовываться в ноябре, во второй декаде ноября имел мощность 0,1–0,30 м. Во второй декаде декабря вследствие обильных осадков в районе экспериментального участка образовался устойчивый уплотненный снежный покров мощностью 0,5–1 м.

**Таблица 1**

Среднемесячные значения температуры воздуха

| Год | 2010 | | | 2011 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Месяц | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май |
| Температура наружного воздуха, °С | 5,5 | – 5,3 | – 18,5 | – 23,1 | – 14,2 | – 7,9 | – 2,8 | 12,3 |

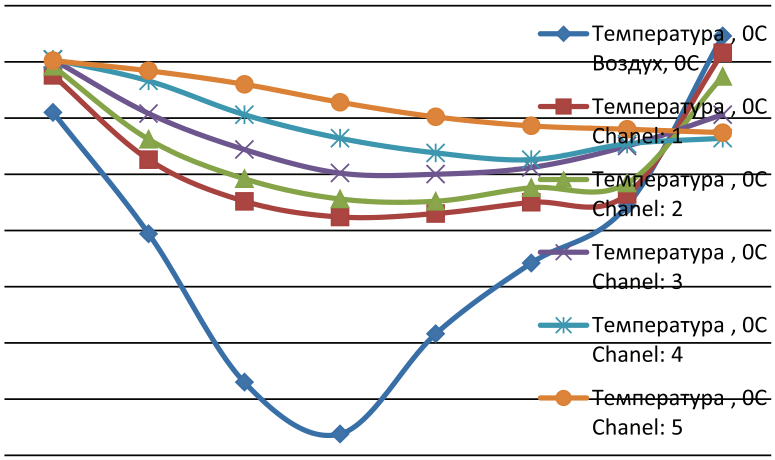



*Рис. 2. График изменения температуры грунта в скважине без изоляции*

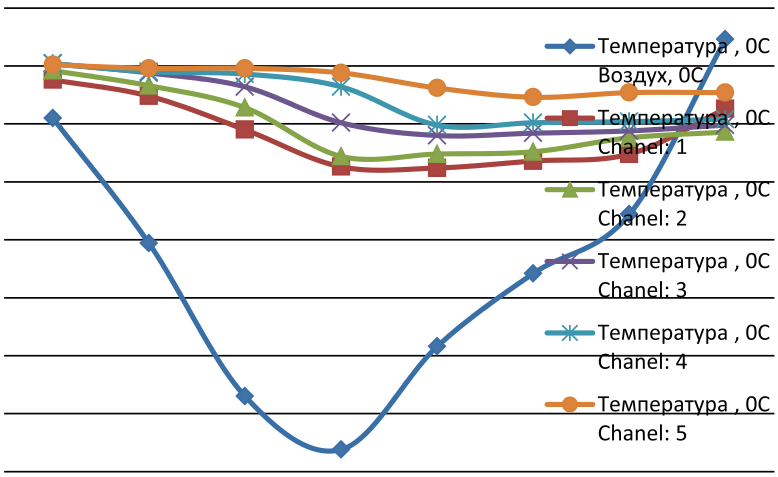



*Рис. 3. График изменения температуры грунта в скважине под снежным покровом*

*Рис. 4. Положение изолиний в грунте при оголенной поверхности в течении срока наблюдений по результатам численного моделирования в программе Termoground*

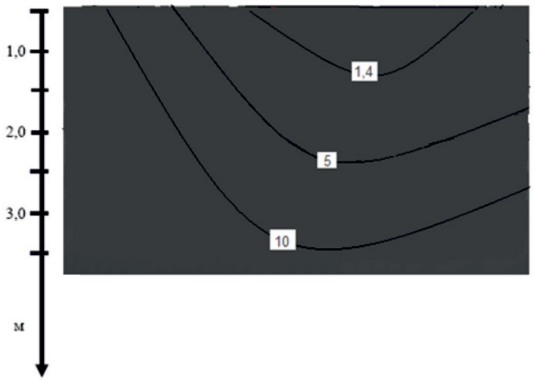



*Рис. 5. Изолинии температур в грунте с утеплением поверхности экструдированным пенополистиролом в течение срока наблюдений по результатам численного моделирования в программе Termoground*

**Таблица 2**

Температура воздуха и грунтов основания

| Месяц/глубина | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Температура воздуха | 19,8 | 13,3 | 4,4 | – 8 | – 18,5 | – 23,1 | – 14,2 | – 7,3 | 9,1 | 12,3 | 17,9 | 21,3 |
| – 0,15 (м) | 21 | 16,2 | 8,7 | 1,3 | – 2,4 | – 3,8 | – 3,4 | – 1,5 | 2,5 | 10,8 | 17,4 | 21,2 |
| – 0,40 (м) | 19,9 | 16,3 | 9,8 | 3,1 | – 0,4 | – 2,3 | – 2,4 | – 1,2 | 1,2 | 8,7 | 15,2 | 19,3 |
| – 0,80 (м) | 17,7 | 15,7 | 11 | 5,4 | 2,2 | 0,1 | – 0,9 | – 0,6 | 0,2 | 5,3 | 11,9 | 16,1 |
| – 1,60 (м) | 13,9 | 14 | 11,9 | 8,3 | 5,3 | 3,2 | 1,9 | 1,3 | 1,3 | 3,2 | 7,7 | 11,5 |
| – 3,20 (м) | 9,2 | 10,5 | 10,7 | 9,6 | 8 | 6,4 | 5,1 | 4,3 | 3,7 | 3,7 | 5,1 | 7,2 |

На рис. 2 показаны графики изменения температуры грунта под оголенной поверхностью.

На рис. 3 показаны графики изменения температуры грунта в скважине с изоляцией из экструдированного пенополистирола.

Наблюдения показали, что при наступлении отрицательных температур в скважине с утеплителем сохранялись положительные температуры грунта. Температура грунта под утеплителем в течение всего периода действия отрицательных температур наружного воздуха не опускалась до отрицательных значений. В этом случае теплоизоляция защищает нижележащий грунт от промерзания, что говорит о целесообразности ее использования.

В ходе исследований было выявлено снижение скорости роста температур в верхних слоях грунта, с ростом температур наружного воздуха, в отличие от скважины без утеплителя, где кривая изменения температуры грунта на отметках 0,5 м и 1,0 м повторяет кривую температуры наружного воздуха. Это вызвано тем, что теплоизоляция, расположенная в уровне дневной поверхности, препятствует проникновению в грунт тепла, при положительной температуре наружного воздуха, снижая скорость процесса его прогрева.

Для исследования процессов промерзания, морозного пучения и оттаивания были проведены теплофизические расчеты опытного основания с учетом фазовых превращений в спектре отрицательных температур для нестационарного теплового режима в трехмерном грунтовом пространстве методом конечных элементов по программе «Termoground», которая включена в программный комплекс «FEM models», разработанный геотехниками Санкт-Петербурга под руководством профессора В.М. Улицкого [1, 2, 3]. Составной частью «FEM-models» является программа «Termoground», которая позволяет исследовать с помощью численного моделирования в пространственной постановке процессы промерзания, морозного пучения и оттаивания в годичном цикле методом конечных элементов. Решение задачи численного моделирования процессов про-

мерзания, морозного пучения и оттаивания проводится в два этапа. Первоначально решается теплотехническая задача, в результате которой определяются температурные и влажностные поля на каждый период времени. Вторым этапом решается задача определения напряженно-деформационного состояния грунтов основания в процессе морозного пучения и оттаивания [1, 2, 3].

В основу математической модели теплофизических процессов в программе «Termoground» принята модель промерзающего, оттаивающего и мерзлого грунта, предложенная Н.А. Цытовичем и Я.А. Кроником, В.Ф. Киселевым [1, 2, 3].

Начальным условием задачи является заданное значение поля температуры в исследуемой области грунта в начальный момент времени. Граничные условия представляют собой среднемесячные значения температуры атмосферного воздуха в Хабаровске, данные метеослужбы (табл. 2), влажность грунта и теплофизические свойства грунтов основания [4, 5].

На рис. 4 показаны изолинии температуры грунта, полученные путем численного моделирования результатов полевых измерений без утепления.

На рис. 5 показаны изолинии температуры грунта, полученные путем численного моделирования результатов полевых измерений с утеплением экструдированным пенополистиролом.

## Выводы

Результаты измерений температуры грунтов по глубине промерзания и численного моделирования данного опытного участка исследования в условиях г. Хабаровска показали, что утепление грунта с использованием экструдированного пенополистирола снижает глубину промерзания и температуру грунта до безопасных величин, исключающих процесс морозного пучения.

## Список литературы

1. Карлов В.Д. Основания и фундаменты на сезонно-промерзающих пучинистых грунтах / СПГАСУ. – Санкт-Петербург, 2007. – 362 с.

2. Кудрявцев С.А., Тюрин И.М. Теория и практика проектирования фундаментов зданий и сооружений в пучиноопасных грунтах Дальнего Востока: Учебное пособие. – Хабаровск: ДВГУПС, 1999. – 83 с.

3. Кудрявцев, С.А. Расчетно-теоретическое обоснование проектирования и строительства сооружений в условиях промерзающих пучинистых грунтов: дис. … докт. техн. наук: 05.23.02. – СПб., 2004. – 344 с.

4. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах. Учебное пособие. – М.: Изд. АСВ, 2000. – 152 с.

5. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

## References

1. Karlov V.D. Osnovanija i fundamenty na sezonno-promerzajushhih puchinistyh gruntah / SPGASU. Sankt-Peterburg, 2007. 362 p.

2. Kudrjavcev S.A., Tjurin I.M. Teorija i praktika proektirovanija fundamentov zdanij i sooruzhenij v puchinoopasnyh gruntah Dalnego Vostoka: Uchebnoe posobie. Habarovsk: DVGUPS, 1999. 83 p.

3. Kudrjavcev, S.A. Raschetno-teoreticheskoe obosnovanie proektirovanija i stroitelstva sooruzhenij v uslovijah promerzajushhih puchinistyh gruntov: dis. … dokt. tehn. nauk: 05.23.02. SPb., 2004. 344 p.

4. Nevzorov A.L. Fundamenty na sezonnopromerzajushhih gruntah. Uchebnoe posobie. M.: Izd. ASV, 2000. 152 p.

5. Fadeev A.B. Metod konechnyh jelementov v geomehanike. M.: Nedra, 1987. 221 p.

УДК 621.315.613.1:53.096

# ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССА ДЕГИДРОКСИЛАЦИИ СЛЮД

**Шишелова Т.И., Липовченко Е.Л.**

*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: tamara.shishelova@gmail.com, egor-lip@mail.ru*

Физическая сущность механизма дегидроксилации, имеющей место при получении композиционных материалов на основе слюд, раскрыта далеко не полностью и требует изучения. Нагрев природной слюды приводит к изменениям, связанным с удалением из межслоевого пространства не только молекулярной воды (дегидратация), но и гидроксильных ионов (дегидроксилация). Закономерности сорбционных явлений, детальные аспекты которых для минеральных слоистых материалов типа мусковита и флогопита рассматриваются в данной работе, определяются равновесием между слюдой и её гидратом. При этом положение равновесия реакций характеризуется величиной константы равновесия и в соответствии уравнением Вант-Гоффа зависит от температуры. Количество гидроксилата, как и количество воды, образующейся из гидроксильных ионов, входящих в структуру алюмо-кремниевых тетраэдров, также является функцией температуры. Функциональная зависимость константы равновесия от температуры $k(T)$ определяется изменением свободной энергии Гиббса $\Delta G$, которая, в свою очередь, обуславливает положение равновесия реакции дегидроксилации. Полагается, что каждой данной температуре соответствует одно определенное значение равновесного давления. Скорость протекания реакции выше, при нагреве и снижении парциального давления паров воды, которое может служить одним из контролируемых параметров при изучении кинетики процесса дегидроксилации. Важно, что по величине константы равновесия реакции можно судить о количестве образовавшейся воды и дегидроксилата. В работе показано, что процесс дегидроксилации флогопита происходит при температуре на 180–220 °С выше чем у мусковита. При температурах до 800 °С практически завершается удаление молекулярной воды, а выше 800 °С начинается процесс дегидроксилации и ограничивающей стадией является переход протона от одной гидроксильной группы к другой с образованием воды и ее перенос по тетраэдрическим каналам к кромкам слюды. Для мусковита удаление воды в температурном интервале 700–900 °С происходит в кинетическом режиме, что подтверждается высоким значением величины энергии активации 122 кДж/ моль. Получены температурные зависимости константы скорости дегидроксилации изученных слюд.

**Ключевые слова: константа равновесия, дегидроксилация, мусковит**

# THERMODYNAMICS PROSESS OF MICA DEHYDROXYLATION

**Shishelova T.I., Lipovchenko E.L.**

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: tamara.shishelova@gmail.com, egor-lip@mail.ru*

Physical essence dehydroxylation mechanism, which takes place in the preparation of composite materials based on mica, is not fully disclosed, and requires study. Heating natural mica leads to changes associated with the removal of the interlayer space is not only the molecular water (dehydration) and hydroxyl ions (dehydroxylation). Laws of sorption phenomena for which the detailed aspects of mineral laminates such as muscovite and phlogopite are considered in this work are determined by the equilibrium between mica and its hydrate. In this case, the position of equilibrium reactions, characterized by the value of the equilibrium constant, and according to the equation Van't Hoff, depends on the temperature. Hydroxylate number as the number of water formed from hydroxyl ions within the structure of aluminum-silicon tetrahedron as a function of temperature. The functional dependence of the equilibrium constant on temperature is determined by the change in the Gibbs free energy, which, in turn, causes the equilibrium position dehydroxylate reaction. It is believed that any given temperature corresponds one definite value equilibrium pressure. The speed of reaction is higher during heating and reducing the partial pressure of water vapor that can serve as one of the controlled parameters in the study of the kinetics dehydroxylation process. It is important that the largest reactions equilibrium constants can be judged on the amount of water formed and degidroksilata. It is shown that the process dehydroxylation of phlogopite occurs at a temperature of 180–220 °C C higher than that of muscovite. At temperatures up to 800 °C substantially completed the removal of molecular water and the above process starts 800 °C dehydroxylation limiting step and a proton shift from one hydroxyl group to another to form water and its transfer on to the edges of tetrahedral channels mica. Muscovite for removing water in the temperature range of 700–900 °C in the kinetic regime occurs, as evidenced by a high value of the activation energy of 122 kJ / mol. The temperature dependence of the rate constant dehydroxylation studied mica.

**Keywords: equilibrium constant, dehydroxylation, muscovite**

## Термодинамика процесса дегидроксилации слюд

На основании анализа литературных и собственных экспериментальных данных можно полагать, что при нагревании природной слюды в ее составе происходят изменения, связанные с удалением из межслоевого пространства не только молекулярной воды (дегидратация), но и гидроксильных ионов (дегидроксилация) [10, 14]. Суммарный процесс удаления различных форм воды можно представить совокупностью отдельных стадий. Для мусковита такими стадиями являются:

1. Стадия удаления молекулярной воды

$$KAl_2\left[AlSi_3O_{10}\right](OH)_2 \cdot nH_2O \rightarrow KAl_2\left[AlSi_3O_{10}\right](OH)_2 + H_2O \quad (1)$$

гидрослюда слюда

2. Стадия удаления конституционной воды

$$KAl_2\left[AlSi_3O_{10}\right](OH)_2 \rightarrow KAl_2\left[AlSi_3O_{10}\right]\cdot O + H_2O \quad (2)$$

слюда дегидроксилат

Совершенно очевидно, что равновесие между гидратированной слюдой и слюдой (уравнение 1) определяется закономерностями сорбционных явлений, детальные аспекты которых для минеральных слоистых материалов рассмотрены в специальной литературе [2]. В связи с этим отметим лишь следующие положения.

Известно [2], что скорость адсорбции $\omega_{aqc}$ определяется величиной давления (P) и степенью заполнения поверхности сорбируемым веществом $Q$, т.е.

$$Q_{aqc} = k_1(1 - Q)P, \quad (3)$$

где $Q$ – степень заполнения поверхности в долях единицы.

Скорость десорбции воды $\omega_{qec}$ прямо пропорциональная степени заполнения, т.е.

$$\omega_{qec} = k_1 Q, \quad (4)$$

где $k_1$ и $k_2$ – константы скорости процесса сорбции и десорбции воды соответственно.

В условиях равновесия, которые рассматривает термодинамика, скорости этих двух взаимопротивоположных процессов становятся одинаковыми, т.е.

$$\omega_{aqc} = \omega_{qec}. \quad (5)$$

Тогда на основании уравнений (3) и (4) имеем

$$k_1(1 - Q)P = k_2 Q. \quad (6)$$

Следовательно,

$$Q = \frac{BP}{(1 - BP)}, \quad (7)$$

где B – новая переменная величина, равная

$$B = k_1 / k_2 = B_0 \cdot e^{\frac{H_{aqc}}{RT}}, \quad (8)$$

$H_{aqc}$ – теплота адсорбции молекулярной воды поверхностью слюды;

$B_0$ – постоянная для данной температуры.

Процесс дегидроксилации соответствует уравнению (2), из которого следует, что константа равновесия между фазой мусковита и его безводной формой – дегидроксилатом определяется только величиной парциального давления паров воды

$$k_p = \frac{a_{KAl_2[AlSiO_{10}](OH)O \cdot P_{H_2O}}}{a_{KAl[AlSiO_{10}](OH)_2}} = P_{H_2O}, \quad (9)$$

где $k_p$ – константа равновесия реакции (2); $a_{KAl[AlSiO_{10}]O}$ – активность дегидроксилата; $a_{KAl[AlSiO_{10}](OH)_2}$ – активность слюды; $P_{H_2O}$ – парциальное давление воды.

Положение равновесия реакции (2) характеризуется величиной константы равновесия (уравнение (9) и зависит от температуры (уравнение Вант-Гоффа):

$$\frac{d\left(\ln k_p\right)}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}, \quad (10)$$

где $k_p$ – константа равновесия; $\Delta H$ – энтальпия реакции; $R$ – универсальная газовая постоянная. Таким образом, количество гидроксилата, как и количество воды, образующейся из гидроксильных ионов, входящих в структуру алюмо-кремниевых тетраэдров, также является функцией температуры.

Из уравнения (9) и (10) следует, что:

1. Рассматриваемая система при постоянной температуре является моновариантной. Это значит, что каждой данной температуре соответствует одно определенное значение равновесного давления.

2. Чем ниже величина парциального давления паров воды и чем выше температуры процесса, тем полнее будет протекать реакция.

3. Молекулярная вода сохраняется в межслоевом пространстве слюды до тех пор, пока сохраняется неразложившаяся слюда. Это значит, что межслоевая вода удаляется во всем процессе дегидроксилации, однако ее количество зависит от температуры.

4. О положении равновесия реакции (2) о количестве образовавшейся воды и дегидроксилата можно судить по величине константы равновесия.

5. Парциальное давление воды и его изменение во времени может служить одним из контролируемых параметров при изучении кинетики процесса дегидроксилации.

Для оценки положения равновесия реакции (2) необходимо определить функ-

циональную зависимость константы равновесия от температуры $k(T)$. Константа равновесия химической реакции $K$ связана с изменением свободной энергии Гиббса $\Delta G$: $\Delta G = -RT\ell nk$. Энергия Гиббса – функция состояния термодинамической системы, равная разности между энтальпией и произведением температуры на энтропию.

$$G = \text{H} - TS = \text{A} + \text{PV}.$$

По определению, энергия Гиббса (или потенциал Гиббса, или термодинамический потенциал) равна

$$G = U + \text{PV} - TS,$$

где $U$ – внутренняя энергия, $P$ – давление, $V$ – объем, $T$ – абсолютная температура, $S$ – энтропия. Термодинамический потенциал Гиббса – $G$ определяет полную химическую энергию системы. Дифференциал энергии Гиббса для системы с постоянным числом частиц:

$$dG = VdP - SdT.$$

Отсюда следует, что при $T = \text{Const}$ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

В химических процессах одновременно действуют два противоположных фактора – энтропийный ($T\Delta S$) и энтальпийный ($\Delta H$). Суммарный эффект этих противоположных факторов в процессах, протекающих при постоянном давлении и температуре, определяет изменение энергии Гиббса (G):

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

Убыль энергии Гиббса в равновесном процессе, протекающем при $P$, $T = \text{Const}$, равна максимальной полезной работе, произведенной системой. Из обобщенного уравнения первого и второго начал термодинамики следует неравенство

$$TdS \geq dU + PdV,$$

тогда для постоянных $P$ и $T$: $d(U + PV - TS) \leq 0$ или $d(G) \leq 0$.

Важно, что величина $\Delta G$ является критерием направленности самопроизвольного процесса в закрытой системе при $P$, $T = \text{Const}$. При $\Delta G < 0$ процесс идет в прямом направлении, при $\Delta G > 0$ – в обратном, при $\Delta G = 0$ реализуется состояние равновесия.

Таким образом, для реакции дегидроксилации справедливо соотношение:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \qquad (11)$$

где $\Delta G$ – изменение энергии Гиббса в процессе дегидроксилации, $\Delta H$ – изменение энтальпии этого процесса, $\Delta S$ – изменение энтропии, $T$ – термодинамическая температура.

Термодинамические характеристики дегдроксилата можно оценить по известным характеристикам микроклина и корунда, на которые он разлагается и для которых они приводятся в соответствующей литературе [1, 3, 4]. Найденные таким образом значения гидроксилатов являются очевидно максимально допустимыми. Поэтому в качестве исходных данных приняты соответствующие значения (табл. 1). Для реакции дегидроксилации мусковита (уравнение 2) имеем

$$\text{KAl}_2\left[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\right](\text{OH})_2 \rightarrow \text{KAl}_2\left[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\right]\cdot\text{O} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow$$

Мусковит Дегидроксилат мусковита Вода

$$\Delta H_p^\circ = \Delta H^\circ_{\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]\text{O}} + \Delta H^\circ_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta H^\circ_{\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2}$$

$$\Delta H_p^\circ = \left(-5629,9 + \left(-241,2\right) - \left(-5963,7\right)\right) \text{ кДж/моль} = 92,5 \text{ кДЖ/моль}$$

или

$$\Delta\text{H}^\circ = 92,5 \text{ кДЖ/моль}. \qquad (12)$$

$$\Delta H_p^\circ = 92,50\,\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta S_p^\circ = \Delta S^\circ_{\text{KAl}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]\text{O}} + \Delta S^\circ_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta S^\circ_{\text{KAl}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2}$$

$$\Delta S_p^\circ = 156,2\,\frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{град}}. \qquad (13)$$

**Таблица 1**

Исходные термодинамические характеристики [1, 7, 8]

| Вещество | $\Delta G°$ кДж/моль | $\Delta H°$ кДж/моль | $\Delta S°$ Дж/моль град |
|---|---|---|---|
| Мусковит | – 5586 | – 5963,7 | 296,5 |
| Микроклин | – 3733,6 | – 3958,2 | 213,7 |
| Флогопит | – 5826,3 | – 6209,6 | 318,9 |
| Санидин | – 3730,9 | – 3950,1 | 232,2 |
| Корунд | – 1578,5 | – 1670,3 | 50,8 |
| Дегидроксилат мусковита | – 5312 | – 5629,9 | 264,5 |
| Дегидроксилат флогопита | – 5646,3 | – 5758,4 | 375 |
| Периклаз | – 567,9 | – 601,3 | 26,9 |
| Вода | – 228 | – 241,2 | 188,3 |
| Каолинит | – 3796,7 | – 4090,5 | 203,1 |
| Силлиманит | – 2440,2 | – 2583,2 | 95,7 |
| Кварц | – 848,1 | – 898,7 | 46,8 |
| Калисилит | – 2018,9 | – 2106,7 | 133,1 |
| Лейцит | – 2654,3 | – 3013,8 | 200 |
| Шпинель | – 2187,8 | – 3954,3 | 80,5 |
| Серпентин | – 8071,1 | – 8719,5 | 441,4 |
| Энстатит | – 1466,3 | – 1567,5 | 67,8 |
| Оливин | – 2051,4 | – 2169,4 | 95,1 |

**Таблица 2**

Температурная зависимость константы равновесия реакции дегидроксилации мусковита

| $T$, °K | $\Delta G$, кДж/моль | $k_p$ | $P_{H_2O}$, Па |
|---|---|---|---|
| 298 | 46,44 | – 8,14 | – |
| 373 | 34,78 | – 4,88 | – |
| 473 | 19,35 | – 0,14 | – |
| 573 | 3,89 | – 0,35 | – |
| 673 | – 11,58 | 0,90 | 7,91 |
| 773 | – 27,04 | 1,83 | 67,30 |
| 873 | – 42,51 | 2,55 | 351,56 |
| 973 | – 57,98 | 3,12 | 1303,16 |
| 1073 | – 73,86 | 3,58 | 3784,43 |
| 1173 | – 88,90 | 3,96 | 9162,20 |
| 1273 | – 104,37 | 4,29 | 19319,68 |

**Таблица 3**

Температурная зависимость константы равновесия реакции дегидроксилации флогопита

| $T$, °K | $\Delta G$, кДж/моль | lg $k_p$ | $P_{H_2O}$, Па |
|---|---|---|---|
| 298 | 137,73 | – 24,15 | – |
| 373 | 119,55 | – 16,76 | – |
| 473 | 96,30 | – 10,53 | – |
| 573 | 71,02 | – 6,48 | – |
| 673 | 46,82 | – 3,64 | – |
| 773 | 22,57 | – 1,51 | – |
| 873 | – 1,67 | 0,10 | 1,26 |
| 973 | – 25,92 | 1,40 | 24,72 |
| 1073 | – 50,16 | 2,44 | 277,97 |
| 1173 | – 7440 | 3,31 | 2074,91 |
| 1273 | – 98,65 | 4,05 | 1271,97 |

Используя уравнение (11), определяем величину энергии Гиббса процесса дегидроксилации мусковита при интересующей температуре. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Результаты термодинамических расчетов (табл. 2) достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными авторов [5, 6, 13], изучавших разложение мусковита при повышенных температурах. Полученные данные свидетельствуют о том, что дигидроксилация мусковита начинается при температуре, превышающей 400 °С. В результате дальнейшего повышения температуры степень дегидратации очень быстро растет. Это значит, что нагревание слюды до 400 °С приводит лишь к удалению молекулярной воды, в том числе и сорбированной, в то время как химически связанная вода, представленная гидроксильными ионами, остается в мусковите практически в неизменном виде.

Тот факт, что каждому значению температуры соответствует вполне определенная равновесная величина парциального давления воды, дает основание утверждать, что любые факторы, приводящие к понижению парциального давления паров воды, будут неизбежно вызывать снижение температуры гидроксилации мусковита.

Аналогичные расчеты дегидроксилации флогопита по уравнению

Флогопит Дегидроксилат флогопита Вода

$$KMg_3\left[AlSi_3O_{10}\right](OH)_2 \rightarrow KMg_3\left[AlSi_3O_{10}\right]O + H_2O \qquad (14)$$

приводят к следующим результатам:

$$\Delta H_p^\circ = \Delta H^\circ_{KMg_3[AlSi_3O_{10}]O} + \Delta H^\circ_{H_2O} - \Delta H^\circ_{KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2}$$

$$\Delta H_p^\circ = \left(-5758,4 + \left(-241,2\right) - \left(-6209,9\right)\right) \text{ кДж/моль} = 209,96 \text{ кДЖ/моль}$$

или

$$\Delta H^\circ = 209,96 \text{ кДЖ/моль}. \qquad (15)$$

$$\Delta S_p^\circ = \Delta S^\circ_{KMg_3[AlSi_3O_{10}]O} + \Delta S^\circ_{H_2O} - \Delta S^\circ_{KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2}, \qquad (16)$$

$$\Delta S^\circ = 244,36 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}.$$

Сравнивая полученные данные по дегидроксилации флогопита с данными для мусковита, становится ясным, что флогопит является более высокотемпературным минералом. Его заметная дегидроксилация происходит примерно на 180–220 °С выше, чем дегидроксилация мусковита, что согласуется с экспериментальными данными других авторов [5, 9–12], включая данные ЯМР.

Таким образом, результаты термодинамических расчетов позволяют сделать следующие выводы:

1. Определены условия дегидроксилации флогопита и мусковита при повышенных температурах.

2. Показано, что процесс дегидроксилации флогопита происходит при температуре на 180–220 °С выше, чем у московита. Результаты термодинамических процессов согласуются с экспериментальными данными (табл. 3).

**Список литературы**

1. Дорогокупец П.И., Карпов И.К. Термодинамика минералов и минеральных равновесий. – Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние, 1984. – 185 с.

2. Мецик М.С. Физика расщепления слюд. – Иркутск: В-С. кн.изд-во, 1967. – 208 с.

3. Новосадов В.К. Методы решения уравнений квантовой химии. – М.: Наука, 1985. – 183 с.

4. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. – М.: Мир, 2001. – 519 с.

5. Степанов Н.Ф., Пупышев В.И. Квантовая механика и химия. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 384 с.

6. Флларри Р. Квантовая химия. Введение. – М.: Мир, 1985. – 472 с.

7. Шишелова Т.И. Вода в минералах: монография. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. – 112 с.

8. Шишелова Т.И. Слюдосодержащие композиционные материалы. Дисс. д.т.н. – Ленинград, 1990. – 350 с.

9. Шишелова Т.И., Мецик М.С., Соколов К.Я. Изменение ИК-спектров слюд при нагревании // Журнал прикладной спектроскопии. – 1974. – Т. 20, Вып.6. – С. 1042–1044.

10. Шишелова Т.И., Мецик М.С., Соколов К.Я. Исследование дегидратации слюд и слюдопластовых материалов

методом ИК-спектроскопии: тр. ИПИ. – Иркутск: Изд-во ИПИ, 1972. – Вып. 7. – С. 15–17.

11. Шишелова Т.И., Липовченко Е.Л. Механизм дегидроксилации минералов с позиций квантовой механики // Журнал «Фундаментальные исследования». – 2015. – № 6–2. – С. 311–315.

12. Мотт Н., Снеддон И. Волновая механика и её применения. – М.: Изд-во КОМКНИГА Теоретическая физика, 2007. – 432 с.

13. Alcover J.R., Giese R.F. Energie de liaison des feuillets de talk, pyrophyllite, muscovite et phlogopite // Clay Miner. – 1986. – Vol. 21, № 2. – P. 159–169.

14. Vedder W., Wilkins R.W.T. Dehydroxylation and rehydroxylation, oxidation and reduction of micas. American Mineralogist. – 1969. – № 54. – P. 482–509.

## References

1. Dorogokupec P.I., Karpov I.K. Termodinamika mineralov i mineral'nyh ravnovesij. Novosibirsk: Nauka, Sib.otd-nie, 1984. 185 p.

2. Mecik M.S. Fizika rasshheplenija sljud. Irkutsk: V-S. kn.izd-vo, 1967. 208 p.

3. Novosadov V.K. Metody reshenija uravnenij kvantovoj himii. M.: Nauka, 1985. 183 p.

4. Stepanov N.F. Kvantovaja mehanika i kvantovaja himija. M.: Mir, 2001. 519 p.

5. Stepanov N.F., Pupyshev V.I. Kvantovaja mehanika i himija. M.: Izd-vo MGU, 1991. 384 p.

6. Flarri R. Kvantovaja himija. Vvedenie. M.: Mir, 1985. 472 p.

7. Shishelova T.I. Voda v mineralah: monografija. Irkutsk: Izd-vo IrGTU, 2011. 112 p.

8. Shishelova T.I. Sljudosoderzhashhie kompozicionnye materialy. Diss. d.t.n. Leningrad, 1990. 350 p.

9. Shishelova T.I., Mecik M.S., Sokolov K.Ja. Izmenenie IK-spektrov sljud pri nagrevanii // Zhurnal prikladnoj spektroskopii. 1974. T. 20, Vyp. 6. pp. 1042–1044.

10. Shishelova T.I., Mecik M.S., Sokolov K.Ja. Issledovanie degidratacii sljud i sljudoplastovyh materialov metodom IK-spektroskopii: tr. IPI. Irkutsk: Izd-vo IPI, 1972. Vyp. 7. pp. 15–17.

11. Shishelova T.I., Lipovchenko E.L. Mehanizm degidroksilacii mineralov s pozicij kvantovoj mehaniki // Zhurnal «Fundamental'nye issledovanija». 2015. no. 6–2. pp. 311–315.

12. Mott N., Sneddon I. Volnovaja mehanika i ejo primenenija. M.: Izd-vo KOMKNIGA Teoreticheskaja fizika, 2007. 432 p.

13. Alcover J.R., Giese R.F. Energie de liaison des feuillets de talk, pyrophyllite, muscovite et phlogopite // Clay Miner. 1986. Vol. 21, no. 2. pp. 159–169.

14. Vedder W., Wilkins R.W.T. Dehydroxylation and rehydroxylation, oxidation and reduction of micas. American Mineralogist. 1969. no. 54. pp. 482–509.

УДК [51-77 + 330.44]:004.8

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ В КИНОБИЗНЕСЕ

**Ясницкий Л.Н., Плотников Д.И.**

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, e-mail: yasn@psu.ru*

Построена экономико-математическая модель, предназначенная для прогнозирования кассовых сборов и прибыли от проката кинофильмов. В основе модели лежит нейронная сеть, обученная на известных данных о прокате кинофильмов. Среднеквадратичная относительная ошибка нейросети составила 11%, коэффициент детерминации 0,88. Возможности модели продемонстрированы на четырех известных американских кинофильмах. Компьютерные эксперименты выполнены методом «замораживания»: с помощью нейросети производились вычисления при постепенном виртуальном увеличении одного из входных параметров модели – бюджета фильмов, тогда как остальные входные параметры сохранялись неизменными. Оказалось, что виртуальное увеличение бюджета фильмов по-разному сказывается на прогнозируемых кассовых сборах фильмов и прибыли от их проката. В одних случаях виртуальное увеличение бюджета приводит к существенному возрастанию прогнозируемых кассовых сборов и прибыли, тогда как в других случаях кассовые сборы не увеличиваются, а рост прибыли замедляется и даже, для некоторых фильмов, наблюдается ее падение до отрицательных величин, т.е. кинобизнес становится нерентабельным. Практическая ценность исследования состоит в том, что созданная экономико-математическая модель может быть использована для оптимизации финансовых затрат при планировании новых кинофильмов.

**Ключевые слова: бизнес, выручка, прибыль, затраты, кинематограф, кассовые сборы, нейронная сеть, оптимизация расходов**

# NEURAL NETWORK MATHEMATICAL MODEL FOR OPTIMIZATION OF FINANCIAL COSTS IN THE MOVIE BUSINESS

**Yasnitskiy L.N., Plotnikov D.I.**

*Perm State University, Perm, e-mail: yasn@psu.ru*

A mathematical model designed to predict box office receipts and profits from the rental of movies is created. The model is based on a neural network trained on known data about the rental of movies. RMS relative error of the neural network was 11%, the coefficient of determination of 0,88. The virtual computer experiments were performed using the mathematical model by the method of «freezing» for four famous American movies. It turned out that the virtual increase in the budget of the films has a different impact on predicted box office receipts of films and profit from their rental. In some cases, the virtual increase in the budget leads to a significant increase in the projected box office receipts and profits, whereas in other cases cash charges do not increase, and profit growth is slowing and even, for some movies, the profit decreases to negative values. This means that the business has become unprofitable. The created economic-mathematical model can be used for optimization of financial costs when planning new movies.

**Keywords: business, revenue, profit, cost, cinema, box office, neural network, cost optimization**

Одними из первых исследователей, применивших в кинобизнесе метод экономико-математического моделирования, были Прэг и Касавант, которые в 1994 г. опубликовали статью [5] с сообщением о создании регрессионной модели на основе выборки из 625 американских фильмов. Рассматриваемый ими набор входных переменных включал производственный бюджет, критические обзоры, наличие звезд, наличие франшизы, наличие премий, жанр и рейтинг.

Аппарат нейронных сетей для прогнозирования кассовых сборов фильмов был впервые применен в 2002 г. американскими учеными R. Sharda и D. Delen. В 2006 г. эти же авторы [6] построили модели на основе логистической регрессии, дискриминантного анализа, классификационного и регрессионного дерева, а также нейронной сети, показавшей наилучший результат.

Целью настоящей работы является создание нейросетевой экономико-математической модели и ее реализация в виде программной системы, позволяющей прогнозировать кассовые сборы кинофильмов, рассчитывать и оптимизировать прибыль в зависимости от параметров кинофильма, а также проводить исследование закономерностей кинобизнеса. Актуальность создания такого инструмента обусловлена высоким уровнем конкуренции в данном сегменте рынка, необходимостью строгого расчета бюджета фильма, выбора сценария, подбора актеров, прочих атрибутов фильма, понимания закономерностей кинобизнеса и принятия на этой основе научно обоснованных решений.

При построении нейросетевой экономико-математической модели в качестве входных параметров были выбраны следующие:

X1 – Бюджет фильма, выраженный в долларах США.

X2 – Год выпуска фильма.

X3 – Произведение, ставшее основой сценария: 1 – Компьютерная игра, 2 – Комиксы, 3 – Книга, 4 – Никакое, 5 – Пьеса.

X4 – Возрастное ограничение: 1 – от 0 лет, 2 – от 6 лет, 3 – от 12 лет, 4 – от 16 лет, 5 – от 18 лет.

X5 – Наличие главного героя, заметно превосходящего в силе остальных: 1 – да, 0 – нет.

X6 – Наличие номинаций у актеров: 1 – да, 2 – нет.

X7 – Доминирующий жанр в фильме: 1 – Ужасы; 3 – Комедия; 4 – Мелодрама; 5 – Драма; 6 – Приключения; 7 – Боевик; 8 – Фэнтези; 9 – Фантастика.

X8 – Номинации за лучший фильм (в своём жанре): 1 – да; 0 – нет.

X9 – Наличие у режиссера номинаций: 1 – да; 0 – нет.

X10 – Наличие спецэффектов: 1 – да; 0 – нет.

X11 – Часть известной франшизы: 1 – да; 0 – нет.

Выходным параметром модели Y является величина выручки – кассовых сборов фильма, выраженная в долларах США.

Всего были собраны данные о 125 фильмах с официальных источников информации. Все множество примеров было разбито на обучающее и тестирующее в соотношении 80:20. Проектирование, оптимизация, обучение, тестирование нейронной сети и эксперименты над нейросетевой математической моделью выполнялись с помощью нейропакета [1] по традиционной методике Пермского отделения Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта [2, 3]. Оптимальная структура нейронной сети представляла собой персептрон, имеющий 11 входных нейронов, 1 скрытый слой, в котором 2 нейрона, а также 1 выходной нейрон. В качестве активационных функций нейронов скрытого слоя и выходного слоя использовался тангенс гиперболический, а в качестве алгоритма обучения – алгоритм упругого распространения.

## Результаты тестирования нейронной сети

После оптимизации и обучения нейронной сети ее прогностические свойства проверялись на примерах тестирующего множества, которые в процессе обучения не участвовали. Средняя квадратичная относительная ошибка тестирования нейронной сети, вычисленная по формуле

$$E = \frac{\sqrt{\dfrac{\sum_{n=1}^{N}(d_n - y_n)^2}{N}}}{\left|\max(d_n) - \min(d_n)\right|} 100\%, \qquad (*)$$

в которой $N$ – количество элементов выборки, $d_n$ – фактический кассовый сбор $n$-го фильма, $y_n$ – его прогнозная величина, составила 11 %. Коэффициент детерминации $R^2 = 0{,}88$.

## Анализ влияния параметров фильма на величину кассовых сборов

После того, как на тестовых примерах оценена погрешность нейросетевой математической модели и, таким образом, доказана ее адекватность моделируемой предметной области, можно утверждать, что в пределах своей погрешности нейросетевая модель реагирует на изменения входных параметров так же, как вела бы себя сама моделируемая предметная область [4]. Следовательно, производя виртуальные изменения входных параметров модели (параметров фильмов) и наблюдая за результатами нейросетевых вычислений, можно изучать закономерности моделируемой предметной области – кинобизнеса. Для виртуальных экспериментов были выбраны четыре фильма.

1. «Пролетая над гнездом кукушки». Бюджет фильма $3000000; год выпуска 1975; произведение, ставшее основой для сценария – книга; возрастное ограничение – от 16 лет; отсутствие главного героя, заметно превосходящего в силе остальных; у актеров есть номинации за этот фильм; доминирующий жанр в фильме – драма; есть номинации за лучший фильм; у режиссера есть в наличии номинации за предыдущие работы; спецэффекты отсутствуют; фильм не является частью известной франшизы.

2. «Волк с Уолл-Стрит». Бюджет фильма $100000000; год выпуска 2013; произведение, ставшее основой для сценария – книга; возрастное ограничение – от 18 лет; отсутствие главного героя, заметно превосходящего в силе остальных; у актеров есть номинации за этот фильм; доминирующий жанр в фильме – комедия; есть номинации за лучший фильм; у режиссера отсутствуют номинации за предыдущие работы; спецэффекты отсутствуют; фильм не является частью известной франшизы.

3. «Люди в черном». Бюджет фильма $90000000; год выпуска 1997; произведение, ставшее основой для сценария – комиксы; возрастное ограничение – от 12 лет; присутствует главный герой, заметно превосходящий в силе остальных; у актеров нет номинаций за этот фильм; доминирующий жанр в фильме – фантастика; есть номинации за лучший фильм; у режиссера имеются номинации за предыдущие работы; спецэффекты присутствуют; фильм является частью известной франшизы.

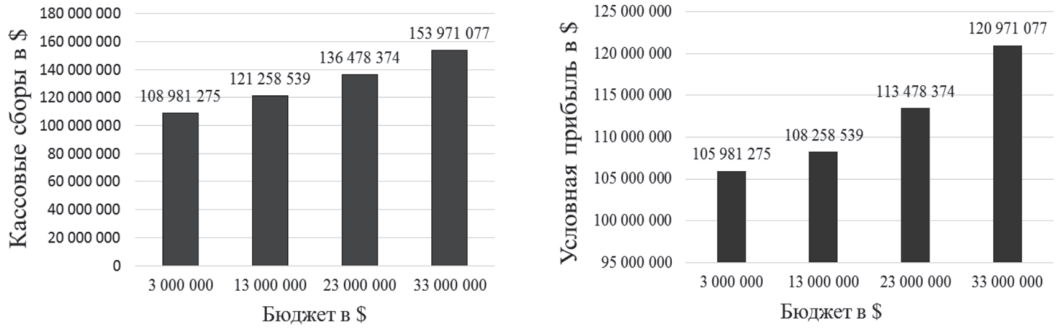



*Рис. 1. Прогноз кассовых сборов и условной прибыли от проката фильма «Пролетая над гнездом кукушки» в зависимости от его бюджета*

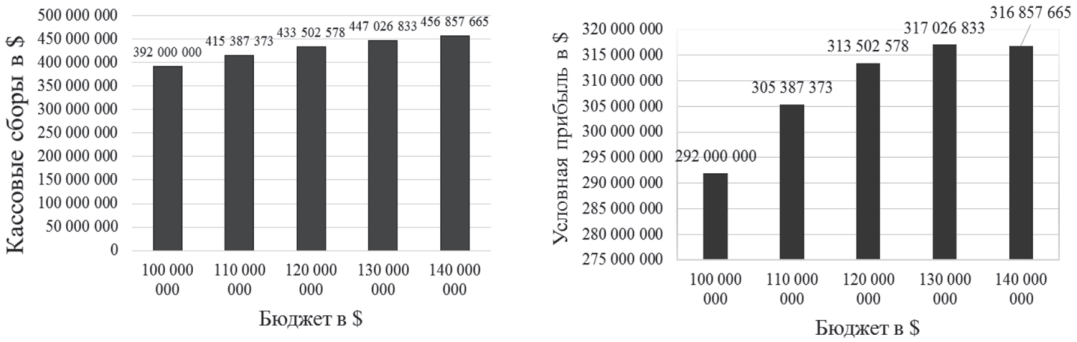



*Рис. 2. Прогноз кассовых сборов и условной прибыли от проката фильма «Волк с Уолл-Стрит» в зависимости от его бюджета*

4. «Центральный вокзал». Бюджет фильма $2900000; год выпуска 1998; произведение, ставшее основой для сценария – ничего; возрастное ограничение – от 12 лет; отсутствие главного героя, заметно превосходящего в силе остальных; у актеров нет номинаций за этот фильм; доминирующий жанр в фильме – драма; есть номинации за лучший фильм; у режиссера отсутствуют номинации за предыдущие работы; спецэффекты отсутствуют; фильм не является частью известной франшизы.

Компьютерные эксперименты с нейросетевой математической моделью выполнялись методом «замораживания» [6] – путем вычислений с помощью нейронной сети при постепенном изменении какого-либо одного из входных параметров и сохранении остальных входных параметров неизменными. На рис. 1–4 приведены результаты компьютерных экспериментов с целью изучения зависимости величины кассовых сборов и условной прибыли от проката исследуемых фильмов. Под условной прибылью здесь понимается разность между кассовыми сборами фильма (выручкой) и бюджетом фильма.

Как видно из рис. 1, в случае виртуального увеличения бюджета фильма «Пролетая над гнездом кукушки» на каждые 10 млн долларов, его прогнозные кассовые сборы увеличиваются приблизительно от 12 млн до 18 млн долларов США, а условная прибыль возрастает от ~ 2 млн до ~ 8 млн долларов США. Следовательно, увеличение бюджета этого фильма было бы целесообразно.

В случае увеличения бюджета фильма «Волк с Уолл-Стрит» (рис. 2) на 10 млн долларов его прогнозная условная прибыль возрастает на ~ 13 млн долларов; затем, при следующем увеличении бюджета на 10 млн долларов условная прибыль возрастает еще на ~ 8 млн долларов, затем – на ~ 4 млн долларов, а после перестает возрастать, достигая насыщения. Следовательно, бюджет этого фильма целесообразно было бы увеличить, однако не более чем на 20–30 млн долларов США.

При увеличении бюджета фильма «Люди в черном» (рис. 3), его кассовые сборы практически не изменяются, тогда как условная прибыль падает с ~ 499 млн долларов до ~ 475 млн долларов.

Увеличение бюджета фильма «Центральный вокзал» (рис. 4) нецелесообразно, поскольку его условная прибыль становится отрицательной, что означает, что фильм превращается в убыточный.

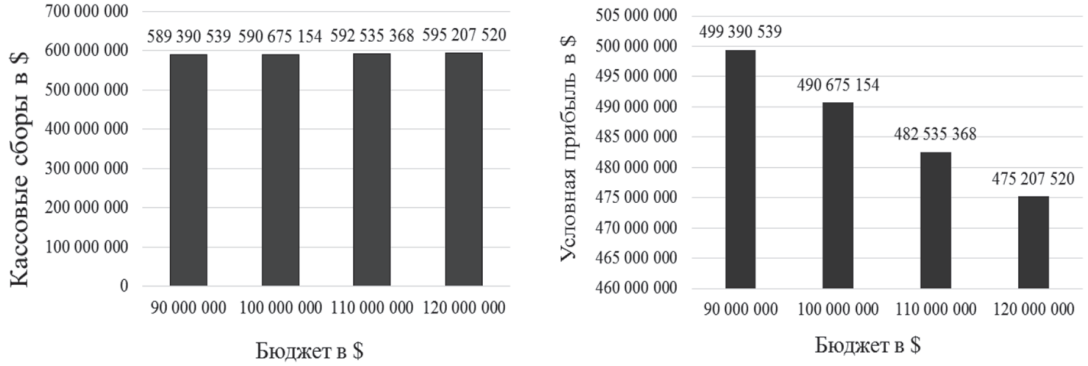



*Рис. 3. Прогноз кассовых сборов и условной прибыли от проката фильма «Люди в черном» в зависимости от его бюджета*

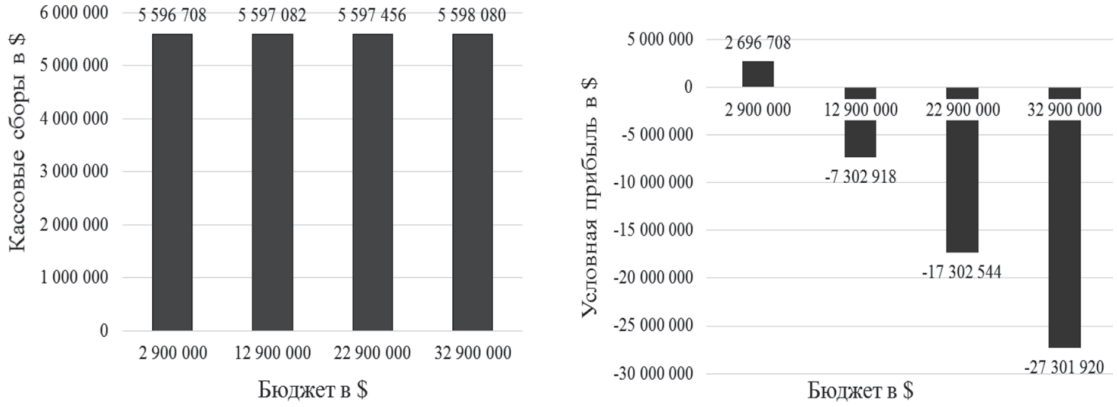



*Рис. 4. Прогноз кассовых сборов и условной прибыли от проката фильма «Центральный вокзал» в зависимости от его бюджета*

## Заключение

Создана нейросетевая экономико-математическая модель, позволяющая выполнять прогнозирование кассовых сборов и условной прибыли от проката фильмов. Показано, что увеличение бюджета фильма может приводить как к увеличению прибыли кинобизнеса, так и к ее уменьшению. Модель может быть использована для оптимизации затрат на создание фильмов с целью получения наибольшей прибыли.

## Список литературы

1. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 5.0 // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 августа 2014 г.

2. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 176 с.

3. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы: учебник. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.

4. Ясницкий Л.Н. Нейронные сети – инструмент для получения новых знаний: успехи, проблемы, перспективы // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2015. – № 5. – С. 48–56.

5. Prag J. and Casavant J. An Empirical Study of the Determinants of Revenue and Marketing Expenditures in the Motion Picture Industry // Journal of Cultural Economics. – 1994. – № 18(3). – P. 217–235.

6. Sharda R., Delen D. Predicting box-office success of motion pictures with neural networks // Expert Systems with Applications. – 2006. – № 30. – P. 243–254.

## References

1. Cherepanov F.M., Jasnickij L.N. Nejrosimuljator 5.0 // Svidetestvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM no. 2014618208. Zajavka Rospatent no. 2014614649. Zaregistrirovano v Reestre programm dlja JeVM 12 avgusta 2014 g.

2. Jasnickij L.N. Vvedenie v iskusstvennyj intellekt. M.: Izdateskij centr «Akademija», 2005. 176 p.

3. Jasnickij L.N. Intellektuanye sistemy: uchebnik. M.: Laboratorija znanij, 2016. 221 p.

4. Jasnickij L.N. Nejronnye seti instrument dlja poluchenija novyh znanij: uspehi, problemy, perspektivy // Nejrokomp'jutery: razrabotka, primenenie. 2015. no. 5. pp. 48–56.

5. Prag J. and Casavant J. An Empirical Study of the Determinants of Revenue and Marketing Expenditures in the Motion Picture Industry // Journal of Cultural Economics. 1994. no. 18(3). pp. 217–235.

6. Sharda R., Delen D. Predicting box-office success of motion pictures with neural networks // Expert Systems with Applications. 2006. no. 30. pp. 243–254.

УДК 331.5

# УПРАВЛЕНИЕ ТРУДОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ РЕГИОНА

**Бардовский В.П., Ильин И.В., Трошина Е.В.**

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», Орел, e-mail: bardovskij@bk.ru, elena-troshina78@list.ru*

В современных условиях хозяйствования и развития региональной экономики важнейшим инструментом ее модернизации являются инвестиционные проекты и создание рабочих мест, а затрудняет этот процесс дисбаланс в трудовых ресурсах региона. Наделение региона самостоятельностью перераспределять собственные источники финансовых ресурсов позволяет ему определить свою роль в социально-экономическом развитии страны. Проблемы в трудовой сфере управления регионом требуют нахождения новых подходов к управлению трудовыми ресурсами на региональном уровне. Неопределенность относительно экономической модели развития и социального направления сдерживает эффективное использование человеческих ресурсов. Проблемы использования трудовых ресурсов в регионе требуют научного обоснования и разработки организационно-экономического механизма эффективности использования трудового потенциала региона. Вмешательство государства в использование трудового потенциала региона необходимо определять из результатов регионального ранжирования: так, для первой группы регионов характерно невмешательство государства в экономические процессы региона. Для второй группы регионов требуется ограниченное вмешательство государства в развитие трудового потенциала и формирование пассивной политики. Для третьей группы регионов характерно массивное вмешательство государства и проведение экономической политики различными средствами, от управления ограниченными производственными ресурсами до проведения структурно-отраслевой и структурно-территориальной политики.

**Ключевые слова: регион, трудовой потенциал, трудовые ресурсы, экономика, управление, механизмы управления, уровень жизни, эффективность**

# MANAGEMENT OF LABOUR POTENTIAL OF THE REGION

**Bardovskiy V.P., Ilin I.V., Troshina E.V.**

*Orel State University of Economy and Trade, Orel, e-mail: bardovskij@bk.ru, elena-troshina78@list.ru*

In modern conditions of managing and the development of regional economy the most important instrument of modernization are investment projects and job creation, and hinders this process, the imbalance in the labour force of the region. Granting the regions autonomy to reallocate their own funding sources allows it to identify its role in the socio – economic development of the country. Issues in employment management of the region require finding new approaches to human resources management at the regional level. Uncertainty about the economic model of development and social ways inhibit effective use of human resources. Problems of use of labour resources in the region require scientific substantiation and development of organizational-economic mechanism of efficiency of use of labor potential of the region. State intervention in the use of the labour potential of the region, it is necessary to determine the results of the regional ranking, so for the first group of regions characterized by state interference in the economic processes of the region. For the second group of regions, require a limited government intervention in the development of labor potential and the formation of a passive policy. For the third group of regions, characterized by massive government intervention and economic policies different from the management of limited productive resources to conduct sectoral – structure and structural and territorial policies.

**Keywords: region, lab our potential, lab our resources, economy, management, control mechanisms, standard of living, efficiency**

Региональный экономический рост зависит от состояния его трудового потенциала и от эффективности его использования. Трудовые ресурсы региона при этом рассматриваются как часть населения, обладающая физическими и духовными способностями к труду и представляющая собой действующую потенциальную рабочую силу.

Развитие экономики региона зависит от величины ресурсного потенциала, под которым понимают совокупность всех видов ресурсов, формирующихся на данной территории, которые могут быть использованы в процессе общественного производства.

Ресурсный потенциал региона – это совокупность реализуемых и нереализуемых возможностей результативного использования ресурсов территории в целях удовлетворения общественных потребностей [5]. Поэтому при рассмотрении социального и экономического потенциала региона следует рассматривать как количественные, так и качественные показатели трудовых ресурсов.

Трудовой потенциал региона рассматривают как совокупность рабочей силы и совокупную общественную способность населения региона к труду, при этом как экономическая категория трудовой потенциал рассматривается как производственные отношения по поводу воспроизводства психофизиологических квалифицированных, духовных и социальных качеств населения.

С позиции количественной характеристики трудовой потенциал рассматривается как запасы труда, определяющиеся общей численностью трудовых ресурсов, их половозрастной структурой, образовательным уровнем. Поэтому главной задачей социально- экономического развития региона является обеспечение рационального использования трудовых ресурсов.

Эффективная работа компании в условиях возрастающей конкуренции невозможна без повышения эффективности работы трудовых ресурсов организации. Главными препятствиями, мешающими достижению более высоких рабочих результатов, являются недостаточный уровень профессиональной подготовки персонала, но также и старые подходы к работе на разных уровнях организации. Эти препятствия можно преодолеть путем совершенствования аппарата управления [4].

Главной производительной силой региона выступает население, т.е. та часть которая обладает совокупностью физических и духовных способностей, позволяющей человеку трудиться. Трудоспособное население – это часть населения, ограниченная возрастными границами. К факторам, оказывающим влияние на управление трудовыми ресурсами на региональном уровне, относят демографическую ситуацию в регионе, экономические факторы, социальные и географические факторы регионального зондирования.

Ресурсный потенциал региона рассматривается как совокупность реализуемых и нереализуемых возможностей результативного использования региональных ресурсов в целях удовлетворения общественных потребностей. Для этого необходимо количественную и качественную характеристику трудовых ресурсов преобразовать в величину, где за единицу принимается потенциальная производительность труда среднего работника, занятого во всем материальном производстве [2]. Исчислить такой трудовой потенциал можно применением методики капитализации затрат общественного труда, тогда данная величина выражается в стоимостном выражении и определяет его долю в совокупном ресурсном потенциале страны.

Пополнение трудовых ресурсов региона происходит за счет вступившей в трудоспособный возраст молодежи и работающих пенсионеров. Источниками кадров для отраслей промышленности являются сельские жители, прибывающие в порядке межотраслевого перелива рабочей силы. Аграрный сектор трудовых ресурсов страны – это 1/8 часть населения, и в ближайшей перспективе этот сектор не имеет тенденции увеличения [3].

В добывающих отраслях промышленности сокращается численность занятых, а в строительстве имеет тенденцию роста и будет увеличиваться по мере роста и стабилизации экономики. Научно-технический прогресс расширяет возможности применения «легкого» труда. 80 % населения трудятся в отраслях материального производства, 20 % в непроизводственной сфере.

Региональная специфика определяет отраслевую структуру занятости: так, 23 % занято в промышленности Северного, Волго-Вятского, Поволжского, Уральского и Восточно-Сибирского районов, 14 % населения занято в промышленности в Центрально-Черноземном и Поволжском районах, 8 % населения занято в промышленности в Северном, Уральском и Дальневосточном районах.

Государственная политика в области занятости населения направлена на обеспечение равных возможностей всем гражданам в реализации права на труд и свободный выбор деятельности. Поэтому при формировании трудового потенциала региона необходимо учитывать типологические различия регионов.

Региональное распределение трудовых ресурсов отражает заселенность региона и страны и складывается под воздействием размещений материального производства, исторических, природных и географических факторов. Так, в европейских районах нашей страны концентрируется свыше 70 % основных фондов промышленности и сельского хозяйства, здесь сосредоточено ¾ населения страны. Поэтому можно сделать вывод, что трудовые, материально-производственные и технические ресурсы территориально сближены [5].

Содержание территориального баланса трудовых ресурсов меняется с развитием научно-технического прогресса и развитием рыночной экономики. Почти ¾ населения страны проживает в городах, в России (1100 городов). Рост городского населения отражает процессы индустриализации страны. В зависимости от численности населения города подразделяются на сверхкрупные – свыше 3 млн жителей; крупнейшие – от 1 до 3 млн жителей; крупные – от 250 тыс. до 1 млн жителей; большие от 100 до 250 тыс. населения; средние от 50 до 100 тыс. населения, малые города и поселки до 50 тыс. населения [1].

Сверхкрупные, крупнейшие и крупные города являются центрами сосредоточения научно-технического и промышленного потенциала, квалифицированных кадров. Они

образуют административные центры и осуществляют функции общегосударственного значения. Данные административные центры формируют эффект агломерации в результате концентрации и сочетания технологических и производственных предприятий.

В малых и средних городах требуется активизировать хозяйственную деятельность создавая в них специализированные производства и филиалы промышленных предприятий крупных городов.

В условиях рыночной экономики важным элементом регионального управления является создание стратегии, позволяющей на основе предвидения изменений принимать гибкие решения в области развития региона. При разработке региональной стратегии развития необходимо определять конкретные цели, приоритетные направления развития и разрабатывать пути достижения целей. При этом управление трудовыми ресурсами рассматривают на уровне предприятия, аккумулируя методы и подходы к управлению персоналом. Особой функцией управления должно выступать стратегическое планирование, в рамках которого уделяется место вопросам определения долгосрочной потребности в кадрах той или иной квалификации и специализации, а также выбору форм финансирования образования и разработку программ обучения в сопряженном планировании достижения организационных целей [2].

Все это приводит к долгосрочным мероприятиям в области подготовки и развития трудового потенциала предприятия, действующего на определенном региональном уровне экономики.

В планировании стратегического развития региона необходимо определить циклы развития, к которым необходимо отнести: неструктурированное реагирование на постоянные изменения во внешней среде; стратегическое планирование будущего развития региона с учетом сильных и слабых сторон; выявление внутреннего потенциала; разработку и реализацию корректирующих программ развития.

На сегодняшний момент развитие привлечения иностранных инвестиций вызвало увеличение спроса на специалистов самых разных специализаций, поэтому необходимо изменить подходы к управлению трудовыми ресурсами региона. Стратегическое управление представляет на сегодняшний момент создание различных проектов и программ, направленных на достижения долгосрочных результатов на перспективу развития. К стратегиям развития трудовых ресурсов относится достижения и сохранения баланса между нарастающим спросом и предложением трудовых ресурсов как по количеству, так и по качеству [4]. Однако реализовать это можно при достижении определенного уровня конкурентоспособности региона.

Конкурентоспособность региона определяется совокупностью привлечения бизнеса и населения в экономические процессы, также созданием благоприятных факторов для развития и реализации потенциала человека.

Социально-экономическое движение населения отражает процессы занятости и безработицы, которые служат критериями оценки эффективности использования трудовых ресурсов. Изучение процессов занятости и безработицы происходит посредством использования экстенсивного и интенсивного анализа. Экстенсивный анализ занятости и безработицы предусматривает исследование новых создаваемых объектов с позиции демографического и социально-экономического развития. Интенсивный анализ занятости и безработицы дает возможность свести разные во времени и пространстве величины к одной основе, а именно к качественной характеристике социальных процессов [4]. На основе интенсивного анализа проводится обобщённый и сравнительный региональный анализ использования наличного и резервного трудового потенциала. Отсюда интенсивный анализ трудового потенциала становится приоритетным в использовании оценки социально-экономического развития и отражает уровень эффективности использования трудовых ресурсов региона.

Использование трудового потенциала проводят с помощью анализа численности экономической активности населения региона, так как этот показатель включает занятое население экономической деятельностью, которая приносит доход и отражает предложение рабочей силы. В результате проведённого анализа можно выявить существенные различия в региональном управлении трудовыми ресурсами, напряженность на рынке труда определенного региона, наличие территорий с недостаточным уровнем социального обеспечения и социальной защиты, поэтому для формирования эффективного управления использования трудового потенциала необходимо сформировать результативную государственную политику, которая способствует качественному формированию трудовых ресурсов и решению проблем формирования и использования трудового потенциала региона и страны в целом.

Методология организационно-экономического механизма управления трудовыми ресурсами раскрывается при рассмотрении воспроизводства трудовых ресурсов. Трудовые ресурсы общества являются единством трех фаз трансформации своего состояния: формирование, распределения и использования, поэтому обеспечение производительной и продолжительной трудовой жизни трудовых ресурсов на рынке труда является основным циклом реализации трудового потенциала.

Объектами анализа выступают показатели, которые направлены на правильную расстановку и эффективное использование рабочей силы, экономию рабочего времени. Главное назначение анализа – выявление резервов роста производительности труда и экономного использования фонда заработной платы для учета их в текущем и перспективном планировании.

Экзогенные и эндогенные факторы обеспечивают основу концепции развития жизненного цикла трудовых ресурсов и обеспечивают им качественную характеристику. Исходя из того, что для каждого региона характерны свои особенности воспроизводства трудового потенциала, формируется система управления и этапы развития трудовых ресурсов региона.

Эндогенные факторы – это среда развития региона, в котором формируется экономический потенциал. Экзогенные факторы это, уровень социально-экономического развития государства.

Стабилизация социально-экономического развития страны и ее регионов подчинена методологии замещения текущего социального стандарта определения фонда социальных выплат наиболее незащищенным слоям населения, в качестве которого используется прожиточный минимум и прогрессирующая минимальная заработная плата [4]. Поэтому совершенствование формирования перспективного управления социально-экономическими процессами региона и, в частности, управления трудовыми ресурсами основывается на положениях:

– разработка условий и факторов мирового рыночного хозяйства, т.е. любое преобразование не может формироваться вне общемировых процессов, так как это оказывает прямое действие на экономическую и социальную жизнь регионов;

– формировать национальные приоритеты развития на основе исторических и ментально-этнических источников развития;

– формировать социально-экономическую политику на основе ограниченности ресурсов, а направления государственного регулирования точно взвешиваться и направляется в реальные секторы экономики, на которых строится экономическая система.

Совершенствование управления трудовыми ресурсами должно строиться на принципах формирования и использования трудовых ресурсов, создание условий обеспечения эффективной занятости и снижения безработицы, формирование социальной структуры общества в целом. Эффективность управления использования трудового потенциала зависит от продуктивности функционирования каждой подсистемы экономики и от того, насколько она интегрирована в рамках целостности одной общей системы.

С целью получения достоверной информации о состоянии рынка труда и происходящих на нем процессов необходимо использовать эвристический подход, позволяющий предложить обобщенный критерий анализа процессов на рынке труда, а именно использование коэффициентов эффективности использования трудовых ресурсов.

Тогда расчет использования трудовых ресурсов региона определяется как соотношение коэффициентов эффективности занятости населения в регионе к аналогичному среднему показателю в стране. При определении эффективности использования трудового потенциала региона необходимо проводить ранжирование регионов страны, при этом лидирующие регионы – это регионы, в которых уровень эффективности использования трудовых ресурсов превыше коэффициент 1,1. Вторая группа регионов – это регионы, где уровень использования трудовых ресурсов относится к интервалу от 1 до 1,1. Третья группа регионов – это регионы, в которых уровень эффективности использования трудовых ресурсов меньше среднего значения по стране и меньше 1 [4].

Данная методика определяет возможность научного обоснования принятия решений по разработке и внедрению программ регионального развития, направленной на оптимизацию занятости региона и страны в целом, а также регулированию миграционных процессов, формированию основ организационно-экономического механизма управления трудовыми ресурсами.

Вмешательство государства в использование трудового потенциала региона, необходимо определять из результатов регионального ранжирования: так, для первой группы регионов характерно невмешательство государства в экономические процессы региона. Для второй группы регионов требуется ограниченное вмешательство государства в развитие трудового потенциала и формирование пассивной политики. Для

третьей группы регионов характерно массивное вмешательство государства и проведение экономической политики различными средствами, от с управления ограниченными производственными ресурсами до проведения структурно-отраслевой и структурно-территориальной политики [3].

Все это позволит раскрыть более детально информацию о ситуации на рынке труда как отдельного региона, так и страны в целом.

### Список литературы

1. Бородин А.И., Шаш Н.Н. Сравнительный анализ базовых характеристик моделей управления трудовыми ресурсами в организациях [Текст] / А.И. Бородин, Н.Н. Шаш / Человек и труд. – 2012. – № 6. – С. 18–22.

2. Гусарова М., Тропынин А. Стратегия управления персоналом: понятия и классификация [Текст] / М. Гусарова, А. Тропынин. – М.: Кнорус, 2011. – С. 528.

3. Ендовицкий Д.А., Беленова Н.Н. Комплексный экономический анализ деятельности управленческого персонала [Текст] / Д.А. Ендовицкий, Н.Н. Беленова. – М.: Кнорус, 2011. – С. 528.

4. Кристенсер Р. Стратегическое управление человеческими ресурсами: дорожная карта. От великой идеи к дорожной практике [Текст] / Р. Клиснерсен. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2011. – С. 58–96.

5. Чемеков В. Грейдинг: технология построения системы управления персоналом [Текст] / В. Чемеков. – М.: Вершина, 2008. – С. 120–123.

### References

1. Borodin A.I., Shash N.N. Sravnitelnyj analiz bazovyh harakteristik modelej upravlenija trudovymi resursami v organizacijah [Tekst] / A.I. Borodin, N.N. Shash / Chelovek i trud. 2012. no. 6. pp. 18–22.

2. Gusarova M., Tropynin A. Strategija upravlenija personalom: ponjatija i klassifikacija [Tekst] / M. Gusarova, A. Tropynin. M.: Knorus, 2011. pp. 528.

3. Endovickij D.A., Belenova N.N. Kompleksnyj jekonomicheskij analiz dejatelnosti upravlencheskogo personala [Tekst] / D.A. Endovickij, N.N. Belenova. M.: Knorus, 2011. pp. 528.

4. Kristenser R. Strategicheskoe upravlenie chelovecheskimi resursami: dorozhnaja karta. Ot velikoj idei k dorozhnoj praktike [Tekst] / R. Klisnersen. M.: ZAO «Olimp-Biznes», 2011. pp. 58–96.

5. Chemekov V. Grejding: tehnologija postroenija sistemy upravlenija personalom [Tekst] / V. Chemekov. M.: Vershina, 2008. pp. 120–123.

УДК 339.56.055

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЯХ

**Березнякова А.В., Безуглов Д.А.**

*Ростовский филиал Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, e-mail: annabereznyakova@gmail.com*

В настоящее время, в связи с интенсивным развитием техники и технологий, в том числе появления и расширения доступа большого круга лиц к интернет-технологиям, особую популярность приобретает удаленное приобретение товаров в зарубежных государствах с последующей доставкой этих товаров в международных почтовых отправлениях российским получателям. При этом по оценкам правообладателей значительное количество выявляемой контрафактной продукции попадает на территорию Российской Федерации именно таким путем. В работе сформулированы причины и условия, способствующие попаданию контрафактной продукции на территорию России в международных почтовых отправлениях, освещены особенности проведения таможенного контроля в отношении товаров, пересылаемых в международных почтовых отправлениях физическими лицами, выработаны предложения по оптимизации таможенного контроля в отношении таких товаров с целью повышения эффективности деятельности таможенных органов в части защиты прав интеллектуальной собственности.

**Ключевые слова: борьба с контрафактом, интеллектуальная собственность, международные почтовые отправления, таможенный контроль**

# ACTUAL PROBLEMS OF FIGHT AGAINST COUNTERFEIT GOODS MOVING IN THE INTERNATIONAL MAILINGS

**Bereznyakova A.V., Bezuglov D.A.**

*Rostovsky branch of the Russian Customs Academy, Rostov-on-Don, e-mail: annabereznyakova@gmail.com*

Currently, in connection with intensive development of techniques and technologies, including the emergence and expansion of access to Internet technologies, remoting purchase of goods in foreign countries with subsequent delivery of these goods in international postal items to Russian recipients became very popular. According to the owners of intellectual property, significant number of identified counterfeit goods enter the territory of the Russian Federation in this way. The paper deals with the causes and conditions conducive to the penetration of counterfeit products into the territory of Russia in international postal items, the peculiarities of customs control in respect of goods sent by international postal items bynatural persons, elaboratedfor optimization of customs control in respect of such goods with the purpose of increasing efficiency of activity of customs authorities in protecting intellectual property rights.

**Keywords: struggle against counterfeit, intellectual property, international postal items, customs control**

Несмотря на неблагоприятную внешнеполитическую обстановку и функционирующую в настоящее время в России программу импортозамещения [4], во втором квартале 2016 г. доля импорта в товарных ресурсах розничной торговли в нашей стране составила 36% [3]. На протяжении предыдущего десятилетия это значение ни разу не опускалось ниже 40% [3]. В настоящее время, в связи с интенсивным развитием техники и технологий, в том числе появления и расширения доступа большого круга лиц к интернет-технологиям, особую популярность приобретает удаленное приобретение товаров в зарубежных государствах с последующей доставкой этих товаров в международных почтовых отправлениях российским получателям.

При этом, как сетуют правообладатели, значительная доля контрафактной продукции поступает на рынок Российской Федерации именно таким способом.

**Целью** настоящей статьи является выявление причин и условий, способствующих попаданию контрафактной продукции на территорию России в международных почтовых отправлениях, особенностей проведения таможенного контроля в отношении товаров, пересылаемых в международных почтовых отправлениях физическими лицами и выработка предложений по оптимизации таможенного контроля в отношении таких товаров с целью повышения эффективности деятельности таможенных органов в части защиты прав интеллектуальной собственности.

Таможенный контроль осуществляется в отношении всех перемещаемых через таможенную границу Таможенного союза МПО в местах международного почтово-

го обмена, которые в настоящий момент определены приказом ФТС России от 23 сентября 2013 г. № 1788 «О местах международного почтового обмена, являющихся объектами почтовой связи, на территории Российской Федерации» [6, 7].

Согласно положениям действующего законодательства, пересылка международных почтовых отправлений должна сопровождаться документами, предусмотренными актами Всемирного почтового союза. В настоящее время актами Всемирного почтового союза предусмотрены следующие документы, сопровождающие международные почтовые отправления :

– таможенная декларация (формы CN 22, CN 23);

– сопроводительный адрес CP 71;

– бланк-пачка CP 72;

– бланк E1 (при таможенном декларировании международных почтовых отправлений, содержащих логотип EMS).

Таможенный контроль осуществляется путем проведения осмотра или досмотра международных почтовых отправлений с применением технических средств таможенного контроля. В случаях обнаружения запрещенных или ограниченных к ввозу товаров такие товары возвращаются отправителю международного почтового отправления, либо в отношении лица, осуществляющего попытку введения в гражданский оборот на территории Российской Федерации таких товаров, возбуждаются дела об административных правонарушениях по фактам, ответственность за которые предусмотрена Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях.

Необходимо отметить, что декларированию с использованием деклараций на товары подлежат товары, за исключением пересылаемых физическими лицами для личного пользования, в следующих случаях:

– если подлежат уплате таможенные пошлины, налоги;

– если в отношении товаров применяются специальные защитные, антидемпинговые и компенсационные меры и соблюдаются запреты и ограничения;

– если фактический вывоз товаров с таможенной территории Таможенного союза должен быть подтвержден отправителем товаров таможенному и (или) налоговому органам;

– если товары помещаются под таможенную процедуру иную, чем таможенная процедура выпуска для внутреннего потребления.

Исходя из смысла ч. 4 ст. 314 Таможенного кодекса Таможенного союза [8], использование предусмотренных актами Всемирного почтового союза документов при таможенном декларировании товаров, пересылаемых в международных почтовых отправлениях, осуществляется по остаточному принципу.

Таким образом, в случае, если товары, перемещаемые в международных почтовых отправлениях, не подлежат декларированию с использованием декларации на товары, таможенный контроль в отношении таких товаров осуществляется только в местах международного почтового обмена.

В соответствии с положениями действующего законодательства, после обработки международных почтовых отправлений работниками почты и таможенным органом в местах международного почтового обмена, для целей осуществления выпуска товаров юридических лиц и физических лиц, перемещающих товары в количестве, явно превышающем нормальное для личного пользования (при необходимости уплаты таможенных платежей, представления дополнительной информации о товарах), таможенным органом в месте международного почтового обмена составляется уведомление о необходимости таможенного оформления по месту нахождения адресата (т.е. во внутренних таможнях), которое направляется вместе с документами, сопровождающими международное почтовое отправление.

В случаях, когда в ходе проведения таможенного контроля проводился таможенный осмотр или таможенный досмотр товаров, перемещаемых в международном таможенном отправлении, акт таможенного осмотра/досмотра также направляется совместно с международным почтовым отправлением в таможенный орган, где будет осуществляться таможенное декларирование.

При этом при подаче декларации на товары в отношении международных почтовых отправлений, поступающих с уведомлениями из мест международного почтового обмена, соблюдается общеустановленный порядок таможенного декларирования и таможенного контроля.

Так выглядит общая схема осуществления таможенного контроля в отношении товаров, перемещаемых в международных почтовых отправлениях, в Российской Федерации в соответствии с действующим законодательством.

Что же касается защиты прав на объекты интеллектуальной собственности при перемещении товаров в международных почтовых отправлениях, здесь, безусловно, присутствуют особенности, закрепленные нормативно в действующем законодательстве.

Итак, основные положения, касающиеся совершения таможенных операций с товарами, перемещаемыми в международных почтовых отправлениях, закреплены в 44 главе Таможенного кодекса Таможенного союза [8], содержащей ряд отсылочных норм как к внутреннему законодательству, так и к международному.

Положения, непосредственно касающиеся контроля за соблюдением прав на объекты интеллектуальной собственности при перемещении товаров с использованием международных почтовых отправлений, отражены в ст. 313 Таможенного кодекса Таможенного союза [8], а именно:

В соответствии с пп. 2 п. 1 ст. 313 Таможенного кодекса Таможенного союза [8], в международных почтовых отправлениях не допускается пересылка товаров, запрещенных к пересылке в соответствии с актами Всемирного почтового союза.

В настоящее время перечень таких товаров установлен ч. 2 ст. 15 Всемирной почтовой конвенции [5] и включает в себя, помимо прочего, контрафактные и пиратские предметы.

Таким образом, на перемещение контрафактных товаров в международных почтовых отправлениях независимо от категории отправлений, наложен прямой запрет.

При этом в п. 1 ч. 2 ст. 328 Таможенного кодекса Таможенного союза [8] товары, перемещаемые физическими лицами для личного пользования с использованием международных почтовых отправлений, исключены из перечня товаров, к которым применяются меры по защите прав на объекты интеллектуальной собственности, связанные с приостановлением выпуска товаров.

То есть в случае выявления перемещаемых физическими лицами для личного пользования в международных почтовых отправлениях товаров, обладающих признаками контрафактных, меры, связанные с приостановлением их выпуска, не применяются в соответствии с положениями Таможенного кодекса Таможенного союза [8].

При этом в Таможенном кодексе Таможенного союза прямо указано следующее: товары, запрещенные к ввозу на таможенную территорию Таможенного союза, прибывшие на таможенную территорию Таможенного союза, подлежат немедленному вывозу, если иное не предусмотрено законодательством.

Указанное положение содержится в ч. 2 ст. 152 Таможенного кодекса Таможенного союза «Соблюдение запретов и ограничений при перемещении товаров через таможенную границу» [8].

Определение запретов и ограничений нормативно закреплено в п. 8 ч. 1 ст. 4 Таможенного кодекса Таможенного союза [8]. Согласно указанной норме, запреты и ограничения включают меры нетарифного регулирования, меры, затрагивающие внешнюю торговлю товарами и вводимые исходя из национальных интересов, особые виды запретов и ограничений внешней торговли товарами, меры экспортного контроля, в том числе в отношении продукции военного назначения, технического регулирования, а также санитарно-эпидемиологические, ветеринарные, карантинные, фитосанитарные и радиационные требования.

Кроме того, как упоминалось выше, в соответствии с ч. 2 ст. 15 Всемирной почтовой конвенции [1] запрещены к пересылке контрафактные и пиратские предметы.

В настоящее время термин «контрафактный» определен только в отношении одного объекта интеллектуальной собственности, защита прав на который входит в компетенцию таможенных органов, – товарного знака.

Согласно ч. 1 ст. 1515 Гражданского кодекса Российской Федерации [2], контрафактными являются товары, этикетки, упаковки товаров, на которых незаконно размещены товарный знак или сходное с ним до степени смешения обозначение. Это единственное легитимное определение термина «контрафактный», который при этом достаточно широко используется в законодательстве и в отношении защиты прав на иные объекты интеллектуальной собственности.

Кроме того, в соответствии с нормами действующего законодательства Российской Федерации, установить, является ли товар контрафактным, могут только судебные органы в рамках судебных разбирательств.

Соответственно, при принятии решения о необходимости вывоза товаров, запрещенных к перемещению в международных почтовых отправлениях в соответствии с ч. 2 ст. 15 Всемирной почтовой конвенции [1], таможенный орган должен установить, являются ли эти товары «контрафактными или пиратскими». Что, как следует из приведенного выше анализа действующих правовых норм, не представляется возможным и превышает полномочия должностных лиц в части идентификации товаров.

Таким образом, проблема реализации положений о недопущении пересылки в международных почтовых отправлениях товаров с нарушением прав интеллектуальной собственности является комплексной и требует детально проработанных решений, которые будут способствовать повышению эффективности деятельности

таможенных органов по предотвращению попадания контрафактных товаров таким способом на территорию России.

Во-первых, целесообразно законодательно разъяснить термины «контрафактный» и «пиратский» применительно ко Всемирной почтовой конвенции. Иначе, поскольку контрафактность товаров в соответствии с действующим законодательством России определяется только в судебном порядке, предусмотренный упомянутой Конвенцией механизм возврата международных почтовых отправлений фактически утратит смысл с учетом положений Гражданского кодекса Российской Федерации о необходимости уничтожения контрафактных товаров [2].

Во-вторых, с учетом положений о выборочности таможенного контроля [8], проблемой является эффективность фактического таможенного контроля товаров, пересылаемых в международных почтовых отправлениях физическими лицами. Для повышения эффективности выявлений товаров, обладающих признаками контрафактных, целесообразно с использованием системы управления рисками точно прорабатывать наиболее рисковые направления перемещения международных почтовых отправлений, поставки, получаемые от конкретных отправителей, и так далее. Такая работа, по нашему мнению, будет наиболее эффективной при непосредственном участии правообладателей. Например, представляется возможным прямое взаимодействие таможенных органов и правообладателей с использованием специального программного средства, реализованного на базе интернет-технологий, где правообладатели смогут в режиме реального времени доводить до таможенных органов информацию о выявленных ими фактах нарушений их исключительных прав, которая в оперативном порядке будет обрабатываться таможенными органами и реализовываться с использованием системы управления рисками, применяя адекватные к конкретной ситуации формы таможенного контроля. Такая схема работы позволит, во-первых, оперативно пресекать попытки пересылки в международных почтовых отправлениях контрафактных товаров, и, во-вторых, снизить трудовые и временные затраты таможенных органов при проведении таможенного контроля, одновременно повышая его эффективность.

Третьей важнейшей проблемой является то, что на правообладателей законодательно не наложены никакие обязательства по взаимодействию с таможенными органами. Зачастую бездействие правообладателей приводит к неэффективности всех проводимых таможенными органами мероприятий даже в случае, когда товар является не просто контрафактным в соответствии с Гражданским кодексом, т.е. ввезенным без разрешения правообладателя, а поддельным, что негативно сказывается на конечном потребителе такого товара.

Поскольку эффект от модернизации и гармонизации законодательства в части деятельности таможенных органов, направленных на защиту прав интеллектуальной собственности при пересылке товаров в международных почтовых отправлениях, потенциально высок, возможно ввести отдельный механизм, сходный с приостановлением выпуска товаров, обладающих признаками контрафактных, который в настоящее время не применяется для товаров, перемещаемых физическими лицами для личного пользования с использованием международных почтовых отправлений. Внедрение подобного правового механизма позволило бы в первую очередь снизить количество ввозимых таким способом контрафактных товаров. Кроме того, это обеспечило бы однозначное соблюдение норм международного законодательства, а именно – исключило бы из международного почтового обмена товары, запрещенные к пересылке в международных почтовых отправлениях, являющиеся контрафактными или пиратскими.

Однако внедрять такой механизм нужно с осторожностью, поскольку, учитывая, что в настоящее время в Таможенный реестр объектов интеллектуальной собственности Российской Федерации внесено более 2000 товарных знаков, а количество международных почтовых отправлений, оформляемых в местах международного почтового обмена, постоянно возрастает, при реализации подобного механизма может возникнуть ряд не только правоприменительных, но и организационных трудностей, например отсутствие специальных мест хранения международных почтовых отправлений, срок выпуска которых продлен; неопределенность с компенсацией затрат на хранение таких товаров; увеличение трудовых и временных затрат таможенных органов при ограниченном штате должностных лиц; и др. [5, 9].

**Выводы**

В настоящее время деятельность таможенных органов Российской Федерации по выполнению функций в части защиты прав на объекты интеллектуальной собственности и осуществлении таможенного контроля в отношении товаров, пересылаемых физическими лицами в международных почто-

вых отправлениях, недостаточно эффективна в связи с несовершенством действующего законодательства и несогласованностью правовых норм, содержащихся во внутреннем законодательстве Российской Федерации, наднациональном законодательстве Таможенного союза и международных правовых норм в данной сфере, содержащихся в международных правовых актах, ратифицированных в Российской Федерации. Для повышения эффективности такой работы необходимо совершенствование как теоретико-правовой, так и функциональной базы деятельности таможенных органов.

В первую очередь целесообразно привести нормы действующего законодательства в соответствие и законодательно разъяснить понятия «контрафактный», «пиратский» применительно ко Всемирной почтовой конвенции.

Кроме того, представляется необходимым разрешение вопросов, связанных с организацией проведения мероприятий, направленных на пресечение случаев пересылки в международных почтовых отправлениях товаров с нарушением прав интеллектуальной собственности, таких как: организация специальных мест хранения товаров, возможно являющихся контрафактными, до принятия окончательного решения о необходимости их обратной пересылки либо разрешения на ввоз; повышение эффективности проведения таможенного контроля с использованием механизма системы управления рисками при непосредственном участии правообладателей; обеспечение единообразия в действиях должностных лиц таможенных органов, в данном случае путем нормативного закрепления соответствующей технологии с учетом особенностей работы мест международного почтового обмена.

Помимо прочего, для обеспечения необходимой оперативности и исключения необоснованного увеличения сроков выпуска товаров целесообразно рассмотреть вопрос о модернизации материально-технической базы и разработки специального программного обеспечения, возможно интегрированного в существующую информационную систему таможенных органов.

### Список литературы

1. Всемирная почтовая конвенция (Доха, 11 октября 2012 г.) // Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая): Федеральный закон от 18.12.2006 № 230-ФЗ: Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

3. Доля импорта в товарных ресурсах розничной торговли (Российская Федерация) [Электрон. ресурс]: Единая межведомственная информационно-статистическая система. Режим доступа: World Wide Web. URL: http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=37165.

4. Импортозамещение в России [Электрон. ресурс]: Информационная поддержка запущенного в 2014 году президентом программы импортозамещения. Режим доступа: World Wide Web. URL: http://zimport.ru/chto-takoe-importozameshhenie/.

5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ: Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

6. Постановление Президиума Высшего Арбитражного Суда РФ от 3 февраля 2009 г. № 10458/08: Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

7. Приказ ФТС России от 23.09.2013 № 1788 «О местах международного почтового обмена, являющихся объектами почтовой связи, на территории Российской Федерации»: Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

8. Таможенный кодекс Таможенного союза (приложение к Договору о Таможенном кодексе Таможенного союза, принятому Решением Межгосударственного Совета ЕврАзЭС на уровне глав государств от 27 ноября 2009 г. N 17): Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

9. Федеральный закон Российской Федерации от 27.11.2010 № 311-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации»: Режим доступа: СПС «Консультант Плюс», URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

### References

1. Vsemirnaja pochtovaja konvencija (Doha, 11 oktjabrja 2012 g.) // Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

2. Grazhdanskij kodeks Rossijskoj Federacii (chast chetvertaja): Federalnyj zakon ot 18.12.2006 no. 230-FZ: Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

3. Dolja importa v tovarnyh resursah roznichnoj torgovli (Rossijskaja Federacija) [Jelektron. resurs]: Edinaja mezhvedomstvennaja informacionno-statisticheskaja sistema. Rezhim dostupa: World Wide Web. URL: http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=37165.

4. Importozameshhenie v Rossii [Jelektron. resurs]: Informacionnaja podderzhka zapushhennogo v 2014 godu prezidentom programmy importozameshhenija. Rezhim dostupa: World Wide Web. URL: http://zimport.ru/chto-takoe-importozameshhenie/.

5. Kodeks Rossijskoj Federacii ob administrativnyh pravonarushenijah: Federalnyj zakon ot 30.12.2001 no. 195-FZ: Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

6. Postanovlenie Prezidiuma Vysshego Arbitrazhnogo Suda RF ot 3 fevralja 2009 g. no. 10458/08: Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

7. Prikaz FTS Rossii ot 23.09.2013 no. 1788 «O mestah mezhdunarodnogo pochtovogo obmena, javljajushhihsja ob#ektami pochtovoj svjazi, na territorii Rossijskoj Federacii»: Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

8. Tamozhennyj kodeks Tamozhennogo sojuza (prilozhenie k Dogovoru o Tamozhennom kodekse Tamozhennogo sojuza, prinjatomu Resheniem Mezhgosudarstvennogo Soveta EvrAzJeS na urovne glav gosudarstv ot 27 nojabrja 2009 g. N 17): Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: WorldWideWeb. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

9. Federalnyj zakon Rossijskoj Federacii ot 27.11.2010 no. 311-FZ «O tamozhennom regulirovanii v Rossijskoj Federacii»: Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus», URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

УДК 331.08

# КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ОСНОВЕ КОНТРОЛЛИНГА ПЕРСОНАЛА

**[2]Бикметов А.Г., [1]Малышева О.С., [1]Хафизов А.М., [2]Кудлаева А.Р., [1]Вахитова А.Р.**

*[1]Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Салават, e-mail: alik_hafizov@mail.ru;*

*[2]ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: alfir14@gmail.com*

Данная статья посвящена компетентностному подходу. Анализ показал, что поддержание на должном уровне компетентности сотрудников возможно через их профессиональный рост и развитие. Формирование и развитие компетенций персонала позволяет крупным нефтехимическим предприятиям достигать положительного эффекта в области стратегии соответствия между структурными подразделениями, а также в области объединения и согласования различных функций. Важным рычагом управления развития является аудит и контроллинг деятельности сотрудника. Исследования невозможны без методологической основы, которая может рассматриваться как объединение целей, различных подходов, средств и методов исследования. В методологической основе возможно применение разных концептуальных подходов к анализу проблем развития компетенций персонала. Своевременный мониторинг представленных показателей позволяет соответствующей службе проводить целенаправленную работу по улучшению качественного состава персонала.

**Ключевые слова: персонал, компетентностный подход, лидерские качества, профессионализм, ответственность, деловая активность**

# COMPETENCE APPROACH IN THE BASIS OF PERSONNEL CONTROLLING

**[2]Bikmetov A.G., [1]Malysheva O.S., [1]Khafizov A.M., [2]Kudlaeva A.R., [1]Vakhitova A.R.**

*[1]Branch of SEI HE «Ufa State Petroleum Technological University», Salavat, e-mail: alik_hafizov@mail.ru;*

*[2]Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: alfir14@gmail.com*

This article is devoted to the competence approach. The analysis showed that maintaining the proper level of skills of the employees, perhaps through their professional growth and development. The formation and development of workforce competencies enables large petrochemical enterprises to achieve a positive effect in the areas of strategy alignment between the structural units, and also in the field of unification and harmonization of the various functions. An important development lever is auditing and controlling employee activity. The main approach to enhance the competence of the administrative personnel of the enterprise is the resource-based approach. Research is impossible without a methodological framework, which can be seen as goals, different approaches, tools and methods. Methodological basis is possible to use different conceptual approaches to the analysis of problems of development of the staff competences. Timely monitoring of the presented indicators allows to carry out purposeful work on improvement of qualitative composition of the staff.

**Keywords: staff, competence-based approach, leadership qualities, professionalism, responsibility, business activity**

Сегодня, когда сложилась кризисная ситуация в Российской Федерации и во всем мире, практически любые виды форм предпринимательской деятельности испытывают давление жесткой конкуренции. Для того чтобы по меньшей мере выжить, а еще лучше преуспеть в своей предпринимательской деятельности, предприятиям нужно быстро подстраиваться под меняющиеся условия и оставаться конкурентоспособными. Поддержание на должном уровне компетентности сотрудников возможно через их профессиональный рост и развитие. Важным рычагом управления развития является аудит и контроллинг деятельности сотрудника. Комплексная система аудита персонала может оценить достижения работника и служить основой для создания планов развития персонала, а также ставит новые задачи и цели в области повышения качества работы и производительности персонала.

Главная цель контроллинга персонала – это создание механизма по направлению и улучшению деятельности в границах системы управления персоналом, которые направлены на развитие управления человеческими ресурсами для достижения целей предприятия и повышения ее экономической и социальной привлекательности.

В крупных нефтехимических корпорациях экономическими целями контроллинга предприятия могут быть: увеличение мощности производства, максимизация прибыли, снижение себестоимости продукции и, соответственно, повышение конкурентоспособности предприятия.

Однако практика контроллинга говорит о том, что цели контроллинга персонала со временем становятся все более сложными. В данный период времени их можно сформулировать как повышение результатов и более эффективная работа предприятия за

счет лучшего использования ресурса – персонала. Эта цель высшего ранга. Но чтобы добиться этой цели, нужно конкретизировать подзадачи системы.

В итоге вырастает целое дерево различных целей, в котором высшая цель – это описание конечного результата. Подцели каждого следующего уровня выступают важными условиями достижения цели предыдущего уровня. Конкретные задачи исполнителей являются последним уровнем иерархии целей и представляют собой формулировку работ, которые могут быть выполнены определенным способом и в заранее установленные сроки.

Наибольшее влияние на работу с персоналом по повышению компетентности оказывают поэтапное планирование работы и плановые показатели. Они создают предпосылки для стратегического менеджмента персонала. К числу этих предпосылок относится и контроллинг персонала.

Формирование и развитие компетенций персонала позволяет крупным нефтехимическим предприятиям достигать положительного эффекта в области стратегии соответствия между структурными подразделениями, а также в области объединения и согласования различных функций. Развитие компетенций управленческого персонала дает возможность сделать лучше систему пополнения и обновления знаний, а также производить обмен идеями и опытом.

Исследования невозможны без методологической основы, которая может рассматриваться как объединение целей, различных подходов, средств и методов исследования. В методологической основе возможно применение разных концептуальных подходов к анализу проблем развития компетенций управленческого персонала.

Главным подходом к повышению компетентности управленческого персонала предприятия служит ресурсный подход.

Ресурсный подход – это новая совокупность общей стратегии предприятия; возник в помощь предприятиям при острой конкуренции в резко меняющихся условиях при кризисной ситуации в мире. Данный подход подробно изучает компетенции управленческого персонала как источник состязательного преимущества предприятия [3]. У данного подхода есть два основных метода, которые позволяют руководству полностью реализовать возможности управленческого персонала нефтехимического предприятия. Первый метод устанавливает связи между управлением и процессом управления предприятия. Второй метод направлен на поддержание стратегии крупного предприятия в области персонала.

Компетентностный подход получил достаточно широкое распространение и развитие в области образования. Анализ научных работ и практика по данной проблеме, экспериментальная проверка компетентностно-ориентированных форм обучения чаще всего ведутся с опорой на достижения, полученные для данных направлений. В сумме все это и обеспечивает сформированность различных теоретических, методологических и дидактических основ компетентностного подхода как целостного управленческого факта.

Но пока еще рано говорить о компетентностном подходе как сложившемся явлении менеджерской действительности. Он находится в стадии развития, формирования.

При поведенческом подходе в центре внимания находится персонал. И неважно, насколько грамотно продумана структура предприятия, эффективная работа его будет определяться в первую очередь персоналом, работающим на этом предприятии, их ЗУНами и мотивацией к труду [5]. Менеджерам нужно создавать условия для реализации их творческих способностей, для накопления их знаний и развития их навыков в процессе работы предприятия, что является целью поведенческого подхода к развитию компетенций управленческого персонала. Поведенческий подход учитывает следующие характеристики управленческого персонала [1]:

– самостоятельность в выборе жизненных целей и способов их достижения;

– способность к конкурентному осознанию действительности, ее абстрагированию, прогнозированию и моделированию [7];

– ценностно-смысловое и эмоциональное отношение к действительности;

– зависимость и неотделимость от других людей;

– эмоциональность, определяющую активность человека наряду с интеллектом;

– обучаемость, как способность целенаправленно развиваться.

Поведенческий подход персонала – это самоуправляемая система, функционирующая на основе частных, общих, социальных связей, психофизических закономерностей и собственного целеполагания. Недостатком этого подхода является, прежде всего, то, что поведенческий подход ориентирован на воздействие на подчиненных предприятия; на исследование организационных отношений; на формирование духовно-нравственных ценностей в коллективе. А развитие компетенций управленческого персонала относится к второстепенным задачам.

Стратегический подход к развитию персонала предприятия заключается в обе-

спечении устойчивого преимущества нефтехимического предприятия, при помощи усиления компетентности персонала и создания условий для карьерного роста на долгосрочную перспективу.

Стратегический подход развития персонала подразумевает:

– управление персоналом, направленное на адаптирование персонала предприятия в условиях конкуренции;

– методические функции, которые включают в себя необходимость в кадрах, набор, кадровый резерв, развитие, наращивание потенциала и эффективное использование персонала;

– профильные функции – это контроллинг, маркетинг, информационное обслуживание и организация управления развитием персонала.

Конкурентные условия коренным образом изменили не только условия деятельности предприятий, но и существенно повысили степень трудности стоящих перед управленческим персоналом целей, задач, а также условий трудовой деятельности. Требования, которые предъявляет рыночная конкуренция к персоналу нефтехимических предприятий, линейно растут в области образования, квалификации, профессиональных навыков, знаний и методов работы.

Контроллинг персонала подразумевает под собой разработку и предоставление инструментария для увеличения производительности труда на нефтехимическом предприятии.

Обычно выделяют следующие основные функции контроллинга персонала:

– информационная – создание информационной системы, объединяющей все нужные сведения: производительность труда, заработная плата персонала и т.д. Эта функция реализуется с помощью создания на предприятии электронной базы данных, с возможностью формирования отчетов.

Модель компетенций управленческого персонала

| Компетенция | Качества, умения, навыки |
|---|---|
| 1. Управленческие компетенции | 1. Навыки самоорганизации |
| | 2. Базовые знания современного руководителя (менеджмент, право, финансы и бухгалтерский учет) и их использование в управленческой деятельности |
| | 3. Знания и умения в области разработки и реализации стратегии предприятия |
| | 4. Навык принятия оперативных управленческих решений |
| | 5. Знание и использование техник управления |
| | 6. Владение механизмами наставничества |
| | 7. Умение формировать команду и управлять коллективом (оценка, подбор, адаптация, мотивация и обучение персонала) |
| | 8. Педагогические способности, умение понимать психологические особенности людей |
| 2. Коммуникативные компетенции | 1. Навыки ведения различных переговоров (в т.ч. деловых переговоров по телефону) |
| | 2. Умение проводить совещания и осуществлять деловую переписку |
| | 3. Владение этикой делового общения |
| | 4. Умение разрешать конфликтные ситуации |
| | 5. Владение приемами личностного влияния на собеседника |
| 3. Профессиональные компетенции | 1. Профессионализм |
| | 2. Исполнительность |
| | 3. Ответственность |
| | 4. Ориентированность на клиента |
| | 5. Деловая активность |
| | 6. Высокая работоспособность |
| 4. Личностные компетенции | 1. Лидерские качества |
| | 2. Системное мышление |
| | 3. Аналитические способности |
| | 4. Гибкость, способность быстро и адекватно реагировать на изменение ситуации |
| | 5. Обучаемость |
| | 6. Инициативность |
| | 7. Принципиальность |

– плановая – получение прогнозов, согласование целей и нормативной информации.

– управляющая – разработка предложений по устранению негативных тенденций.

– контрольная – анализ степеней достижения целей, а также запланированных и фактических показателей по персоналу предприятия.

Если отклонения не выходят за рамки интервала, рассчитанного разделом контроллинга, то управляющие воздействия не нужны. Например, если норма текучести кадров остается в пределах допустимых значений (4–5 %) и даже отмечается тенденция к ее росту, то об этом необходимо сообщить отделу по управлениями кадрами.

Для реализации вышеперечисленных функций контроллинга персонала, руководители различных отделов должны решать следующие задачи:

– предоставлять информацию начальнику отдела кадров;

– проверять эффективность использования персонала за год. Оценка должна производиться руководством предприятия на основе инструментариев, разрабатываемых службой по управлению персоналом;

– определять потребность в кадрах в различных аспектах. Эти расчеты проводятся службой управления персоналом на основании следующих данных: стратегический и оперативный план, виды выпускаемой продукции, их количество, сегменты рынка;

– осуществить стимулирование персонала.

Контроллинг персонала проведем на основе модели компетенций управленческого персонала ОАО «Газпром нефтехим Салават».

Именно эти компетенции лежат в основе перспективных руководителей.

Входными данными для проведения контроллинга по модели компетенций управленческого персонала являются результаты опросов, интервью, обучения.

Значения выставлялись в диапазоне от 1 балла (не соответствует) до 5 баллов (полностью соответствует), контроллингу подверглась группа управленческого персонала в количестве 100 человек.

В ходе контроллинга выявлено, что у управленческого персонала наблюдается отставание по следующим компетенциям:

– навык принятия оперативных управленческих решений;

– владение механизмами наставничества;

– педагогические способности, умение понимать психологические особенности людей;

– умение разрешать конфликтные ситуации;

– владение приемами личностного влияния на собеседника [2];

– профессионализм.

В соответствии с этим руководству ОАО «Газпром нефтехим Салават» необходимо предпринять следующие действия:

– увеличить профессионализм, применяя более современные методики обучения, аттестации, мотивации (например, для обучения применять метод гейминга – игровой формы как наиболее эффективной для обучения [4, 7]);

– повысить эффективность работы персонала до плановой, на основе модернизации процессов управления персоналом [6].

Своевременный мониторинг представленных показателей позволяет соответствующей службе проводить целенаправленную работу по улучшению качественного состава управленческого персонала, совершенствовать процесс управления им, вовлекать начальников подразделений в конструктивное сотрудничество для обеспечения безболезненной и эффективной преемственности руководителей.

Но для этого руководству ОАО «Газпром нефтехим Салават» необходимо провести ряд мероприятий:

– провести оптимизацию численности персонала за счет проведения мероприятий по нормированию труда;

– сократить отток высококвалифицированных работников за счет дальнейшего внедрения новой системы мотивации за профессиональное мастерство;

– повысить мотивацию персонала к достижению высокопрофессиональных компетенций за счет реализации программы непрерывного развития;

– развивать корпоративное обучение, в т.ч. с привлечением высококвалифицированных специалистов в качестве внутренних тренеров и использованием форм дистанционного обучения.

**Список литературы**

1. Аудит и контроллинг персонала организации: учеб. пособие/ под ред. проф. П.Ф. Шлендера. – М.: Вузовский учебник, 2011. – ЭБС «Znanium.com» (http://znanium.com/bookread.php?book).

2. Бикметов А.Г. О методах управления персоналом на примере ОАО «Газпром Нефтехим Салават» [Текст] / Бикметов А.Г., Малышева О.С., Хафизов А.М., Капустин Г.В. / Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–5. – С. 992–995.

3. Ковалев С.В. Система контроллинга персонала промышленной организации: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2013.

4. Кузнецов Д.Л. Экономическое обоснование разработки программы диагностирования змеевиков трубчатых печей / Д.Л. Кузнецов, О.С. Малышева, А.М. Хафизов // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2016: материалы Международной научно-методической конференции / редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 342–344.

5. Кадровая политика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gazprom.ru/careers/hr-policy (дата обращения: 06.11.2016).

6. Хафизов А.М. Проблемы корпоративной социальной ответственности в области экологии на примере ПАО «Газпром» [Текст] / А.М. Хафизов, О.С. Малышева, А.И. Самошкин, Я.Ф. Хабирова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6–2. – С. 480–484.

7. Юхин Е.Г. Разработка виртуального тренажера-имитатора работы трубчатой печи для повышения профессиональных навыков сотрудников предприятий нефтегазовой отрасли / Е.Г. Юхин, Н.А. Кошелев, А.М. Хафизов, О.С. Малышева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–5. – С. 970–974.

## References

1. Audit i kontrolling personala organizacii: ucheb. posobie/ pod red. prof. P.F. Shlendera. M.: Vuzovskij uchebnik, 2011. JeBS «Znanium.com» (http://znanium.com/bookread.php?book).

2. Bikmetov A.G. O metodah upravlenija personalom na primere OAO «Gazprom Neftehim Salavat» [Tekst] / Bikmetov A.G., Malysheva O.S., Hafizov A.M., Kapustin G.V. / Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 12–5. pp. 992–995.

3. Kovalev S.V. Sistema kontrollinga personala promyshlennoj organizacii: uchebnoe posobie. M.: KNORUS, 2013.

4. Kuznecov D.L. Jekonomicheskoe obosnovanie razrabotki programmy diagnostirovanija zmeevikov trubchatyh pechej / D.L. Kuznecov, O.S. Malysheva, A.M. Hafizov // Integracija nauki i obrazovanija v vuzah neftegazovogo profilja 2016: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii / redkol.: N.G. Evdokimova i dr. Ufa: Izd-vo UGNTU, 2016. pp. 342–344.

5. Kadrovaja politika [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.gazprom.ru/careers/hr-policy (data obrashhenija: 06.11.2016).

6. Hafizov A.M. Problemy korporativnoj socialnoj otvetstvennosti v oblasti jekologii na primere PAO «Gazprom» [Tekst] / A.M. Hafizov, O.S. Malysheva, A.I. Samoshkin, Ja.F. Habirova // Fundamentalnye issledovanija. 2016. no. 6–2. pp. 480–484.

7. Juhin E.G. Razrabotka virtualnogo trenazhera-imitatora raboty trubchatoj pechi dlja povyshenija professionalnyh navykov sotrudnikov predprijatij neftegazovoj otrasli / E.G. Juhin, N.A. Koshelev, A.M. Hafizov, O.S. Malysheva // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 12–5. pp. 970–974.

УДК 330.322.12

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СБЕРЕЖЕНИЙ НАСЕЛЕНИЯ НА ЛОКАЛЬНЫЙ ИНВЕСТИЦИОННЫЙ РЫНОК

**Бирюков И.Н., Назарчук Н.П.**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, e-mail: ndadept83@gmail.com, nazarchuk.natali@mail.ru*

Вопросы, связанные с расширением притока внутренних инвестиций на рынки как Российской Федерации в целом, так и отдельных ее регионов в частности, давно являются одними из наиболее остро обсуждаемых среди широкого круга специалистов. За прошедшие два десятилетия наблюдались тенденции активизации данного процесса, однако до выхода на планируемые количественные показатели остается еще достаточно далеко. Разрабатываемые теоретиками новые подходы к стимулированию использования сбережений физических лиц в качестве источника финансирования инвестиций не всегда хорошо работают на практике. Целью данной работы является анализ текущей ситуации в сфере индивидуального инвестирования в России и выработка на его основе рекомендаций по улучшению ситуации в рассматриваемой сфере. Для реализации поставленных целей были использованы результаты анализа, проведенного автором на основе данных статистических органов, финансовой отчетности организаций и государственных нормативно-правовых актов. По итогам работы уточнены основные термины и определения. На базе проведенного исследования выявлены ключевые проблемы, мешающие активному расширению класса индивидуальных инвесторов, а также предложены пути совершенствования существующего инструментария инвестиционных рынков.

**Ключевые слова: инвестиции, сбережения населения, инвестиционный рынок, индивидуальные инвесторы**

# IMPROVEMENT TOOLS OF ATTRACTION OF HOUSEHOLD SAVINGS IN THE LOCAL INVESTMENT MARKET

**Biryukov I.N., Nazarchuk N.P.**

*Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: ndadept83@gmail.com, nazarchuk.natali@mail.ru*

Issues related to the expansion of inward investment in the market of the Russian Federation on the whole and its individual regions in particular have long been one of the most actively debated themes among experts. There is a trend of intensification of this process over the past two decades, but reaching the planned quantitative indicators is still far enough. New approaches to encourage the use of personal savings as a source of investment financing do not always work in practice. The aim of this article is to analyze the current situation in the sphere of individual investments in Russia, to highlight the main aspects that hinder its development, as well as to develop recommendations how to improve the situation in this sphere. To reach the goals of the article the author analyzed the data from statistical agencies, financial reporting organizations and legal acts. Clarified the basic terms and definitions. Basing on the research results, the author identifies key problems that are hindering the active extension of the class of individual investors and suggests some ways to improve the existing instruments of the investment markets.

**Keywords: investment, household savings, investment market, individual investors**

Расширение объемов привлечения сбережений физических лиц на инвестиционный рынок является одним из приоритетов современной финансовой политики Российской Федерации. Вследствие сложной актуальной ситуации во внешнеэкономической и политической сферах, вопросы использования внутренних источников финансирования инвестиций и вовсе выходят на первый план, в том числе и в региональном фокусе. В ответ на возникающие вызовы необходимо ускорить процессы разработки, апробирования и доведения до массового прикладного применения новых подходов и методов, позволяющих увеличить поступление накопленных средств граждан обратно в производственную экономику.

Ввиду весьма широкого содержания понятия «инвестиционный рынок», в данной работе акцентируется внимание на более ограниченной категории «локальный инвестиционный рынок» (далее – ЛИР). В общем виде, ЛИР определяется как совокупность экономических и организационно-управленческих взаимодействий, отражающихся на характере формирования рыночной конъюнктуры в пределах конкретной территории (муниципалитета, региона, федерального округа, государства и т.п.) [1]. Применительно же к контексту исследования очертим рассматриваемые масштабы уровнем условного субъекта РФ.

## Основные проблемы активизации процесса привлечения сбережений населения на локальный инвестиционный рынок

В рамках решения озвученного вопроса возникает множество существенных сложностей, устранение или минимизация которых должны способствовать достижению заявленных целей. Среди первостепенных

проблем, определяющих недостаточно высокую степень вовлеченности накоплений граждан в инвестиционную деятельность, следует выделить три ключевые:

– недостаточный уровень финансовой грамотности российского населения;

– отсутствие у физических лиц доверия к существующим финансовым институтам и инструментам;

– несовершенство функционирующей нормативно-правовой базы в инвестиционной сфере.

Рассмотрим указанные аспекты подробнее. Резкий переход России в 1990-е годы к рыночной системе хозяйствования помимо очевидной экономической составляющей содержал в себе и немаловажную психологическую компоненту. Миллионы жителей страны оказались не готовы к новым правилам игры и не понимали истинной сути происходящих явлений. Ярким примером стал процесс приватизации государственного имущества посредством ваучеров, в результате которого, по оценкам специалистов, не были выполнены поставленные цели по формированию широкого класса мелких и средних собственников [7]. Физические лица просто не смогли правильно распорядиться полученными финансовыми инструментами из-за отсутствия необходимых знаний о сущности акционерных обществ и опыта работы с ценными бумагами.

В течение последующих десятилетий, следуя за тенденциями планомерного развития фондового рынка, постепенно повышалась и финансовая грамотность российского населения, которая, однако, так и не достигла наблюдающегося в развитых странах уровня. Так, по оценке первого заместителя председателя ЦБ РФ Сергея Швецова, в Китае участниками рынка ценных бумаг являются 100 млн человек, в России же – всего около 80 тыс. человек [5]. Или, переходя к относительным показателям, 7,28% от общего числа китайских жителей против соответствующих 0,06% российских. Даже учитывая прочие нюансы, связанные с разницей в численности населения, подобный разрыв представляется колоссальным. Негативный эффект от отсутствия необходимых финансовых знаний усугубляется присущим ему двусторонним характером: потери в результате своих некомпетентных действий несут как сами граждане, так и экономика страны в целом. «Основы финансовой грамотности создадут основы уверенности человека в завтрашнем дне. И если часть потребностей удовлетворяется через инвестиции на рынке акций, люди должны пользоваться в том числе этим инструментом», – заключает вышеупомянутый Швецов [5].

Еще одним «отголоском» 1990-х годов является присущее россиянам недоверие ко многим действующим финансовым институтам. Причиной подобных взглядов следует признать активное функционирование в обозначенный период мошеннических и близких к таковым организаций, часто определяемых как финансовые пирамиды. Привлеченное обещаниями небывало высоких доходностей, большое количество людей оказалось втянутым в изначально деструктивную схему. Согласно данным правоохранительных органов, только лишь по делу АО «МММ» были признаны потерпевшими более 10 тысяч граждан по всей России, однако, по оценкам экспертов, реальное их число может доходить и до нескольких миллионов. Учитывая общее количество вкладчиков данной пирамиды, составляющее, по разным источникам, от 10 до 15 млн человек, приведенные цифры не выглядят запредельными [4]. Болезненный опыт взаимодействий с подобными структурами естественным образом оставил негативный отпечаток на отношении физических лиц к возможной инвестиционной деятельности. Во многом этим и объясняется довольно настороженное отношение к функционирующим на рынке финансовым инструментам и предлагающим свои услуги инвестиционным компаниям, даже если они не были замешаны ни в каких отрицательных историях.

Не прибавляют уверенности населению и проявляющиеся на протяжении последних нескольких лет тенденции в банковском секторе. Несмотря на позитивные шаги, например в части повышения застрахованной суммы вкладов в коммерческих банках (участниках системы страхования вкладов) до 1400 тыс. руб., постоянные новости об отзывах лицензий у кредитных учреждений заставляют людей думать о нестабильности ситуации. Все это подталкивает домохозяйства хранить сберегаемые средства в виде бессистемных накоплений, чаще всего – в наличной форме. Фактически такие средства становятся «замороженными», т.е. изъятыми из оборота и не участвующими в экономических процессах. Очевидными недостатками способа являются: возникновение прямых потерь от инфляции, возможность утраты денег из-за ненадежности бумаги как физического носителя, отрицательное влияние на денежную массу и экономику в целом.

Проблема, связанная с несовершенством нормативно-правовой базы, регламентирующей те или иные стороны инвестиционного процесса, также лежит корнями у истоков становления российской законодательной системы. В финансовой теории принято выделять два основных подхода к построению

национальных финансовых систем: англосаксонскую и германскую (континентальную) модели. Первая характеризуется использованием для привлечения и перераспределения капитала главным образом инструментов фондового рынка. Отличительными чертами второй признают преимущественное акцентирование на банковских механизмах перераспределения капитала между экономическими субъектами. Российская Федерация по большинству признаков относится именно к континентальной модели; банковский сектор, очевидно, является ключевым в финансовом пространстве государства. Однако и здесь не обошлось без некоторых противоречий: многие российские нормативно-правовые акты составлены на основе англосаксонского подхода и далеко не лучшим образом сочетаются с работоспособностью реализованной на практике германской модели. Подобные коллизии зачастую осложняют эффективную работу субъектов на отечественном финансовом рынке [2].

Стоит отметить и другие виды злоупотреблений в инвестиционной сфере в связи с её недостаточным законодательным регулированием, например связанные с ущемлением прав миноритарных акционеров или с использованием в своих интересах инсайдерской информации. На наш взгляд, данные ситуации возникают в силу относительной «молодости» российского инвестиционного рынка по сравнению с западными аналогами. Поступательное развитие всей культуры финансовых отношений со временем позволит преодолеть возникающие трудности.

Описанные негативные тенденции присущи российской финансовой сфере на любом уровне локализации, следовательно, выработка фактически универсальных рекомендаций по улучшению текущего положения представляется вполне посильной задачей.

## Перспективные механизмы развития инструментария привлечения сбережений населения

Правительство РФ, в лице уполномоченных органов власти, в полной мере осознает необходимость реформирования прикладных аспектов инвестиционной деятельности по многим направлениям и регулярно принимает меры, призванные способствовать позитивным изменениям. Ярким примером стало введение в российское финансово-правовое поле в 2015 году категории «индивидуальных инвестиционных счетов» (ИИС). По сути, новшество представляет собой особый налоговый вычет, то есть ситуацию, когда при выполнении некоторых оговоренных условий государство уменьшает налогооблагаемую базу лица и не взимает (или впоследствии возвращает) часть расчетной суммы подоходного налога. Теоретически ИИС должны привлечь на фондовый рынок новых участников, а также повысить активность уже присутствующих там субъектов. Разнообразие вариантов использования нового инструмента делает его полезным для разных типов инвесторов, в целом же сам факт появления такого механизма позволяет надеяться на дальнейшие инициативы со стороны государства по развитию и наполнению инвестиционных рынков.

Обобщив рассмотренные проблемы и проанализировав актуальную ситуацию в отечественной экономике и финансовом секторе, авторы статьи предлагают ряд мер по развитию инструментария привлечения сбережений населения на локальные инвестиционные рынки:

1. *Повышение уровня финансовой грамотности*. Для решения данной задачи необходим централизованный подход к устранению пробелов в экономически ориентированном образовании граждан. Вне зависимости от основной полученной (получаемой) специальности, обладать базисом финансовой грамотности должен каждый россиянин. Несмотря на долгие дискуссии по этому вопросу, некоторые подвижки в его реализации были сделаны совсем недавно: в феврале 2016 года объявлено о возможности появления в школьной программе уроков финансовой грамотности, правда, пока на необязательной факультативной основе в ограниченных рамках курса обществознания [3]. Не стоит забывать и о том, что важность повышения финансовой образованности населения закреплена во многих официальных документах, например в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, а также в Стратегии развития финансового рынка Российской Федерации на тот же период.

2. *Реформирование финансово ориентированной законодательной базы, в частности укрепление защиты прав миноритарных акционеров.* Отмеченный чуть ранее дисбаланс в контексте нормативного регулирования субъектов финансовых рынков нужно планомерно выравнивать. Так, положительная динамика в изменении статуса владельцев небольших пакетов акций различных компаний способна привлечь на инвестиционные рынки новых потенциальных участников. Основные нюансы требующихся реформ можно почерпнуть из успешного зарубежного опыта.

3. *Повышение прозрачности работы финансовых институтов, более активная борьба с мошенническими структурами.* Возвратить гражданам утерянное доверие к различным финансовыми институтам

можно с помощью внедрения более открытых и очевидных механизмов работы последних. Побуждая организации, функционирующие в инвестиционной сфере, к раскрытию части корпоративной информации, к более подробному и понятному ознакомлению населения с принципами своей деятельности, можно добиться обоюдовыгодного притока сбережений физических лиц на локальные инвестиционные рынки.

4. *Введение особых категорий налоговых льгот для индивидуальных инвесторов.* Стимулирование подобного рода, при правильной реализации на всех его этапах, является одним из наиболее эффективных инструментов достижения поставленных целей. В данном случае, следует говорить о частичных льготах на ограниченный круг операций, например, освобождение физических лиц от уплаты налогов на купонный доход по корпоративным облигациям. Данная мера должна как способствовать более широкому развитию российского рынка долговых инструментов, так и помочь частным инвесторам диверсифицировать свои портфели за счет облигаций. Со схожим тезисом в конце 2015 года выступил и президент РФ Владимир Путин [6].

5. Применительно к региональной специфике рекомендуется *создание большего количества площадок для торговли локальными финансовыми инструментами.* Наблюдающееся на сегодняшний день малое развитие подобных форм организации инвестиционной деятельности ведет к выпадению целых регионов из общероссийского инвестиционного поля. Расширение процессов выпуска и обращения региональных и субфедеральных облигаций, повышение популярности акций местных компаний, развитие локальной инфраструктуры фондового рынка – все это должно позволить региональным рыночным субъектам в большей мере пользоваться преимуществами данных видов финансовых взаимодействий.

Таким образом, грамотная реализация описанных стратегий способна значительно улучшить ситуацию с нехваткой финансовых ресурсов для интенсификации осуществления инвестиционной деятельности.

## Заключение

По состоянию на середину 2016 года, ситуация в российской внешнеполитической сфере применительно к экономической составляющей остается достаточно напряженной. Санкции, введенные некоторыми западными государствами, продолжают оказывать давление на экономику страны, и предпосылок к их отмене на данный момент, не наблюдается. Негативное влияние на инвестиционный климат Российской Федерации и отдельных ее территориальных образований находит отображение и в отчетах международных рейтинговых агентств, подтверждающих рейтинги на спекулятивном, «мусорном» уровне. Продолжающаяся тенденция снижения стоимости нефти и пропорциональная ей девальвация рубля также не дает повода ждать возвращения на российский инвестиционный рынок массового иностранного инвестора. В подобных условиях приходится рассчитывать только на собственные силы, и чем быстрее мы начнем поступательное движение по пути решения проблем, тем больше шансов на возобновление утраченного экономического роста и потенциальный уход от сырьевой модели экономики.

## Список литературы

1. Абакумов И.В. Сущность проблемы взаимодействия субъектов локального инвестиционного рынка [Текст] / И.В. Абакумов / Социально-экономические явления и процессы. – 2010. – № 6. – С. 9–14.

2. Бирюков И.Н. Зависимость инвестиционной активности населения от типа финансовой системы государства [Текст] / И.Н. Бирюков / Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 3(53). – С. 97–104.

3. В российских школах вводят уроки финансовой грамотности, где расскажут о кредите и ипотеке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mel.fm/news/2016/02/15/fin.

4. Крупнейшие финансовые пирамиды в России и за рубежом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ria.ru/spravka/20120531/661330965.html.

5. Первый зампред ЦБ РФ: в кризис нужно начать сберегать и перестать покупать телевизоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tass.ru/ekonomika/2668902.

6. Путин попросил освободить физ. лиц от налога на купонный доход по облигациям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.interfax.ru/business/482987.

7. Степашин С.В. Анализ процессов приватизации государственной собственности в Российской Федерации за период 1993–2003 годы (экспертно-аналитическое мероприятие) [Текст] / С.В. Степашин. – М.: Олита, 2004. – 186 с.

## References

1. Abakumov I.V. Sushhnost problemy vzaimodejstvija subektov lokalnogo investicionnogo rynka [Tekst] / I.V. Abakumov / Socialno-jekonomicheskie javlenija i processy. 2010. no. 6. pp. 9–14.

2. Birjukov I.N. Zavisimost investicionnoj aktivnosti naselenija ot tipa finansovoj sistemy gosudarstva [Tekst] / I.N. Birjukov / Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. 2014. no. 3(53). pp. 97–104.

3. V rossijskih shkolah vvodjat uroki finansovoj gramotnosti, gde rasskazhut o kredite i ipoteke [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://mel.fm/news/2016/02/15/fin.

4. Krupnejshie finansovye piramidy v Rossii i za rubezhom [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://ria.ru/spravka/20120531/661330965.html.

5. Pervyj zampred CB RF: v krizis nuzhno nachat sberegat i perestat pokupat televizory [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://tass.ru/ekonomika/2668902.

6. Putin poprosil osvobodit fiz. lic ot naloga na kuponnyj dohod po obligacijam [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.interfax.ru/business/482987.

7. Stepashin S.V. Analiz processov privatizacii gosudarstvennoj sobstvennosti v Rossijskoj Federacii za period 1993–2003 gody (jekspertno-analiticheskoe meroprijatie) [Tekst] / S.V. Stepashin. M.: Olita, 2004. 186 p.

УДК 338.012

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЧП-ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ТЭК РОССИИ: ОЦЕНКА И ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ

**Гоосен Е.В.**

*Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово, e-mail: egoosen@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию проблем реализации механизма ГЧП в сфере ТЭК. ГЧП-проекты зарекомендовали себя как один из эффективных механизмов по решению задач повышения социально-экономического развития территорий. Они способны консолидировать усилия власти и бизнеса. Приведена статистика ГЧП-проектов в России и за рубежом, выявлены различия в механизме их финансирования. Показано, что развитие ГЧП-проектов в сфере ТЭК незначительно. Определены три направления развития проектов ГЧП в сфере недропользования. Предложена наиболее перспективная форма развития ГЧП в этой сфере. Исследование проведено при финансовой поддержке российского научного фонда по соглашению № 16-18-10182 «Формирование организационно-экономических механизмов комплексного освоения недр в регионах ресурсного типа на основе партнерства науки, власти и бизнеса».

**Ключевые слова: государственно-частное партнерство, ТЭК, текущее состояние и оценка проектов, классификация проектов**

# PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PPP PROJECTS IN FUEL AND ENERGY COMPLEX OF RUSSIA: ASSESSMENT AND CURRENT STATUS

**Goosen E.V.**

*Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, Kemerovo, e-mail: egoosen@yandex.ru*

This article is devoted to research of problems of the implementation of PPPs in the energy industry. PPP projects have established themselves as one of effective mechanisms to address the problems of increasing the socio-economic development of territories. They are able to consolidate the efforts of government and business. The statistics of PPP projects in Russia and foreign countries, there are differences in the mechanism of their funding. It has been shown that the development of PPP projects in the energy sector is not significant. Promising form of PPP is defined for this field. The reported study was funded by Russian Science Foundation according to the research project № 16-18-10182 «Formation of the organizational-economic mechanisms of integrated development of mineral resources based on the partnership between science, business and authorities in the resource type regions».

**Keywords: public-private partnerships, energy, current status and evaluation of projects, classification of projects**

Наращивание инвестиционной составляющей тесно сопряжено с реализацией ГЧП-проектов в России. Основной задачей ГЧП-проектов видят, прежде всего, развитие инфраструктурных объектов, повышение налоговой базы бюджетов всех уровней. Поэтому логично предположить, что ГЧП-проекты должны быть активно представлены в самом «часто упоминаемом» и «спорном» сырьевом секторе экономики, а именно топливно-энергетическом комплексе России. Однако вопрос их реализации не столь однозначен, а формы сотрудничества власти и бизнеса далеки от определенных законодателем форм.

Несмотря на то, что в выступлениях руководства страны и «Энергетической стратегии России на период до 2035 года» подчеркивается, что с помощью ГЧП планируется создать эффективный инструмент импортозамещения и межотраслевого взаимодействия, способного решить проблемы привлечения инвестиций, «формирования собственной научно-технической и промышленной базы для разработки и производства качественного энергетического оборудования и обеспечения сервиса в ключевых для устойчивого функционирования и развития ТЭК технологических областях» [5], государственно-частное партнерство в сфере ТЭК в России не получило широкого применения. Это можно объяснить тремя основными причинами: (1) в России не сложился четкий концептуальный подход к ГЧП, (2) национальная модель ГЧП находится в стадии становления, не отработаны законодательство, стандарты и формы проектов ГЧП и (3) в российском законодательстве закреплен ряд серьезных ограничений применения проектов ГЧП в сфере ТЭК.

Обратимся к российскому опыту развития ГЧП. Рынок проектов ГЧП в России начал формально развиваться после принятия Федерального закона от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» (далее Закон о концессионных соглашениях). За период с 2005 по 2015 год наблюдался стремительный рост числа проектов и объема инвестиций. Так к середине 2016 года по данным официального портала «Единая информационная система государственно-

частного партнерства в Российской Федерации» (далее Информационный портал ГЧП) были приняты решения о реализации 1339 проектов, из которых 873 проекта уже находятся на стадии реализации. По сравнению с показателями 2014 года количество проектов увеличилось почти в 10 раз. Динамика официально зарегистрированных в России проектов представлена в табл. 1. Показательно, что в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, где сосредоточены основные ресурсодобывающие компании России, рост количества проектов был одним из самых больших [2].

Еще одной особенностью официального российского рынка ГЧП-проектов является то, что на нем практически не представлены проекты в сфере ТЭК. Из 1285 ГЧП-проектов в 2015 году только пять проектов могло быть отнесено к сфере недропользования. После вступления в 2016 году в силу Федерального закона от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее Закон о ГЧП) и принятия поправок к Закону о концессионных соглашениях ГЧП-проекты в сфере недропользования были исключены из базы как несоответствующие законодательству.

По качеству и объему привлеченных в проекты инвестиций российские ГЧП-проекты также не во всем соответствуют признакам классических проектов ГЧП. В отличие от стран-лидеров, США, Великобритании и Канады, большая часть ГЧП-проектов являются краткосрочными. Почти 30% ГЧП-проектов, зарегистрированных на Информационном портале ГЧП, имеют срок реализации 3 года и менее, в то время как в большинстве стран продолжительность ГЧП-проектов составляет 10 и более лет.

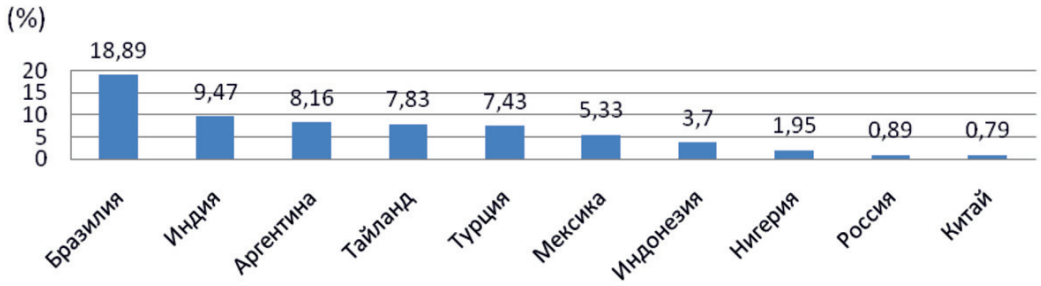
Отличаются российские проекты и по механизму финансирования. Для российских ГЧП-проектов характерна необычно высокая доля инвестиций со стороны государства. Если для ГЧП-проектов развитых стран эта доля обычно составляет не более 25%, то в российской практике успешные проекты ГЧП на 50% и более финансируются за счет бюджетных инвестиций. Поэтому неудивительно, что совокупная доля частных инвестиций в проектах ГЧП в России не только намного меньше, чем в развитых странах, но и ниже, чем в странах БРИКС – Бразилии и Индии. Если в последних совокупные частные инвестиции в ГЧП-проекты составляют 18,89% и 9,47% от ВВП соответственно, то в России доля совокупных частных инвестиций составляет менее 1% (рисунок) [2]. Многие российские ГЧП-проекты мало отличаются от обычных проектов, реализуемых за счет бюджетных инвестиций на бесплатной и безвозвратной основе, в то время как классические ГЧП-проекты предполагают инвестиционный механизм привлечения средств на основе выпуска облигаций с использованием средств частных финансовых институтов и фондов. Очевидно, что многие российские исследователи видят в ГЧП исключительно способ привлечения бюджетных инвестиций.

Серьезным фактором, сдерживающим развитие ГЧП-проектов в России в целом и в недропользовании в частности, является наличие в реальной практике большого количества проектов квази-ГЧП. В некоторых региональных законах о ГЧП инфраструктурные проекты, реализуемые на основе государственного заказа, и соглашения о социально-экономическом сотрудничестве администраций регионов и бизнеса, а также федеральные и региональные целевые программы относят к проектам ГЧП.

**Таблица 1**

Динамика количества ГЧП-проектов в Российской Федерации по данным ГЧП-инфо (2013–2015 гг.) [2]

| Округ | Количество ГЧП-проектов по годам | | | Рост 2014 г. к 2015 г. (раз) |
|---|---|---|---|---|
| | 2013 | 2014 | 2015 | |
| Центральный федеральный округ | 59 | 21 | 292 | 14 |
| Северо-Западный федеральный округ | 46 | 23 | 114 | 5 |
| Приволжский федеральный округ | 36 | 34 | 342 | 10 |
| Южный федеральный округ | 14 | 10 | 61 | 6 |
| Северо-Кавказский федеральный округ | 9 | 4 | 28 | 7 |
| Уральский федеральный округ | 25 | 11 | 49 | 4,5 |
| Сибирский федеральный округ | 103 | 24 | 256 | 11 |
| Дальневосточный федеральный округ | 19 | 4 | 143 | 36 |
| Российская Федерация (всего) | 311 | 131 | 1285 | 9,8 |




*Отношение частных инвестиций в проектах ГЧП к номинальному ВВП [2]*

**Таблица 2**

Российские ГЧП-проекты в сфере ТЭК [2, 4]

| № п/п | Название проекта | Сроки реализации | Отраслевая принадлежность | Статус проекта |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Разработка проектной документации для реализации инвестиционного проекта «Комплексное развитие Южной Якутии» | 2008–2013 | Угледобыча, обогащение, энергетика | Федеральный |
| 2 | Создание транспортной инфраструктуры для освоения минерально-сырьевых ресурсов юго-востока Забайкальского края | 2007–2016 | Обогащение, транспорт | Федеральный |
| 3 | Комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов в г. Нижнекамске | 2006–2012 | Нефтепереработка | Федеральный |
| 4 | Комплексное развитие Нижнего Приангарья | 2006–2015 | Транспорт, электроэнергетика, цветная металлургия | Региональный |
| 5 | Создание комплекса по переработке газа Северного Каспия в этилен, полиэтилен и полипропилен (I очередь) | 2011–2015 | Переработка газа, энергетическая и транспортная инфраструктура | Региональный |
| 6 | Строительство железнодорожной линии Кызыл – Курагино в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва | 2008–2016 | Транспорт | Региональный |

Несмотря на то, что большая часть российских проектов – это концессионные соглашения в инфраструктурной и социальной сфере, есть положительный опыт реализации ГЧП-проектов и в отраслях, занятых добычей, переработкой и транспортировкой природных ресурсов. Например, создание транспортной инфраструктуры для освоения минерально-сырьевых ресурсов юго-востока Читинской области, строительство железнодорожной линии Кызыл – Курагино в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва, программа комплексного развития Нижнего Приангарья (см. табл. 2). Доля таких проектов невелика. Они реализуются в рамках крупных программ развития отраслей и регионов и финансируются с помощью Инвестиционного фонда РФ и официально не относятся к ГЧП-проектам. В двух российских официальных базах ГЧП-проектов: Информационном портале ГЧП и официальном сайте Министерства экономического развития, регистрирующем проекты, финансируемые с участием Инвестиционного фонда Российской Федерации, – содержится информация только о 12 ГЧП-проектах, имеющих отношение к недропользованию, что составляет менее 1% от числа всех ГЧП-проектов, зарегистрированных на обоих сайтах. При этом из них только 6 проектов непосредственно можно отнести к сфере ТЭК (табл. 2).

Незначительное количество проектов в сфере ТЭК в России во многом объясняется законодательными ограничениями. Так в ч. 1 ст. 3 Закона о ГЧП установлен закрытый перечень объектов, в отношении которых может заключаться соглашение о ГЧП. Он прямо запрещает заключение соглаше-

ний ГЧП в отношении недр. Лицензионный характер недропользования ограничивает возможность создавать ГЧП-проекты в сфере ТЭК и в рамках Закона о Концессии. Другим законодательным барьером для развития ГЧП в ТЭК является определение частного партнера в проектах ГЧП, данное в ч. 3 ст. 3 Закона о ГЧП, согласно которому государственные и муниципальные унитарные предприятия, государственные компании, а также некоммерческие организации и «дочки» госкомпаний не могут быть частными партнерами в ГЧП-проектах. Это ограничение автоматически делает невозможным участие в ГЧП-проектах большей части крупных нефтегазовых компаний, в которых значительная доля акций принадлежит государству.

Серьезно ограничивает возможности развития ГЧП в сфере ТЭК и организационная структура входящих в его состав компаний. Большинство региональных компаний ТЭК не являются независимыми, они входят в состав крупных вертикально-интегрированных групп, имеющих регистрацию и центры прибыли в г. Москве и г. Санкт-Петербурге. Головная компания через систему трансфертных цен аккумулирует в центрах прибыли и большую часть доходов своих региональных компаний, и большую часть налоговых платежей, что серьезно ограничивает возможности реализации региональных ГЧП-проектов.

Справедливости ради надо сказать, что ситуация с относительно небольшой долей ГЧП-проектов в сфере недропользования не является специфической особенностью России, а характерна для большинства стран.

Несмотря на перечисленные выше проблемы, ГЧП-проекты в сфере недропользования и ТЭК могут активно создаваться в трех основных направлениях. Первое направление – это создание профильных производств минерально-сырьевой ориентации на основе концессионных соглашений и соглашений о разделе продукции. Примером такого рода ГЧП в России могут служить проекты освоения Эльгийского угольного месторождения (республика Саха, Нерюнгринский район), нефтегазовых месторождений Эвенкии (Юрубчено-Тохомское, Куюмбинское, Нижнеангарская группа, Собинско-Тэтэринская группа). С некоторыми оговорками к ГЧП в сфере ТЭК с участием иностранного капитала можно отнести проекты разработки углеводородного сырья в форме соглашения о разделе продукции: проект Сахалин-2, включающий Пильтун-Астохское нефтегазоконденсатное месторождение и Лунское газоконденсатное месторождение; проект Сахалин-1, включающий Чайвинское, Аркутун-Дагинское и Одоптинское месторождения нефти и газа; проект «Харьяга»; проект разработки Самотлорского нефтегазоконденсатного месторождения. Важно отметить, что такого типа ГЧП-проекты не меняют серьезно парадигму недропользования. Они выполняют задачу преодоления кризисных явлений, служат инструментом поддержки текущего состояния отраслей [1].

Второе направление – это создание объектов производственной и социальной инфраструктуры в ресурсодобывающих регионах, формирующих условия рационального природопользования, глубокой переработки и обогащения добываемых ресурсов. Ярким примером такого ГЧП-проекта в России может служить строительство комплекса нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов в г. Нижнекамске. Инициаторами строительства выступили правительство Республики Татарстан и компания ПАО «Татнефть», которая стала основным частным партнером, инвестором и координатором проекта. Целью проекта было: создание предприятий по переработке татарстанской нефти вблизи места ее добычи, замещение экспорта нефти реализацией высококачественных нефтепродуктов на внешнем и внутреннем рынках, что соответствовало стратегической задаче России, улучшение экологической ситуации за счет производства экологически чистых топлив и соблюдения жестких требований к выбросам при проектировании установок Комплекса, применение передовых апробированных мировых технологий.

Интеграция нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств в единый производственный комплекс даст толчок развитию внутри- и межрегиональной интеграции предприятий региона. Уже на первом этапе ГЧП-проект обеспечил создание более 3000 новых рабочих мест, в рамках проекта было построено жилье для работников, детский сад и санаторный комплекс [3].

ГЧП-проекты второго направления, как правило, имеют значительную социальную составляющую. Они предусматривают масштабную модернизацию транспортной, энергетической и социальной инфраструктуры, направлены на решение проблем социально-экономического развития региона (повышение занятости, уровня жизни населения), поэтому они гораздо ближе подходят к смене парадигмы недропользования, но не меняют ее кардинально.

Третье направление – комплексное освоение недр. Оно связано с проектами создания новых производств, ориентированных на создание центров инновационного

развития, формирования рынков и кластеров. Таких проектов пока крайне мало во всем мире. ГЧП-проекты третьего направления – это разнообразные инновационные проекты в интересах ТЭК, в том числе центры инновационного развития, технологические платформы и др. Основное их отличие связано с ориентацией на поиск и отбор идей ориентированных фундаментальных научных исследований, проведение на их основе поисковых научных исследований, НИОКР и разработку инновационных бизнес-проектов. Примером ГЧП-проектов третьего направления в ТЭК могут служить три технологические платформы по добыче природных ресурсов и нефтегазопереработке, утвержденные Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям в 2011 г.: 22-я – технологическая платформа твердых полезных ископаемых (ТПИ), ориентированная на глубокую переработку и перевооружение отечественных перерабатывающих производств наукоемкими технологиями; 23-я – технологии добычи и использования углеводородов, результатом деятельности которой должны стать разработка и внедрение новых технологий по добыче, подготовке, переработке и транспортировке, бурению скважин и т.д.; 24-я – глубокая переработка углеводородных ресурсов, предполагающая создание условий для технологической модернизации и повышения конкурентоспособности нефтегазопереработки, промышленности нефтехимического и органического синтеза с использованием процедур форсайта [3]. Основная задача технологических платформ состоит в отборе идей фундаментальных исследований, проведении на их основе поисковых исследований, научно-исследовательских работ и разработке инновационной бизнес-концепции. Как форма развития ГЧП она не только создает принципиально новые технологии, но и, что не менее важно, вовлекает бизнес и научно-исследовательские организации в процесс формирования и развития новых рынков на основе тесного взаимовыгодного сотрудничества.

Проведенный анализ показал: несмотря на то, что сами двери в ТЭК всегда открыты для новых инвестиционных проектов, ГЧП-проекты развиваются крайне медленно. Из всех сложившихся форм реализации ГЧП-проектов, проекты, ориентированные на инновационную модель комплексного освоения недр, потенциально имеют большие перспективы. Именно они способны кардинально решить проблемы ТЭК и ресурсодобывающих регионов за счет перехода на новую парадигму недропользования, опирающуюся на идеи комплексного использования природных ресурсов, устойчивого социально-экономического развития территорий на основе внедрения новых технологий, формирования и развития внутреннего рынка.

### Список литературы

1. Гоосен Е.В., Никитенко С.М., Пахомова Е.О. Опыт реализации проектов ГЧП в России // ЭКО. – 2015. – № 2 (488). – С. 163–175.

2. Официальный портал «Единая информационная система государственно-частного партнерства в Российской Федерации». – URL: http://www.pppi.ru (дата обращения: 30.04.2016).

3. Полянская И.Г. Особенности государственно-частного партнерства в недропользовании // Бизнес, менеджмент и право. – 2009. – № 1 (18). – С. 46–50.

4. Справочные материалы по проектам, реализуемым с привлечением средств Инвестиционного фонда Российской Федерации. – М., 2015.

5. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года (основные положения). – М., 2015. – 25 с.

### References

1. Goosen E.V., Nikitenko S.M., Pahomova E.O. Opyt realizacii proektov GChP v Rossii // JeKO. 2015. no. 2 (488). pp. 163–175.

2. Oficialnyj portal «Edinaja informacionnaja sistema gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v Rossijskoj Federacii». URL: http://www.pppi.ru (data obrashhenija: 30.04.2016).

3. Poljanskaja I.G. Osobennosti gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v nedropolzovanii // Biznes, menedzhment i pravo. 2009. no. 1 (18). pp. 46–50.

4. Spravochnye materialy po proektam, realizuemym s privlecheniem sredstv Investicionnogo fonda Rossijskoj Federacii. M., 2015.

5. Jenergeticheskaja strategija Rossii na period do 2035 goda (osnovnye polozhenija). M., 2015. 25 p.

УДК 339.138

# РОЗНИЧНЫЕ ТОРГОВЫЕ СЕТИ КАК ФАКТОР РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

**Горянинская О.А., Малахов Р.Г.**

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, e-mail: markiz-sv@mail.ru, roman-malakhov@yandex.ru*

Современные преобразования розничной торговли, выражающиеся в доминировании и трансформации роли сетевой торговли, рождают потребность в глубоком исследовании происходящих процессов, в том числе с позиций влияния сетевых торговых структур на уровень социально-экономического развития в регионе. Сетевые торговые структуры воспринимаются как часть социальной и экономической системы региона. В статье проанализировано влияние активизации сетевых процессов в торговле на социально-экономическое региональное развитие, оценена реализация воспроизводственной функции сетевой торговлей. Применение стратегического инструмента – матрицы BCG позволило подтвердить приоритетность сетевой торговли в региональной экономической системе края. Авторами проанализированы особенности построения региональной системы товародвижения в условиях активизации торговых сетей, показана возрастающая роль сетевой торговли в региональном воспроизводственном процессе.

**Ключевые слова: розничная торговля, сетевая торговля, сетевые торговые структуры, региональное воспроизводство, региональный валовой продукт, конкурентоспособность, матрица BCG**

# CHAIN RETAILORS AS A REGIONAL DEVELOPMENT FACTOR

**Goryaninskaya O.A., Malakhov R.G.**

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Altai State University, Barnaul, e-mail: markiz-sv@mail.ru, roman-malakhov@yandex.ru*

Modern tendencies in retail trade result in domination and constant transformation of the retail sector, actualize a need for deeper study of the sector, including the effect of the chain retailors on the level of socio-economic development in the region. The chain retail structures are perceived as a part of the economic system of the region. The article analyzes the effect of activation of the retail chains grow on the socio-economic regional development, characterizes the implementation of the reproductive function by the chain retailors. The use of a strategic analysis tool such as BCG matrix has helped to confirm the priority of the regional chain retailors in the economic system of the region. The authors have analyzed the structural characteristics of the regional distribution system in conditions of activating retail chains and shown the growing role of the chain retailors in the regional reproduction process.

**Keywords: retail, chain retailors, network trade structures, regional reproduction, gross regional product, competitiveness, BCG matrix**

Сетевой подход и «пространственно-территориальный принцип в организации торговли предполагают переход с отраслевых приоритетов и инструментов на территориальное управление потребительским рынком» [3, с. 103], что позволяет заявлять о формировании новой идеологии развития экономики и региональных рынков. В этих условиях инструментом реализации пространственно-территориального принципа развития выступают торговые сети.

Наращивание предпринимательских структур в розничной торговле стимулирует структурную перестройку сферы обращения, что сопровождается углублением деформации отраслевых и межотраслевых пропорций и формированием новых условий взаимодействия сетевых структур с другими субъектами, действующими на рынке.

Современные исследования позволяют утверждать, «что торговый капитал базируется на территориях с максимальными финансовыми потоками, развитой инфраструктурой и соответствующими размерами пространства» [2], которые отвечают стратегическим приоритетам развития сетевых торговых структур.

В условиях активного развития сетевой торговли на региональных рынках повышается роль торговых сетей в развитии экономики отдельно взятого региона. Экспансия и пространственное развитие сетевых структур на региональных потребительских рынках усиливает их доминирующую роль по отношению к производственным субъектам, способствует формированию качественно новых отношений между экономическими субъектами, приводит к изменениям в структуре региональной товаропроводящей системы.

Нами поддерживается мнение, что «развитие сетевых процессов в регионе свидетельствует об уровне развития его экономики в целом, как с точки зрения конечных покупателей, так и бизнес-структур, региональных органов власти» [6, с. 26].

Вышесказанное позволяет предположить, что в современных условиях сетевая

торговля определяет вектор развития экономических субъектов, поэтому является актуальной и имеет практическое значение разработка системы императивов стратегического развития региона на основе количественного и качественного преобразования сетевых структур, нацеленной на повышение воспроизводственной эффективности и оптимизацию распределительно-обменных процессов.

Проанализируем влияние сетевой торговли на социально-экономическое развитие Алтайского края. В табл. 1 нами обозначены факторы и показатели, позволяющие оценить территориальное развитие сетевой торговли и дать оценку ее влияния на некоторые экономические показатели экономики Алтайского края. Проведенные исследования показали, что одной из проблем является ограниченность сбора и обработки статистических показателей деятельности сетевой розничной торговли Федеральной службой государственной статистики.

Розничная торговля в лице сетевой торговли как одна из важнейших отраслей Алтайского края играет важную роль в формировании регионального валового продукта, занимая второе место по этому показателю после обрабатывающих производств, формируя 16,6% регионального валового продукта в 2014 г. (рис. 1), что позволяет констатировать исключительную экономическую результативность предприятий торговли в экономическом развитии региона.

Современное состояние розничной торговли во многом обусловлено активным развитием сетевой розничной торговли, о чем свидетельствуют данные представленные на рис. 2. Доля сетевой торговли в общем объеме розничной торговли Алтайского края с 2011 по 2015 г. увеличилась на 9,6% при федеральном темпе роста 6,6%.

Алтайский край относится к регионам с высоким уровнем развития торговой сетизации, что подтверждается информацией, представленной в табл. 2. Неоднородность и неравномерность развития сетевой торговли по федеральным округам России обусловлена экономическими, социальными и прочими факторами отдельно взятого региона.

Уровень и динамика вышепредставленных показателей свидетельствуют о том, что сетевые процессы активно развиваются на потребительском рынке края и превращают его в один из самых быстро растущих сегментов экономики, доказательством чего выступает опережающий темп рост динамики оборота розничной сетевой торговли Алтайского края по сравнению со средними показателями по РФ. И это несмотря на ряд сдерживающих факторов таких, как территориальная удаленность края от центральной части России, меньшая покупательная способность населения по сравнению с другими регионами (средняя заработная плата в 2015 г. в Алтайском крае составила 20082 руб.), неразвитость транспортно-логистической инфраструктуры и т.д.

**Таблица 1**

Развитие розничной и сетевой торговли в Алтайском крае

| № п/п | Факторы | Показатели | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Уровень развития розничной торговли | Оборот розничной торговли, млн руб. | 218077 | 254125 | 282804 | 306526 |
| | | Оборот розничной торговли на душу населения, руб. | 90402 | 105754 | 118096 | 128376 |
| 2 | Уровень развития сетевой торговли | Доля розничных сетей в обороте розничной торговли,% | 19 | 24 | 25,7 | 26,1 |
| | | Доля розничных сетей в обороте розничной торговли пищевыми продуктами,% | 25,3 | 33,3 | 37,7 | 37 |
| 3 | Уровень материально-технической базы торговли | Количество стационарных торговых объектов | 13486 | 13850 | 14222 | 14503 |
| | | Обеспеченность торговой площадью, кв.м. на 1000 чел. населения | 604 | 689 | 710 | 828 |
| | | Обеспеченность населения торговыми площадями современных форматов, кв.м. на 1000 чел. населения | 64,5 | 76,3 | 106 | 176,8 |
| 4 | Уровень вклада торговли (оптовой и розничной) в экономику края | Валовая добавленная стоимость за счет торговли,% | 17,4 | 16,9 | 17 | 16,6 |
| | | Налоговые отчисления от предприятий торговли, млн руб. | 6175 | 7360 | 8248 | 9237 |
| | | Численность занятых в торговле, тыс. чел. | 187,8 | 188,7 | 191,7 | 194,6 |
| | | Инвестиции в основной капитал, млн руб. | 3,5 | 6,5 | 3,1 | 3,1 |

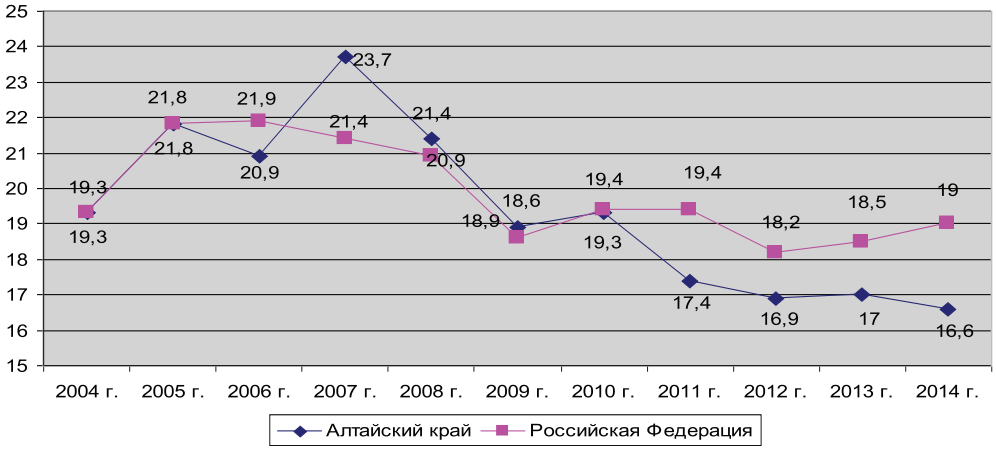



*Рис. 1. Доля оптовой и розничной торговли в ВВП Российской Федерации и в ВРП Алтайского края в 2004–2014 гг., %*

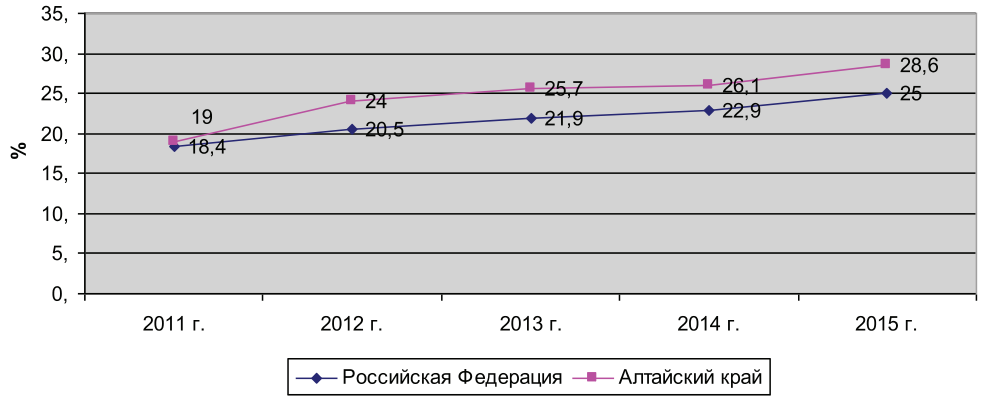



*Рис. 2. Доля оборота розничных торговых сетей в общем объеме оборота розничной торговли Российской Федерации и Алтайского края в 2011–2015 гг., %*

Развитие сетизации в Алтайском крае оказывает непосредственное влияние на экономические показатели региона. Данная взаимосвязь носит не прямой, а косвенный характер, и невозможно отрицать влияние сетевых процессов в торговле на социально-экономические факторы, формирующие спрос и предложение.

Развитие сетизации приводит к изменению качественных характеристик функционирования регионального потребительского рынка Алтайского края, что сопровождается ростом количества стационарных торговых объектов и сокращением количества нестационарных торговых объектов, усилением концентрации торгового капитала, увеличением количества современной торговой инфраструктуры, повышением уровня обеспеченности населения торговыми площадями и т.д.

Проявлением усиления сетевой торговли в структуре регионального потребительского рынка на социально-экономические процессы, протекающие на территории Алтайского края, выступают такие тенденции, как рост доли торговли в структуре валового регионального продукта, увеличение численности занятых в торговле, прирост налоговых поступлений от предприятий торговли, привлечение инвестиционных ресурсов в развитие потребительского рынка края.

Приоритетность сетевой торговли в региональной экономической системе Алтайского края подтверждается и полученными результатами применения аналитической модели, предложенной консалтинговой компанией – Boston Consulting Group. Метод BCG позволил определить наиболее значимые на данный момент отрасли воспроизводственной системы края исходя из располагаемых ресурсов и существующих рыночных условий (рис. 3).

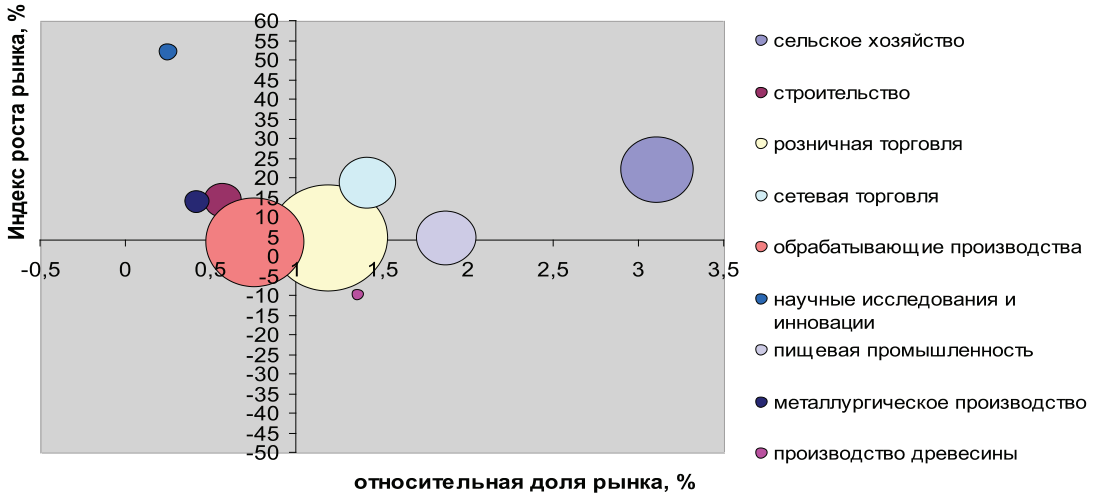



*Рис. 3. Матрица BCG: анализ отраслевого портфеля Алтайского края*

**Таблица 2**

Группировка субъектов РФ по удельному весу оборота структур сетевого формата в розничной торговле по данным 2014–2015 гг.

| Удельный вес оборота сетевых структур, % от общего объема оборота розничной торговли, % | Количество субъектов РФ | | Наименование субъектов РФ с минимальным и максимальным значением в группе, 2015 г. (%) |
|---|---|---|---|
| | 2014 г. | 2015 г. | |
| До 5,0 | 6 | 2 | Республика Дагестан (0,7), Республика Тува (5,0) |
| 5,1–10,0 | 10 | 9 | Республика Саха (Якутия) (5,15), Магаданская область (9,8) |
| 10,1–15,0 | 7 | 6 | Забайкальский край (11,74), Амурская область (14,4) |
| 15,1–20,0 | 13 | 7 | Карачаево-Черкесская Республика (15,73), Красноярский край (19,43) |
| 20,1–25,0 | 20 | 25 | Республика Калмыкия (20,01), Нижегородская область (24,86) |
| 25,1–30,0 | 17 | 15 | Свердловская область (25,09), Челябинская область (29,12), Алтайский край (28,59) |
| 30,1–35,0 | 8 | 13 | Тульская область (30,16), Кемеровская область (34,85) |
| 35,1–40,0 | 2 | 5 | Республика Марий Эл (35,58), Республика Адыгея (39,58) |
| 40,1–45,0 | 1 | 1 | Тверская область (40,58) |
| 45,1–50,0 | – | 1 | Ленинградская область (45,94) |
| 50,1–55,0 | 1 | 1 | г. Санкт-Петербург (52,78) |

В качестве основных параметров отраслевого анализа «используем показатели доли региона в их общем объеме по России, а также индекс физического объема:

- доля региона в отрасли, превышающая 1%, будет интерпретироваться как высокая доля, а соответственно, не достигающая 1% – как низкая;
- темп роста, превышающий средний темп роста по России, – высокий, а темп роста, не достигающий среднего показателя по РФ, – низкий» [5].

Классификация отраслей Алтайского края по стратегическим группам отражена на рис. 4. Доля Алтайского края в общем объеме сетевой розничной торговли РФ составляет 1,42%, темп роста составляет 118,7% по сравнению с общероссийским – 116,11%, что позволяет отнести сетевую торговлю Алтайского края к стратегической группе «звез-

ды». Таким образом, процессы глобализации и интеграции непосредственным образом отражаются на развитии потребительского рынка края, которым противостоять невозможно, что определяет необходимость применения маркетинговых подходов, направленных на повышение эффективности воспроизводственных процессов в крае.

*Рис. 4. Стратегические отраслевые группы Алтайского края*

В условиях активного развития сетевой торговли в крае выстраивание траекторий развития сетевого взаимодействия экономических субъектов региона и формирование цепочек поставки, должно осуществляться на основе максимального включения местных товаропроизводителей, что позволит активизировать, по нашему мнению, потенциально возможные и действующие отрасли и подотрасли. Обеспечение экономического роста на основе предпринимательской активности и обеспечения баланса интересов «производитель – продавец – потребитель» должно рассматриваться как одно из направлений повышения конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности Алтайского края [1].

Капитализация, консолидация, мультиформатность и диверсификация – это основные стратегические направления развития сетевой розницы, которые оказывают непосредственное влияние на формирование и развитие региональной товаропроводящей системы. Появление новых форматов организационных структур в сетевой торговле и, как следствие, применение матричной системы построения каналов сбыта определяет новые возможности региональных товаропроизводителей в цепях поставок.

Как показывает практика, региональные товаропроизводители, не всегда обладают достаточным потенциалом для самостоятельного выстраивания цепи поставок, что в некоторых случаях затрудняется необходимостью вытягивания параметров производства и логистики до необходимого уровня. Поэтому интегрируя с сетевыми предпринимательскими структурами, региональные товаропроизводители имеют возможность, используя их маркетинговый и логистический потенциал, более эффективно выстраивать каналы сбыта, проникая на другие региональные рынки [4]. Таким образом, активное развитие сетевой торговли сопровождается устойчивым воспроизводством кардинально новых условий для формирования и развития товарно-сбытовой кооперации на уровне края.

Территориальное освоение Алтайского края сетевыми торговыми структурами на основе их органического роста рассматривается как источник привлечения инвестиционных ресурсов, реализации инновационной политики на потребительском рынке и как условие реализации регионального воспроизводственного процесса.

Таким образом, сетевые предпринимательские структуры как экономические субъекты, ориентированные на потребителей и характеризующиеся мобильностью и способностью адаптироваться к меняющимся рыночным условиям с минимальным уровнем издержек, наращивают вокруг себя значительное количество экономических субъектов, повышая тем самым ресурсный потенциал региона и влияя на стабильность экономической ситуации в регионе. И различные варианты более тесной интеграции создают новые возможности воспроизводства более эффективной модели взаимодействия региональных товаропроизводителей с сетевыми структурами.

## Список литературы

1. Беляев В.И. Маркетинг территорий: локальные рынки и расширенное воспроизводство в регионах // Известия Алтайского государственного университета. – 2013. – Т. 1, № 2 (78). – С. 284–288.

2. Беляев В.И., Бочаров С.Н., Малахов Р.Г., Горянинская О.А. Маркетинг территорий: методология и методы обоснования стратегических решений развития регионов (монография). – Барнаул: Изд-во Алтайский государственный университет, 2015. – 244 с.

3. Горянинская О.А. Территориальный принцип развития экономики на основе сетевых предпринимательских структур // Вестник алтайской науки. – Барнаул, 2015. – № 4. – С. 102–105.

4. Малахов Р.Г. Оценка эффективности регионального маркетинга // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2014. – № 6. – С. 87–90.

5. Савеличев М.В., Шарапов А.Р. Типы российских региональных экономических систем // Вестн. Нижегор. ун-та им. Н.И. Лобачевского. Серия: Экономика и финансы. – 2004. – № 2. – С. 228–232.

6. Фихтнер О.А. Концептуальное видение сущности и перспектив сетевого развития российского бизнес-пространства // Вестник Новгородского государственного университета. – 2014. – № 82. – С. 22–27.

## References

1. Beljaev V.I. Marketing territorij: lokalnye rynki i rasshirennoe vosproizvodstvo v regionah // Izvestija Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. T. 1, no. 2 (78). pp. 284–288.

2. Beljaev V.I., Bocharov S.N., Malahov R.G., Gorjaninskaja O.A. Marketing territorij: metodologija i metody obosnovanija strategicheskih reshenij razvitija regionov (monografija). Barnaul: Izd-vo Altajskij gosudarstvennyj universitet, 2015. 244 p.

3. Gorjaninskaja O.A. Territorialnyj princip razvitija jekonomiki na osnove setevyh predprinimatelskih struktur // Vestnik altajskoj nauki. Barnaul, 2015. no. 4. pp. 102–105.

4. Malahov R.G. Ocenka jeffektivnosti regionalnogo marketinga // Vestnik Altajskoj akademii jekonomiki i prava. 2014. no. 6. pp. 87–90.

5. Savelichev M.V., Sharapov A.R. Tipy rossijskih regionalnyh jekonomicheskih sistem // Vestn. Nizhegor. un-ta im. N.I. Lobachevskogo. Serija: Jekonomika i finansy. 2004. no. 2. pp. 228–232.

6. Fihtner O.A. Konceptualnoe videnie sushhnosti i perspektiv setevogo razvitija rossijskogo biznes-prostranstva // Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. no. 82. pp. 22–27.

УДК 339.543.2

# КАТЕГОРИРОВАНИЕ ТОВАРОВ ПРИ ЛИЦЕНЗИРОВАНИИ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ

**Гурова Е.С., Безуглов Д.А.**

*Ростовский филиал Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, e-mail: bezuglovda@mail.ru*

В статье рассмотрены особенности лицензирования внешней торговли с различными товарами, которые исходя из их специфических свойств и природы можно отнести к одной из трех категорий – товарам гражданского, двойного и военного назначения. Принадлежность лицензируемых товаров к одной из перечисленных категорий определяет не только форму и порядок выдачи разрешительного документа, но и в целом возможность осуществления трансграничного перемещения товаров отдельными группами лиц при определенных условиях. В статье рассмотрены основные критерии идентификации лицензируемых товаров в качестве продукции гражданского, двойного и военного назначения и сформулированы основные проблемы, возникающие при осуществлении такой идентификации. Лицензирование внешней торговли товарами представлено как комбинация базовых элементов, главным из которых является категория подконтрольного товара.

**Ключевые слова: лицензирование внешней торговли, критерии идентификации лицензируемых товаров**

# CATEGORIZATION OF GOODS LICENSING OF EXPORT-IMPORT OPERATIONS

**Gurova E.S., Bezuglov D.A.**

*Rostov branch of the Russian Customs Academy, Rostov-on-Don, e-mail: bezuglovda@mail.ru*

In the article the peculiarities of licensing of foreign trade of different goods based on their specific properties and nature can be attributed to one of three categories – products for civilian, dual civilian and military use. Affiliation of licensed goods to one of these categories determines not only the form and procedure for issuing permits, but in General the possibility of cross-border movement of goods by certain groups of individuals under certain conditions. The article describes the main criteria of identification of the licensed products as the products for civilian, dual civilian and military purposes and formulates the basic problems arising in the implementation of such identification. Licensing of foreign trade in goods is represented as a combination of basic elements, chief of which is the category of controlled goods.

**Keywords: licensing of foreign trade, criteria for the identification of licensed goods**

Одним из традиционных методов регулирования внешней торговли является лицензирование. В целом сущность лицензирования состоит в том, чтобы подтвердить право на осуществление какой-либо деятельности при помощи специального разрешения – лицензии.

В сфере внешней торговли товарами лицензирование можно отнести к универсальному механизму, применяемому для реализации различных мер регулирования, включенных в комплекс запретов и ограничений [2]. Однако в зависимости от того, к какой группе мер относится лицензирование, существует ряд особенностей его применения. Эти особенности связаны с конкретными товарами, при осуществлении экспортно-импортных операций с которыми оформляются лицензии, процедурой выдачи разрешительных документов и, соответственно, порядком контроля соблюдения установленных ограничений органами государственной власти.

Целью настоящей статьи является анализ особенностей перемещения лицензируемых товаров в международном торговом обороте, определяемых свойствами товаров, которые позволяют отнести лицензируемые товары к той или иной категории.

Особенности лицензирования имеют практическое значение, прежде всего, для контролирующих органов, в частности таможенных, для обеспечения соблюдения запретов и ограничений при перемещении товаров через таможенную границу, а именно:

– возможно ли вообще осуществление такой деятельности;

– необходимо ли представление лицензий при перемещении через таможенную границу тех или иных товаров;

– какие должны быть лицензии: какой орган власти уполномочен на выдачу лицензии и к какому виду она относится;

– на каком этапе должна быть представлена лицензия: в месте прибытия товаров или в месте назначения при таможенном декларировании (актуально для ввоза товаров).

В сфере внешней торговли товарами к мерам, связанным с подтверждением права на импорт (ввоз) и экспорт (вывоз) контролируемых товаров, можно отнести следующие:

– меры нетарифного регулирования;

– специальные защитные меры;

– меры, затрагивающие внешнюю торговлю товарами и вводимые исходя из национальных интересов;

– меры экспортного контроля, в том числе в отношении продукции военного назначения [5].

Кроме единого метода реализации мер нетарифного регулирования, мер, затрагивающих внешнюю торговлю товарами и вводимых исходя из национальных интересов, а также специальных защитных мер в виде лицензирования, эти меры также объединяет общая номенклатура товаров, в отношении которых они установлены. Эти товары систематизированы в Едином перечне товаров, к которым применяются запреты или ограничения на ввоз или вывоз государствами – участниками Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества в торговле с третьими странами (Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 16.08.2012 № 134 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования» и Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21.04.2015 № 30 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования») [8, 9].

Меры экспортного контроля реализуются также через применение лицензирования и системы разрешений, но в отношении только товаров двойного и военного назначения [4, 6].

Порядок выдачи и формы лицензий и разрешений различаются в зависимости от категории лицензируемых товаров.

Таким образом, можно выделить три основные группы лицензируемых товаров:

1. Товары гражданского назначения.
2. Товары двойного применения.
3. Товары военного назначения.

Категория подконтрольных товаров является базовым элементом лицензирования, поскольку определяет все остальные особенности. Так, существует ряд ограничений по категориям товаров на осуществление деятельности, связанной с их перемещением через таможенную границу, которые ужесточаются последовательно к каждой категории – от продукции гражданского назначения до товаров, применяемых в военных целях. Гражданскую продукцию могут перемещать любые лица, удовлетворяющие условиям получения лицензий, которые определены в пункте 10 Правил выдачи лицензий и разрешений на экспорт и (или) импорт товаров [3]. Ограничения касаются только отдельных групп товаров. Например, перемещать прекурсоры наркотических средств могут только юридические лица [9]. Лицензии же на право перемещения продукции военного назначения выдаются только российским юридическим лицам, являющимся субъектами военно-технического сотрудничества [1].

Такие ограничения при выдаче лицензий могут свидетельствовать о фактическом запрете на осуществление внешнеторговых операций с подконтрольными товарами, причем запрет может быть как для потенциальных заявителей, которым не предоставлено право на импорт или экспорт товаров в силу отсутствия необходимых для получения лицензии документов, так и определении круга потенциальных заявителей на основании конкретных критериев – категории лица, его организационно-правовой формы, отрасли деятельности, территориальной принадлежности и других. Несоблюдение подобных критериев автоматически не позволяет лицу получить лицензию.

Так как лицензия подтверждает право на перемещения товара, заявитель в первом случае должен подтвердить органу, уполномоченному на выдачу лицензии, право заниматься деятельностью, связанной с использованием, оборотом, применением конкретного товара внутри страны [7]. Если на внутреннем рынке заявитель не имеет права заниматься такой деятельностью с товаром, то и перемещать товар через границу ему запрещено. Во втором случае заявитель должен быть включен в соответствующий реестр или иным способом отнесен к категории потенциальных заявителей.

Таким образом, необходимо учитывать, к какой из трех групп лицензируемых товаров относится продукция, для определения, возможно ли вообще осуществлять перемещение товара конкретным лицом.

Общим при рассмотрении базового элемента лицензирования является коммерческий характер перемещения товара – лицензия не может быть выдана физическому лицу на ввоз или вывоз товара в личных, домашних и иных целях, не связанных с предпринимательской деятельностью. Лицензия – это разрешительный документ только для коммерческой деятельности. В неторговом обороте необходимость подтверждения права физического лица на перемещение товара для личного пользования определяется свойствами самого товара, от которых зависит необходимость и целесообразность регулирования перемещения. Здесь тоже может применяться ограничение в виде разрешительной системы ввоза и (или) вывоза, отличной от лицензирования, или полный запрет некоммерческого перемещения товаров. Например, опасные отходы могут ввозиться только в целях коммерческой деятельности.

Товары, являющиеся лицензируемыми в рамках экспортного контроля, не могут быть отнесены к продукции, перемещаемой физическими лицами для личного пользования [4].

Из данного вывода можно выделить следующую особенность лицензирования исходя из категории лицензируемого товара: товары гражданского назначения сопровождаются лицензиями только при импорте или экспорте, под которыми понимается перемещение товаров через таможенную границу в рамках коммерческой деятельности, предполагающей отчуждение товара.

Лицензирование в рамках экспортного контроля может применяться и в иных случаях, например при временном ввозе или вывозе, что свидетельствует о более строгом регулировании данного направления деятельности со стороны государства [4].

Принадлежность товаров к той или иной категории определяется их свойствами и природой их происхождения. Так, товары гражданского и двойного назначения создаются по общегражданским стандартам, но последние обладают специфическими качествами, позволяющими их использовать как в «мирных» целях, так и для создания оружия. Продукция военного назначения изначально создается по особым стандартам и предназначена для применения в военных целях [1].

Основной задачей является правильность идентификации лицензируемых товаров как со стороны лиц, планирующих перемещать такие товары, так и со стороны контролирующих органов.

Отнесение лицензируемых товаров к одной из категорий осуществляется на основе общего принципа идентификации, применяемого в системе запретов и ограничений: необходимо сопоставить конкретный товар с товарами, включенными в соответствующие списки, по определенным критериям. Такими критериями являются:

– код Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (далее – ТН ВЭД);

– наименование товара;

– свойства и отдельные характеристики товара;

– область применения товара;

– информация лицензирующих органов об использовании товара.

Списков лицензируемых товаров много, но они также подразделяются по категориям на три группы:

1. Единый перечень товаров, к которым применяются запреты или ограничения на ввоз или вывоз государствами – участниками Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества в торговле с третьими странами (Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 16.08.2012 № 134 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования» и Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21.04.2015 № 30 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования»), в который включены товары гражданского назначения [8, 9].

2. Шесть национальных списков (перечней) контролируемых товаров и технологий, утвержденных в Российской Федерации Указами Президента, в которые включены товары двойного применения [4].

3. Классификатор продукции военного назначения, ввоз и вывоз которой осуществляются по лицензиям, выдаваемым Федеральной службой по военно-техническому сотрудничеству, в котором поименована продукция военного назначения [1].

При применении перечней имеется ряд проблем. Во-первых, не все списки позволяют идентифицировать товар по коду ТН ВЭД, так как подобный критерий идентификации вообще отсутствует. Например, ряд разделов Единого перечня товаров, к которым применяются запреты или ограничения на ввоз или вывоз государствами – участниками Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества в торговле с третьими странами, и Классификатор продукции военного назначения, ввоз и вывоз которой осуществляются по лицензиям, выдаваемым Федеральной службой по военно-техническому сотрудничеству, не содержат кодов ТН ВЭД.

Идентификация товаров производится по наименованию товаров и иным критериям. Кроме того, помимо участников внешнеторговой деятельности и таможенных органов идентификацию товаров могут осуществлять иные уполномоченные органы и организации при отсутствии подробной информации о товаре.

Следующей проблемой является отсутствие информации о полномочиях по идентификации товаров гражданского назначения. Четко определены только органы и организации, осуществляющие идентификацию товаров двойного и гражданского назначения.

В-третьих, лицензируемый товар может быть включен в одну из групп списков, но обладать признаками нескольких категорий.

Таким образом, правильность идентификации зависит от полноты и качества информации о товаре. В зависимости от целей введения лицензирование может относиться к мерам экономического или не носящим экономического характера. Как правило, меры, вводимые для защиты экономических интересов отечественных производителей товаров (например, количественные ограничения импорта), носят экономиче-

ский характер и призваны ограничить импорт товаров, если их количество создает угрозу для национального рынка. Такие меры могут применяться временно, до минимизации угроз для рынка.

Напротив, меры, связанные с подтверждением права на перемещение товаров, потенциально опасных по своей природе (например, лицензирование внешнеторговых операций с опасными отходами, озоноразрушающими веществами) имеют неэкономический характер, то есть они применяются независимо от насыщенности внутреннего рынка подобными товарами и носят постоянный характер с тенденцией к переходу ограничения в запрет перемещения товаров со временем, как это произошло в 2013 г. с озоноразрушающими веществами и содержащей их продукцией – большая часть ограниченных к перемещению веществ с 2013 г. перешла в категорию запрещенных [8].

Свойства конкретных товаров могут определять характер лицензирования, что влияет на требования по представлению лицензий таможенным органам: ввозимые товары, в отношении которых установлено лицензирование неэкономического характера, должны сопровождаться лицензиями в местах прибытия на таможенную территорию Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС), а если при ввозе товаров применяется лицензирование экономического характера, допускается представление лицензии таможенному органу, где планируется осуществить таможенное декларирование и (или) выпуск товаров в соответствии с таможенной процедурой выпуска для внутреннего потребления. Иными словами, потенциально опасные по своей природе товары могут быть ввезены на территорию ЕАЭС только при наличии лицензий, подтверждающих право импортеров на ввоз таких товаров, а товары, опасность которых определяется только их количеством на внутреннем рынке, могут пересекать границу без представления лицензий. В последнем случае лицензия является обязательным условием выпуска товара таможенными органами в соответствии с определенной таможенной процедурой.

При этом форма лицензии и порядок выдачи одинаковы и не зависят от характера лицензирования при перемещении товаров гражданского назначения. Лицензирование в системе экспортного контроля всегда носит неэкономический характер и применяется, прежде всего, в целях обеспечения государственной безопасности. Экономические же интересы национальных производителей в данном случае второстепенны.

**Выводы**

Таким образом, можно выделить ряд элементов лицензирования:

1. Объект регулирования.
2. Номенклатура лицензируемых товаров.
3. Лицензирующие органы.
4. Форма разрешения.
5. Идентификация лицензируемых товаров.

Каждый элемент в зависимости от категории лицензируемого товара имеет свои особенности. От категории лицензируемого товара зависит степень свободы внешней торговли с подконтрольным товаром – более свободными с точки зрения контролирования государством являются экспортно-импортные операции с товарами гражданского назначения. Специфические свойства продукции двойного и военного назначения определяют более значительное регулирование государством внешней торговли с этими категориями, в данном случае имеет место приоритет интересов государства.

**Список литературы**

1. Вопросы военно-технического сотрудничества Российской Федерации с иностранными государствами: указ Президента Российской Федерации № 1062 от 10.09.2005 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

2. Гошин В.А. Таможенное регулирование в ЕАЭС на современном этапе: нетарифные барьеры // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. – 2016. – № 1(22). – С. 14.

3. Об Инструкции об оформлении заявления на выдачу лицензии на экспорт и (или) импорт отдельных видов товаров и об оформлении такой лицензии и Инструкции об оформлении разрешения на экспорт и (или) импорт отдельных видов товаров: решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от № 199 06.11.2014 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

4. Об экспортном контроле: Федеральный закон № 183-ФЗ от 18.07.1999 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

5. Таможенный кодекс Таможенного союза: договор от 27.11.2009 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

6. О военно-техническом сотрудничестве РФ с иностранными государствами: Федеральный закон № 183-ФЗ от 18.07.1999 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

7. О Евразийском экономическом союзе: договор от 29.05.2014 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

8. О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования: решение Коллегии Евразийской экономической комиссии № 134 от 16.08.2012 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

9. О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования: решение Коллегии Евразийской экономической комиссии № 30 от 21.04.2015 г.: по состоянию на 11.10.2016. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

## References

1. Voprosy voenno-tehnicheskogo sotrudnichestva Rossijskoj Federacii s inostrannymi gosudarstvami: ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii no. 1062 ot 10.09.2005 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

2. Goshin V.A. Tamozhennoe regulirovanie v EAJeS na sovremennom jetape: netarifnye barery // Akademicheskij vestnik Rostovskogo filiala Rossijskoj tamozhennoj akademii. 2016. no. 1(22). pp. 14.

3. Ob Instrukcii ob oformlenii zajavlenija na vydachu licenzii na jeksport i (ili) import otdelnyh vidov tovarov i ob oformlenii takoj licenzii i Instrukcii ob oformlenii razreshenija na jeksport i (ili) import otdelnyh vidov tovarov: reshenie Kollegii Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii ot no. 199 06.11.2014 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

4. Ob jeksportnom kontrole: Federalnyj zakon no. 183-FZ ot 18.07.1999 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

5. Tamozhennyj kodeks Tamozhennogo sojuza: dogovor ot 27.11.2009 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

6. О voenno-tehnicheskom sotrudnichestve RF s inostrannymi gosudarstvami: Federalnyj zakon no. 183-FZ ot 18.07.1999 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

7. О Evrazijskom jekonomicheskom sojuze: dogovor ot 29.05.2014 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

8. О normativnyh pravovyh aktah v oblasti netarifnogo regulirovanija: reshenie Kollegii Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii no. 134 ot 16.08.2012 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

9. О normativnyh pravovyh aktah v oblasti netarifnogo regulirovanija: reshenie Kollegii Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii no. 30 ot 21.04.2015 g.: po sostojaniju na 11.10.2016. Rezhim dostupa: SPS «Konsultant Pljus»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

УДК 332.1

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Гусев Е.Г., Шуман Г.И.**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, e-mail: Evgenyi.Gusev@vvsu.ru, Galina.Shuman@vvsu.ru*

Правительством России в последнее время принят ряд законов, призванных создать благоприятную инвестиционную среду в Дальневосточном регионе. Крупные проекты в сельском хозяйстве, в первую очередь реализуемые на площадках территорий опережающего развития, являются драйверами развития сельских территорий. Однако крупные проекты не способны обеспечить полной занятости на селе. Вокруг крупных проектов на селе необходимо развивать малое предпринимательство. В работе рассматриваются ряд направлений развития предпринимательства в сельской местности Приморского края, которые могут стать основой для образования кластеров. Выделены три крупных направления: бизнес на основе разведения и выращивания морепродуктов, бизнес по разведению грибов, сельский туризм как эффективный инструмент диверсификации сельской экономики. Доказывается, что эти направления могут быть реализованы на территории края в больших масштабах, а продукция будет востребована на внутреннем и внешнем рынках. Определены проблемы стоящие на пути развития предпринимательства по рассматриваемым направлениям. Общим для всех направлений является совершенствование институциональной поддержки и организация обучения предпринимателей новым технологиям.

**Ключевые слова: предпринимательство в сельской местности, инвестиции в сельскохозяйственное производство, территории опережающего развития, диверсификация сельского производства, инновации в сельском хозяйстве**

# PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT ENTREPRENEURSHIP IN RURAL AREAS OF THE PRIMORSKY KRAY IN THE NEW ECONOMIC CONDITIONS

**Gusev E.G., Shuman G.I.**

*Vladivostok state university economy and service, Vladivostok, e-mail: Evgenyi.Gusev@vvsu.ru, Galina.Shuman@vvsu.ru*

Russian Government has recently adopted a number of laws designed to create a favorable investment environment in the Far East. Major projects in agriculture, primarily sold in the markets of advanced development areas are the drivers of development of rural areas. However, large projects are not able to provide full-time employment in rural areas. Around the large-scale projects in rural areas need to develop small business. The paper examines a number of trends in the development of entrepreneurship in rural areas of the Primorsky kray, which can be the basis for the formation of clusters. Have identified three major areas: business based on breeding and raising seafood business of breeding mushrooms, rural tourism as an effective tool to diversify the rural economy. It is proved that these areas can be implemented in the province on a large scale, and the products will be in demand in the domestic and foreign markets. Identify the problems standing in the way of development of business dealt with by the board. Common to all areas is the improvement of the institutional support and training for entrepreneurs in new technologies.

**Keywords: entrepreneurship in rural areas, investment in agricultural production, territory of priority development, diversification of agricultural production, innovations in agriculture**

Правительством России в последнее время принят ряд законов, призванных создать благоприятную инвестиционную среду в Дальневосточном регионе. Ряд новых экономических механизмов были оформлены в виде федеральных законов: закон от 29.12.2014 № 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации», закон от 13.07.2015 № 212-ФЗ «О свободном порте Владивосток» [30, 31]. Хотя новые условия ведения бизнеса, определенные в законах, вступили в силу менее года назад, а часть из них еще только готовится к применению на практике, достигнуты определенные результаты. Реализуется серия крупных инвестиционных проектов, которые были определены как якорные резиденты территорий опережающего развития (ТОР). Ряд крупных инвестиционных проектов касаются развития сельскохозяйственного сектора экономики Приморского края.

После введения санкций против нашей страны проблема разработки новых механизмов привлечения инвестиций в регионы России особенно актуальна и активно обсуждается в научных публикациях [1, 22, 32]. В качестве примеров публикаций по разработке пакетов инвестиционных проектов в Приморском крае можно привести

работы [6, 7, 9, 15, 25]. Крупные проекты в сельском хозяйстве являются драйверами развития сельских территорий. Они способствуют развитию инфраструктуры. Однако крупные проекты не способны обеспечить полной занятости на селе. Вокруг крупных проектов на селе необходимо развивать малое предпринимательство [4, 5, 8, 10, 35]. В этом вопросе нельзя рассчитывать только на одну инициативу населения. Новые направления бизнеса на селе требуют предварительного анализа и оценки перспектив различных вариантов [17, 33, 34, 43, 45].

Для того чтобы продукция малых предприятий была конкурентоспособна, необходимым условием является использование современных технологий. Для использования таких технологий необходимо обладать достаточными знаниями. Поэтому для организации производств в структуре малых предприятий целесообразно использовать кластерный подход. В рамках кластеров легче организовать закупку технологий, обучение и сбыт продукции. Последнее особенно важно для продукции, ориентированной на зарубежного потребителя. Малым производителям сложно осуществлять международную деятельность. Вторым условием успешности малого бизнеса в сельской местности должен быть устойчивый спрос на продукцию.

В настоящей работе предлагается рассмотреть несколько перспективных для Приморского края направлений современного производства в сельской местности.

### Бизнес на основе разведения и выращивания морепродуктов

В нашей стране, обладающей огромными водными ресурсами, общее потребление рыбной продукции ниже среднемирового и в 2015 году составило около 15 килограмм на человека. Увеличить обеспеченность рыбой и морепродуктами населения России может развитие производства в рамках аквакультуры.

Аквакультурой называют разведение и выращивание водных организмов под контролем человека в пресной или морской воде. Для производства по разведению морских организмов используют термин марикультура.

В последние годы в мире были разработаны экономически выгодные промышленные технологии производства аквакультуры. Себестоимость искусственного производства одной тонны рыбной продукции в пересчете на единицу белка меньше себестоимости мяса крупного рогатого скота и свиней примерно в 2,5 раза, птицы – в 1,5 раза. Продуктивность аквакультурных хозяйств, как правило, значительно выше, чем у «сухопутных» сельскохозяйственных земель.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) в 2014 году во всем мире в аквакультуре было произведено 73,8 млн тонн водных животных на сумму в 160,2 млрд долл США (таблица). На Китай в 2014 году приходилось 45,5 млн тонн, или более 60% всего мирового производства рыбы в аквакультуре. Фактически за последние 20 лет рост суммарной мировой продукции рыбохозяйственного комплекса происходит только за счет аквакультуры.

Товарная марикультура – наиболее динамично развивающееся направление в мировом сельскохозяйственном производстве. По прогнозам экспертов FAO, уже в ближайшие годы производство аквакультуры превысит добычу морских биоресурсов в сфере рыболовства.

В России эта отрасль недостаточно развита. В 2014 г. отечественные предприятия аквакультуры выпустили всего 162 тыс. тонн продукции, то есть около 4% вылова водных биоресурсов. При этом потенциал развития аквакультуры в России один из самых высоких в мире. По экспертным оценкам площадь морских акваторий, пригодная для развития аквакультуры, составляет порядка 0,38 млн. кв. км. Эффективное использование имеющегося потенциала аквакультуры в нашей стране позволяет увеличить объем производства в 25 раз. Только в Приморском крае выращивание гидробионтов и моллюсков в морской воде может составлять более 600 тыс. тонн.

В последние годы в нашей стране начинает меняться отношение к аквакультуре. Согласно госпрограмме «Развитие рыбохозяйственного комплекса» в Российской Федерации к 2020 году планируется удвоить объем производства продукции товарной аквакультуры – до 315 тысяч тонн. В целом по России идет увеличение количества рыбоводных участков. В течении года – с середины 2015 года по 1 июня 2016 года было сформировано более 1,1 тысяч участков, и сейчас идут торги по их распределению.

В настоящее время в Приморском крае действуют 52 рыбоводных хозяйства, которые используют 102 рыбоводных участка общей площадью более 18 тысяч гектаров. По итогам первого полугодия 2016 года в хозяйствах произведено 5 142 тонн продукции (на 9% больше чем в 2015 году). Из них – 2 801 тонн гребешка и 1 244 тонн трепанга».

Производство и использование продукции рыболовства и аквакультуры [41]

| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Производство | | | | | | |
| Рыболовство | | | | | | |
| Внутренние водоемы | 10,5 | 11,3 | 11,1 | 11,6 | 11,7 | 11,9 |
| Моря | 79,7 | 77,9 | 82,6 | 79,7 | 81,0 | 81,5 |
| Рыболовство, всего | 90,2 | 89,1 | 93,7 | 91,3 | 92,7 | 93,4 |
| Аквакультура | | | | | | |
| Внутренние водоемы | 34,3 | 36,9 | 38,6 | 42,0 | 44,8 | 47,1 |
| Моря | 21,4 | 22,1 | 23,2 | 24,4 | 25,5 | 26,7 |
| Аквакультура, всего | 55,7 | 59,0 | 61,8 | 66,5 | 70,3 | 73,8 |
| Итого | 145,9 | 148,1 | 155,5 | 157,8 | 162,9 | 167,2 |
| Использование | | | | | | |
| Употребление в пищу людьми | 123,8 | 128,1 | 130,8 | 136,9 | 141,5 | 146,3 |
| Потребление рыбопродукции на душу населения | 18,1 | 18,5 | 18,6 | 19,3 | 19,7 | 20,1 |

Развитие аквакультуры особенно актуально для Приморского края, поскольку оно способствует притоку частных инвестиций, способствующих развитию прибрежных территорий, созданию новых рабочих мест и возрождению умирающих поселков, В настоящее время заканчивается работа по созданию карты перспективных для марикультуры районов Приморья. Из-за отсутствия такой карты большинство заявок на получение участков не проходит отбор. Предлагаемые границы участков накладываются на акватории, находящиеся в ведении Минобороны, либо относящиеся к особо охраняемым природным территориям, а также на места с природными запасами ВБР.

В действительности сейчас инвестирование в развитие марикультуры в Приморье довольно рискованно. К такому выводу приходят большинство специалистов в области аквакультуры [3, 12, 28]. Ознакомившись с условиями ведения бизнеса по развитию аквакультуры ряд крупных инвесторов отказались вкладывать средства в эту отрасль в Приморском крае. Среди них крупная китайская компания Wen Lian Aquaculture Co., Ltd и российская «Русагро».

В работе [42] подробно анализируются проблемы с которыми сталкиваются предприниматели, решившие заниматься марикультурой. Основные проблемы кроются в несовершенстве законодательства, призванного регулировать бизнес в сфере марикультуры. Среди прочих проблем отмечается плохая проработка нормативных актов по вопросам подготовки аукционной документации на право заключения договора пользования рыбоводным участком. Отмечается, что длительность окупаемости проектов в сфере аквакультуры диктует необходимость выделения участков на гораздо более длительный срок, чем это предусмотрено сейчас. Оптимальным вариантом в этом случае было бы закрепление за успешно работающими компаниями права пользования уже выделенными участками на срок не менее 15 лет. Некоторые эксперты считают, что для успешного бизнеса необходим срок аренды на 49 лет, что позволит осуществлять долгосрочные инвестиции и закупать дорогое оборудование. Одной из проблем является проблема отсутствия научной базы для занятия аквакультурой. Представители бизнеса отмечают, что им фактически приходится работать на «экспериментальной основе», поскольку проработанных наукой эффективных технологий почти нет, отсутствуют качественно разработанные и прошедшие промышленную проверку интенсивные методы ведения хозяйства.

**Бизнес по разведению грибов**

Грибы с давних времен являются традиционным продуктом питания в нашей стране, Однако искусственное производство культивированных видов грибов является сравнительно новым видом деятельности для России [11, 29]. Грибы являются ценным, безопасным и сравнительно дешевым источником белка. Во всем мире производство грибов является хорошо отлаженной технологией.

По данным ФАО объема мирового производства грибов и трюфелей в 2013 году составлял 9,9 млн тонн. Мировой рынок грибов оценивался в $ 29 млрд. Мировое производство культивируемых грибов ежегодно увеличивается на 12–20 %. Главным мировым производителем грибов является

Китай. В 2013 г., по данным ФАО, в Китае произведено более 7 млн тонн, то есть около 71% мирового объема производства и 40% от объема мировой торговли грибами. Второй по объему производства грибов считается Италия – более 790 тыс. тонн, на третьем месте США – 406 тыс. тонн. В США, в Австралии грибоводсво стоит на втором месте в растениеводстве по обороту продукции после помидоров. В США потребление культивируемых грибов на человека в год составляет 2,5 кг, Великобритании – 2,7 кг, Франции – свыше 3,1 кг, в Южной Корее – 4 кг и в Китае – 5 кг. В России потребляется 1,2 кг культивируемых грибов на человека в год. Россия занимает 25-е место в структуре мирового производства грибной продукции, а по объемам потребления на душу населения – только 46-е место. Однако в статистике потребления не учитывается потребление дикорастущих грибов, которые так любят российские потребители. По оценкам экспертов в Росси перерабатывается 10–15 тысяч тонн лесных грибов в год.

Около 85% реализуемых в России грибов приходится на импорт. То есть рынок является импортозависимым. Основную долю на российском рынке занимают замороженные грибы – 50%, порядка 28% приходится на консервированную продукцию, свежие грибы составляют около 22% российского грибного рынка. В 2015 году Россия импортировала около 65 тыс. тонн свежих шампиньонов на сумму около 80 млн долларов США. Последние годы основным поставщиком грибов в Россию была Польша. В 2013 году доля польских поставок в общем объеме импорта составляла до 98%. Однако, после того как в августе 2014 года грибы также попали под санкции, ввоз грибов из Польши в страну прекратился. Частично потребности рынка были компенсированы импортом грибов из Белоруссии и других стран. Эмбарго на ввоз грибов из Евросоюза явилось стимулом для развития отечественного грибоводства, что не замедлило сказаться уже в 2015 году (рис. 1). Особенностью отечественного рынка грибов является то, что спрос на грибы сильно превышает объем продаж. Чтобы удовлетворить спрос, нужно производить как минимум 158 тыс. тонн грибов в год. Для этого необходимо увеличить производство в 2 раза. В условиях импортозависимого рынка девальвация рубля привела к росту рыночных цен на грибы Поэтому производство грибов в России в ближайшие годы будет весьма привлекательным для инвесторов. Возможности развития отечественного грибоводства раскрываются в «Концепции развития российского грибоводства на период 2015–2020 гг.» [19]. В перспективе производство грибов в России с учетом заявленных проектов уже через 3 года может увеличиться до 40 тыс. тонн, а через 4 года достигнуть отметки 50 тыс. тонн. Общий объем финансирования мероприятий, предусмотренных данной концепцией, составит 24,8 млрд рублей, из них: за счет средств федерального бюджета – 6,200 млрд рублей.

В Приморском крае достаточно благоприятные условия для развития грибного бизнеса. Выращивать культивированные грибы здесь начали сравнительно недавно. В настоящее время действует всего несколько небольших производств. Первая грибная ферма в крае начала работать в 2012 году в п. Хрустальный, Кавалеровского района. Еще одна ферма находится в г. Артеме. Совсем недавно открылась небольшая фабрика по выращиванию грибов вешенок в поселке Новоникольске под Уссурийском. Инвестиции в проект составили больше 5 млн рублей. Крестьянско-фермерское хозяйство производит около 3 тонн вешенок. Качество отечественных грибов заметно превосходит зарубежную продукцию Продукция хозяйства пользуется большим спросом. Поэтому предприятие собирается расширять производство.

О перспективности развития грибного бизнеса в Приморском крае свидетельствует то, что победителем Всероссийского конкурса идей и проектов «Дальневосточный гектар» стал проект «Экстенсивная культивация гриба шиитаке». С этим проектом можно ознакомиться в интернете [13].

Грибоводство экономически целесообразно, поскольку полностью исключает сезонность работ, характерную для большинства агропромышленных производств. Использование современных технологий позволяет снимать 7–8 урожаев грибов в год с каждого квадратного метра полезной площади. При работе на покупном компосте она составляет 45−50%. Окупаемость проектов в среднем может составлять от трех до пяти лет. Грибной бизнес особенно выгоден при создании собственного компостного цеха, тогда рентабельность может достигнуть 150%.

Отсутствие в России современных компостных производств является одним из главных факторов, ограничивающих производство грибов. В 2014 г. было импортировано более 20 тыс тонн компоста для выращивания грибов. В Приморском крае имеется прекрасная сырьевая база, а именно в достаточном количестве солома зерновых культур и куриный помет и отходы деревообрабатывающих производств, что является основой производства грибного компоста.

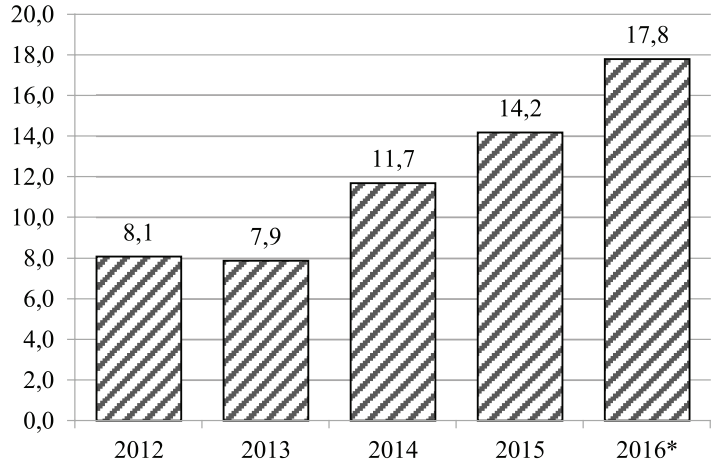



*Рис. 1. Объем производства грибов в России в тыс. т (* – прогноз на 2016 г.)*

При достаточном уровне развития грибоводства в крае возможно выделение основных технологических процессов в самостоятельные специализированные производства:

– приготовление компоста;

– выращивание плодовых тел грибов;

– производство посадочного материала (мицелия).

Например, в ряде европейских стран (Нидерланды, Польша, Венгрия и др.) созданы крупные централизованные производства компоста для культивированных видов грибов, которые обеспечивают производителей грибов качественным субстратом.

**Сельский туризм как эффективный инструмент диверсификации сельской экономики**

В связи со сложившейся экономической и политической ситуацией российские граждане все больше пользуются услугами внутреннего туризма. Число внутренних туристских поездок возросло с 30 млн в 2013 году до 50 млн в 2015 году. Одним из перспективных направлений внутреннего туризма является сельский туризм. На сегодняшний день лидирующие позиции в мире по сельскому туризму занимают страны Европейского союза, прежде всего Италия и Франция. Доля туристических услуг в общем объеме реализации европейских фермеров составляет от 35 до 75% [20]. В России доля сельского туризма в общем объеме туристических услуг остается сравнительно низкой. По состоянию на 2015 год она оценивается в 2% в структуре внутреннего туризма. В стратегии развития туризма в Российской Федерации до 2020 года и ФЦП «Развитие внутреннего и въездного туризма в РФ (2011–2018 годы), сельский туризм (агротуризм) выделяется как одно из перспективных направлений развития внутреннего туризма России. В соответствии с общей стратегией развития туризма была разработана новая «Концепция развития сельского туризма в России до 2030 года» [20] Концепция определяет пути и методы развития сельского туризма в России на долгосрочный период (2016–2030 годы) а также меры, направленные на повышение эффективности государственного управления в этой области. В концепции выделяется три фазы развития сельского туризма в России. С 2016 по 2019 год будет происходить формирование базы сельского туризма. Затем сельский туризм в нашей стране должен перейти в фазу органического роста (рис. 2).

Объем рынка агротуризма к 2030 году должен составить 50 млрд руб. в год (рост к существующему уровню примерно в 7 раз). Это позволит создать около 60 тыс. новых рабочих мест на селе. Для реализации целей и задач концепции развития сельского туризма в России потребуется государственная поддержка в объеме 12–15 млрд руб. за весь период. Сельский туризм рассматривается как один из видов производства сельскохозяйственных товаров (услуг). При этом важно отметить, что сельский туризм – направление, которое будет развиваться именно фермерами, а не крупными сельскохозяйственными товаропроизводителями. Поэтому средства, направляемые на поддержку и развитие сельского туризма, фактически идут на поддержку малых форм хозяйствования на селе.

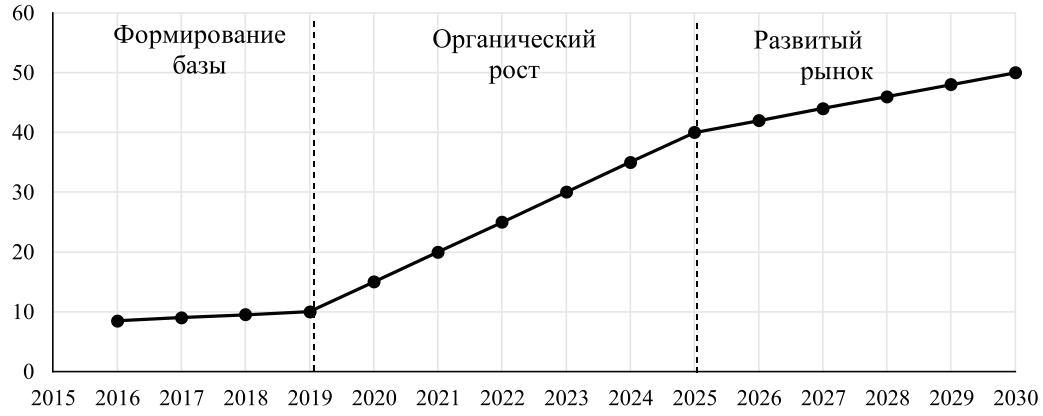



*Рис. 2. Ожидаемая динамика роста выручки от сельского туризма, 2016–2030 годы, млрд руб. [20]*

Сельский туризм является важным инструментом диверсификации производства в сельской местности [16, 39, 44]. Диверсификация *сельской* экономики предполагает дополнение традиционных отраслей специализации «новыми» отраслями. Сельский туризм является не просто отраслью туристической индустрии, но и выполняет важные социально-экономические функции [36, 46, 47].

Туризм в Приморском крае имеет очень большие перспективы. Возможности развития туризма в крае обсуждаются в работах [23, 26]. Среди прочих видов туризма перспективным направлением является сельский туризм [21]. Авторами работы [21] был разработан проект: «Организация экологических маршрутов, сети «Bed&Breakfast&Excursion» в Приморье». В проекте доказывается социальная, экономическая и экологическая выгода от внедрения системы «B&B&E» в сельской местности Приморского края. Сельскохозяйственный туризм в крае становится все популярнее не только у российских, но и у зарубежных гостей. Он служит стимулом для развития эколого-ориентированного производства сельхозпродукции [18].

В настоящее время в разных районах края функционирует ряд успешных объектов сельского туризма. В Чугуевском районе в селе Архиповка работает комплекс «Деревенское подворье». В Шкотовском районе в селе Промысловка туристов знакомят с экзотическим птицеводством на страусиной ферме. А в селе Стеклянуха в этом же районе к услугам туристов деревенский дом «В гости к Самбуровым». В селе Кронштадка Спасского района гостей принимают в «Зеленом доме». В Партизанском районе услуги экотуризма предлагает турбаза «Чандолаз», местное крестьянское хозяйство и экологическая турбаза «Солнце». Также агропроекты для туристов работают в Хасанском районе и Лазовском районе. Одним из самых успешных проектов можно признать русский исторический парк «Изумрудная Долина» под Уссурийском. Этот проект вошел в федеральную целевую программу «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации на 2011–2018 годы» и получил мощную финансовую поддержку на свое развитие.

Направление сельского или аграрного туризма вошло в проект стратегии инвестиционного развития Приморья. В Приморском крае на сегодняшний день уже реализуются 13 проектов в сфере аграрного и сельскохозяйственного туризма.

Среди сельских жителей есть большой интерес к развитию туризма. Однако низкий уровень доходов российского сельского населения не позволяет произвести даже начальные инвестиции в любой бизнес [37, 38]. Поэтому сельский туризм требует дополнительной и финансовой и организационной поддержки. Высокая значимость сельского туризма обсуждается в Государственной думе, и, возможно, в ближайшем будущем будет принято специальное решение относительно поддержки этого вида деятельности на селе.

## Заключение

В условиях слабого развития сельскохозяйственного производства и возрастающей в связи с этим на селе безработицы важное значение приобретает развитие сельскохозяйственного предпринимательства, как в сфере производства, так и в сфере услуг. Эта деятельность обеспечивает сельскому населению повышение занятости и расширение ее видов, снижение сезонности производства, способствует росту доходов

и благосостояния сельских жителей, более полному использованию местных ресурсов.

Для региона очень важно выбрать наиболее перспективные направления специализации предпринимательства на селе [14]. Специализация создает условия для формирования в регионе структур, которые могли бы осуществлять обучение сельских предпринимателей и распространение современных технологий. Теоретической основой специализации служит кластерный подход [24, 27, 40]. В силу особенностей различных видов предпринимательства, особенно таких, которые могут стать брендовыми для региона, очень важно оперативно совершенствовать институциональную среду, устраняющую препятствия на пути развития бизнеса [2].

### Список литературы


1. Агаева Л.К. Формирование механизма инвестиционной деятельности предприятий с учетом экономических интересов инвесторов // Математика, экономика и управление. – 2015. – Т. 1. – С. 78–81.

2. Агаева Л.К., Лубяницкий В.В. Институциональная среда, как фактор обеспечения экономической безопасности // Вестник Самарского государственного университета. – 2015. – № 2 (124). – С. 90–95.

3. Брыков В.А. Марикультура в Приморье: проблемы и перспективы // Вопросы рыболовства. – 2010. – Т. 11, № 1–41. – С. 148–161.

4. Буньковский Д.В. Европейский опыт взаимодействия малого, среднего, и крупного производственного предпринимательства // Baikal Research Journal. – 2011. – № 3. – С. 27.

5. Буньковский Д.В. Оптимизация взаимодействия крупного, среднего и малого предпринимательства в промышленности // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 6 (65). – С. 148–152.

6. Волгина О.А., Ерохина И.В. К вопросу развития рынка молочной продукции в Приморском крае // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–1. – С. 112–116.

7. Волгина О.А., Шуман Г.И., Ерохина И.В. Анализ и прогноз рынка молочной продукции в Приморском крае // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2015. – № 4 (31). – С. 41–47.

8. Волгина О.А., Шуман Г.И., Карпова Д.К. Малое предпринимательство Приморья: экономические аспекты // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–2. – С. 356–361.

9. Волгина О.А., Шуман Г.И., Лихошерст Е.Н. К вопросу привлечения инвестиционных средств для возрождения рисоводства в Приморском крае // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–1. – С. 127–135.

10. Волкова Т.С., Тимашева Т.А. Бизнес-планирование крестьянско-фермерского хозяйства по производству грибов // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2015. – № S5. – С. 11–15.

11. Волкова Т.С., Тимашева Т.А. Бизнес-планирование крестьянско-фермерского хозяйства по производству грибов // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2015. – № S5. – С. 11–15.

12. Воробьев В.В. Основные факторы развития промышленной марикультуры в условиях рыночной экономики России // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 34–42.

13. Всероссийский конкурс идей и проектов «Дальневосточный гектар» Экстенсивная культивация гриба шиитаке Режим доступа: https://xn--80aaggvgieoeoa2bo7l.xn--p1ai/storage/bp/doc57bc2c9e4d0106.36128510.pdf (дата обращения: 09.10.2016).

14. Генералов И.Г., Никитин Б.А., Суслов С.А. Влияние уровня специализации на реализацию сельскохозяйственной продукции // Влияние уровня специализации на реализацию сельскохозяйственной продукции // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 12–3 (53–3). – С. 413–416.

15. Гузенко А.Г., Одияко Н.Н. Минимизация рисков и модель реализации инвестиционного проекта // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 4 (33). – С. 151–155.

16. Енченко И.В. Сельский туризм: российский и зарубежный опыт // В сборнике: Туризм на сельских территориях: опыт, проблемы. – 2014. – С. 244–249.

17. Закирова О.В., Соколовская Е.О. Формирование и этапы разработки бизнес-идей // проблемы экономики современной России. – 2015. – Т. 2. № 2. – С. 105–108.

18. Кичигина И.С. Формирование эколого-ориентированного предпринимательства // Аграрная наука. – 2010. – № 2. – С. 6–8.

19. Концепция развития Российского грибоводства на период 2015–2020 гг. Режим доступа: http://agrotip.ru/wp-content/uploads/2015/10/Concepcia.pdf (дата обращения: 09.10.2016).

20. Концепция развития сельского туризма в России до 2030 года Режим доступа: http://www.eskrynnik.ru/repository/instdocs/8....pdf (дата обращения: 09.10.2016).

21. Косолапов А.Б., Плоткина Н.П., Кушнарева И.Ю., Коссов А.Ю., Лозовская С.А., Изергина Е.В. Развитие сельского туризма в Приморском крае // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–8. – С. 1811–1815.

22. Кузьмина И.Г., Портнова Л.В., Лундовских Е.В. Анализ инвестиционной привлекательности региона (на примере Оренбургской области) // Монография: Издательство: Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2015. – 116 с.

23. Мартышенко Н.С., Старков А.С. Анализ структуры потребительского регионального туристского рынка // Территория науки. – 2007. – № 4. – С. 468–478.

24. Мартышенко Н.С. Принципы формирования туристского кластера в Примоском крае // Экономика региона. – 2009. – № 1. – С. 204–208.

25. Мартышенко С.Н, Мартышенко Н.С., Гусев Е.Г. Оптимизация календарного плана реализации программ на основе синергетического подхода // Проблемы теории и практики управления – 2008. – № 6. – С. 90–97.

26. Мартышенко С.Н., Гусев Е.Г. Оптимизация позитивных структурных сдвигов в туристской отрасли региона // Математические заметки СВФУ. – 2007. – Т. 14. № 1. – С. 151–161.

27. Мартышенко С.Н., Мартышенко Н.С., Гусев Е.Г., Власенко А.А. Экономико-математические модели разработки инвестиционной политики развития туристского комплекса региона // Проблемы и перспективы реализации инвестиционной политики в Российской Федерации на современном этапе. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции 18-19 мая 2007. – Казань, 2007. – С. 133–137.

28. Масленников С.И. Морские биотехнопарки – стратегическая линия развития прибрежных территорий Дальнего Востока // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2012. – Т. 8, № 1. – С. 42–45.

29. Набоких А.А. Моделирование государственной поддержки грибоводства // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 36, № 2–2. – С. 128.

30. О свободном порте Владивосток: Федеральный закон от 13.07.2015 № 212-ФЗ. Российская газета – Федеральный выпуск 15 июля 2015 г. № 6724 (153) Режим доступа: https://rg.ru/2015/07/15/fz212-dok.html (дата обращения: 11.11.2016).

31. О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2014 № 473-ФЗ. Российская газета – Федеральный выпуск 31декабря 2014 г. № 6571 (299) Режим доступа: https://rg.ru/2014/12/31/territorii-dok.html (дата обращения: 11.11.2016).

32. Овсянникова А.В., Соколова И.С. Роль регионального маркетинга в повышении инвестиционной привлекательности региона // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 5 (30). – С. 72.

33. Одияко Н.Н., Голодная Н.Ю. Применение аддитивной и мультипликативной модели прогнозирования // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 12–1 (41–1). – С. 667–674.

34. Одияко Н.Н., Гусев Е.Г., Голодная Н.Ю. Бизнес-планирование как переход к новому качеству экономического развития в рыночных условиях // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 5–1 (58–1). – С. 1010–1015.

35. Петрухина Е.Н., Зубренкова О.А., Сидорова Н.П., Лисенкова Е.В. Зарубежный опыт сельского хозяйства (на примере фермерства в Германии) // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 5 (24). – С. 78–83.

36. Санакоева Д.К., Караева Т.А. Проблемы мотивации труда и снижения уровня бедности в сельском хозяйстве РФ // Теория и практика современной науки. – 2015. – № 6 (6). – С. 1083–1087.

37. Санакоева Д.К., Мисхожев Э.Р. Проблемы обновления основных фондов в сельском хозяйстве в условиях рыночной экономики // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 4. – С. 311–314.

38. Санакоева Д.К., Тогузова И.З. Государственное регулирование системы финансирования и кредитоваеия сельскохозяйственных производителей // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 1. – С. 180–184.

39. Смирнов Н.А., Суслов С.А. Диверсификация отраслей сельского хозяйства – основа эффективности в условиях рыночной экономики // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 5 (24). – С. 57–69.

40. Соколова И.С. Кластеры как перспективная форма повышения инновационного потенциала региона // Научные труды SWorld. – 2011. – Т. 10, № 1. – С. 31–34.

41. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016. Режим доступа: http://www.fao.org/3/a-i5555r.pdf (дата обращения: 09.10.2016).

42. Тимофеев А. «Подводные камни» российской аквакультуры http://www.iarex.ru/articles/52352.html.

43. Харламова И.Ю. Интегрированный подход к маркетинговым коммуникациям // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2010. – № 6. – С. 110–114.

44. Худякова Т.А. Диверсификация производства как способ стабилизации рыночной ситуации // В сборнике: Проблемы совершенствования и развития экономических отношений в переходной экономике Сборник научных трудов. Редактор В.И. Бархатов. – Челябинск, 2000. – С. 329–340.

45. Шмидт А.В., Худякова Т.А., Чурюкин В.А. Алгоритм оценки и прогнозирования экономической устойчивости промышленного предприятия с применением аппарата марковских случайных процессов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2007. – № 10 (82). – С. 65–71.

46. Яндиева М.С. Региональные подходы к качественному развитию человеческого капитала как стимулирующий фактор социально-экономического развития субъектов СКФО // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6–1 (59–1). – С. 1166–1171.

47. Яндиева М.С. Трудовые ресурсы региона: проблемы и перспективы обеспечения занятости населения сельских территорий // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 2–2 (67–2). – С. 313–319.

## References

1. Agaeva L.K. Formirovanie mehanizma investicionnoj dejatelnosti predprijatij s uchetom jekonomicheskih interesov investorov // Matematika, jekonomika i upravlenie. 2015. T. 1. pp. 78–81.

2. Agaeva L.K., Lubjanickij V.V. Institucionalnaja sreda, kak faktor obespechenija jekono-micheskoj bezopasnosti // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. no. 2 (124). pp. 90–95.

3. Brykov V.A. Marikultura v Primore: problemy i perspektivy // Voprosy rybolov-stva. 2010. T. 11, no. 1–41. pp. 148–161.

4. Bunkovskij D.V. Evropejskij opyt vzaimodejstvija malogo, srednego, i krupnogo pro-izvodstvennogo predprinimatelstva // Baikal Research Journal. 2011. no. 3. pp. 27.

5. Bunkovskij D.V. Optimizacija vzaimodejstvija krupnogo, srednego i malogo predpri-nimatelstva v promyshlennosti // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2012. no. 6 (65). pp. 148–152.

6. Volgina O.A., Erohina I.V. K voprosu razvitija rynka molochnoj produkcii v Primorskom krae // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 12–1. pp. 112–116.

7. Volgina O.A., Shuman G.I., Erohina I.V. Analiz i prognoz rynka molochnoj produkcii v Primorskom krae // Territorija novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosu-darstvennogo universiteta jekonomiki i servisa. 2015. no. 4 (31). pp. 41–47.

8. Volgina O.A., Shuman G.I., Karpova D.K. Maloe predprinimatelstvo Primorja: jekono-micheskie aspekty // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 12–2. pp. 356–361.

9. Volgina O.A., Shuman G.I., Lihosherst E.N. K voprosu privlechenija investicionnyh sredstv dlja vozrozhdenija risovodstva v Primorskom krae // Fundamentalnye issledo-vanija. 2014. no. 5–1. pp. 127–135.

10. Volkova T.S., Timasheva T.A. Biznes-planirovanie krestjansko-fermerskogo hozjajstva po proizvodstvu gribov // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal Koncept. 2015. no. S5. pp. 11–15.

11. Volkova T.S., Timasheva T.A. Biznes-planirovanie krestjansko-fermerskogo hozjajstva po proizvodstvu gribov // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal Koncept. 2015. no. S5. pp. 11–15.

12. Vorobev V.V. Osnovnye faktory razvitija promyshlennoj marikultury v uslovijah rynochnoj jekonomiki Rossii // Rybnoe hozjajstvo. 2015. no. 1. pp. 34–42.

13. Vserossijskij konkurs idej i proektov «Dalnevostochnyj gektar» Jekstensivnaja kul-tivacija griba shiitake Rezhim dostupa: https://xn--80aaggvgieoeoa2bo7l.xn--p1ai/storage/bp/doc57bc-2c9e4d0106.36128510.pdf (data obrashhenija: 09.10.2016).

14. Generalov I.G., Nikitin B.A., Suslov S.A. Vlijanie urovnja specializacii na realiza-ciju selskohozjajstvennoj produkcii // Vlijanie urovnja specializacii na realizaciju selskohozjajstvennoj produkcii // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2014. no. 12–3 (53–3). pp. 413–416.

15. Guzenko A.G., Odijako N.N. Minimizacija riskov i model realizacii investicionnogo proekta // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2013. no. 4 (33). pp. 151–155.

16. Enchenko I.V. Selskij turizm: rossijskij i zarubezhnyj opyt // V sbornike: Turizm na selskih territorijah: opyt, problemy. 2014. pp. 244–249.

17. Zakirova O.V., Sokolovskaja E.O. Formirovanie i jetapy razrabotki biznes-idej // pro-blemy jekonomiki sovremennoj Rossii. 2015. T. 2. no. 2. pp. 105–108.

18. Kichigina I.S. Formirovanie jekologo-orientirovannogo predprinimatelstva // Agrarnaja nauka. 2010. no. 2. pp. 6–8.

19. Koncepcija razvitija Rossijskogo gribovodstva na period 2015–2020 gg. Rezhim dostupa: http://agrotip.ru/wp-content/uploads/2015/10/Concepcia.pdf (data obrashhenija: 09.10.2016).

20. Koncepcija razvitija selskogo turizma v Rossii do 2030 goda Rezhim dostupa: http://www.eskrynnik.ru/repository/inst-docs/8....pdf (data obrashhenija: 09.10.2016).

21. Kosolapov A.B., Plotkina N.P., Kushnareva I.Ju., Kossov A.Ju., Lozovskaja S.A., Izergi-na E.V. Razvitie selskogo turizma v Primorskom krae // Fundamentalnye issledova-nija. 2014. no. 9–8. pp. 1811–1815.

22. Kuzmina I.G., Portnova L.V., Lundovskih E.V. Analiz investicionnoj privlekatel-nosti regiona (na primere Orenburgskoj oblasti) // Monografija: Izdatelstvo: Rossij-skij jekonomicheskij universitet im. G.V. Plehanova, 2015. 116 p.

23. Martyshenko N.S., Starkov A.S. Analiz struktury potrebitelskogo regionalnogo tu-ristskogo rynka // Territorija nauki. 2007. no. 4. pp. 468–478.

24. Martyshenko N.S. Principy formirovanija turistskogo klastera v Primoskom krae // Jekonomika regiona. 2009. no. 1. pp. 204–208.

25. Martyshenko S.N, Martyshenko N.S., Gusev E.G. Optimizacija kalendarnogo plana realizacii programm na osnove sinergeticheskogo podhoda // Problemy teorii i praktiki upravlenija 2008. no. 6. pp. 90–97.

26. Martyshenko S.N., Gusev E.G. Optimizacija pozitivnyh strukturnyh sdvigov v turistskoj otrasli regiona // Matematicheskie zametki SVFU. 2007. T. 14. no. 1. pp. 151–161.

27. Martyshenko S.N., Martyshenko N.S., Gusev E.G., Vlasenko A.A. Jekonomiko-matematicheskie modeli razrabotki investicionnoj politiki razvitija turistskogo kompleksa regiona // Problemy i perspektivy realizacii investicionnoj politiki v Rossijskoj Federacii na sovremennom jetape. Sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii 18-19 maja 2007. Kazan, 2007. pp. 133–137.

28. Maslennikov S.I. Morskie biotehnoparki strategicheskaja linija razvitija pri-brezhnyh territorij Dalnego Vostoka // Vestnik biotehnologii i fiziko-himicheskoj biologii im. Ju.A. Ovchinnikova. 2012. T. 8, no. 1. pp. 42–45.

29. Nabokih A.A. Modelirovanie gosudarstvennoj podderzhki gribovodstva // Inzhenernyj vestnik Dona. 2015. T. 36, no. 2–2. pp. 128.

30. O svobodnom porte Vladivostok: Federalnyj zakon ot 13.07.2015 no. 212-FZ. Rossij-skaja gazeta Federalnyj vypusk 15 ijulja 2015 g. no. 6724 (153) Rezhim dostupa: https://rg.ru/2015/07/15/fz212-dok.html (data obrashhenija: 11.11.2016).

31. O territorijah operezhajushhego socialno-jekonomicheskogo razvitija v Rossijskoj Fede-racii: Federalnyj zakon ot 29.12.2014 no. 473-FZ. Rossijskaja gazeta Federalnyj vypusk 31dekabrja 2014 g. no. 6571 (299) Rezhim dostupa: https://rg.ru/2014/12/31/territorii-dok.html (data obrashhenija: 11.11.2016).

32. Ovsjannikova A.V., Sokolova I.S. Rol regionalnogo marketinga v povyshenii investicionnoj privlekatelnosti regiona // Internet-zhurnal Naukovedenie. 2015. T. 7, no. 5 (30). pp. 72.

33. Odijako N.N., Golodnaja N.Ju. Primenenie additivnoj i multiplikativnoj modeli prognozirovanija // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2013. no. 12–1 (41–1). pp. 667–674.

34. Odijako N.N., Gusev E.G., Golodnaja N.Ju. Biznesplanirovanie kak perehod k novomu ka-chestvu jekonomicheskogo razvitija v rynochnyh uslovijah // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2015. no. 5–1 (58–1). pp. 1010–1015.

35. Petruhina E.N., Zubrenkova O.A., Sidorova N.P., Lisenkova E.V. Zarubezhnyj opyt selskogo hozjajstva (na primere fermerstva v Germanii) // Vestnik NGIJeI. 2013. no. 5 (24). pp. 78–83.

36. Sanakoeva D.K., Karaeva T.A. Problemy motivacii truda i snizhenija urovnja bednosti v selskom hozjajstve RF // Teorija i praktika sovremennoj nauki. 2015. no. 6 (6). pp. 1083–1087.

37. Sanakoeva D.K., Mishozhev Je.R. Problemy obnovlenija osnovnyh fondov v selskom ho-zjajstve v uslovijah rynochnoj jekonomiki // Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. T. 51, no. 4. pp. 311–314.

38. Sanakoeva D.K., Toguzova I.Z. Gosudarstvennoe regulirovanie sistemy finansirovanija i kreditovaeija selskohozjajstvennyh proizvoditelej // Izvestija Gorskogo gosudar-stvennogo agrarnogo universiteta. 2015. T. 52, no. 1. pp. 180–184.

39. Smirnov N.A., Suslov S.A. Diversifikacija otraslej selskogo hozjajstva osnova jef-fektivnosti v uslovijah rynochnoj jekonomiki // Vestnik NGIJeI. 2013. no. 5 (24). pp. 57–69.

40. Sokolova I.S. Klastery kak perspektivnaja forma povyshenija innovacionnogo potenciala regiona // Nauchnye trudy SWorld. 2011. T. 10, no. 1. pp. 31–34.

41. Sostojanie mirovogo rybolovstva i akvakultury 2016. Rezhim dostupa: http://www.fao.org/3/a-i5555r.pdf (data obrashhenija: 09.10.2016).

42. Timofeev A. «Podvodnye kamni» rossijskoj akvakultury http://www.iarex.ru/articles/52352.html.

43. Harlamova I.Ju. Integrirovannyj podhod k marketingovym kommunikacijam // Sovre-mennye tendencii v jekonomike i upravlenii: novyj vzgljad. 2010. no. 6. pp. 110–114.

44. Hudjakova T.A. Diversifikacija proizvodstva kak sposob stabilizacii rynochnoj situa-cii // V sbornike: Problemy sovershenstvovanija i razvitija jekonomicheskih otnoshenij v perehodnoj jekonomike Sbornik nauchnyh trudov. Redaktor V.I. Barhatov. Cheljabinsk, 2000. pp. 329–340.

45. Shmidt A.V., Hudjakova T.A., Churjukin V.A. Algoritm ocenki i prognozirovanija jekono-micheskoj ustojchivosti promyshlennogo predprijatija s primeneniem apparata markovskih sluchajnyh processov // Vestnik Juzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika i menedzhment. 2007. no. 10 (82). pp. 65–71.

46. Jandieva M.S. Regionalnye podhody k kachestvennomu razvitiju chelovecheskogo kapi-tala kak stimulirujushhij faktor socialno-jekonomicheskogo razvitija subektov SKFO // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2015. no. 6–1 (59–1). pp. 1166–1171.

47. Jandieva M.S. Trudovye resursy regiona: problemy i perspektivy obespechenija zanjato-sti naselenija selskih territorij // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2016. no. 2–2 (67–2). pp. 313–319.

УДК 332.1:338.486

# ЭТНОГРАФИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

**Дзахмишева И.Ш.**

*ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», Нальчик, e-mail: irina_dz@list.ru*

Настоящая статья посвящена этническому туризму в Кабардино-Балкарской Республике. Под этнографическим туризмом понимается предоставление определенного набора туристских услуг, объединенных территориальными и культурными факторами, которые отвечают потребности туриста и удовлетворяют его спрос на знакомство с историей, фольклором, бытом, особенностями повседневной жизни коренных народов, народными традициями, обычаями, ремеслами, земледелием, культурой и языками коренных народов Кабардино-Балкарской Республики. Этнотуризм Кабардино-Балкарской Республики предоставляет человеку возможность окунуться в образ жизни коренных народов Республики (кабардинцев и балкарцев), проведя некоторое время среди природы, познакомиться с ценностями народной культуры, прикладного искусства, с национальными песнями и танцами, местными обычаями, принять участие в традиционном сельском труде, народных праздниках и фестивалях. В Кабардино-Балкарской Республике сосредоточены уникальные природные комплексы и ландшафты, места произрастания редких видов растений и обитания животных, занесенных в Красную книгу, памятники культуры, курганы, башни, крепости в непосредственной близости от населенных пунктов.

**Ключевые слова: туризм, рекреация, Приэльбрусье**

# ETHNOGRAPHIC TOURISM IN KABARDINO-BALKAR REPUBLIC

**Dzakhmisheva I.Sh.**

*Kabardino-Balkarian State Agrarian University of V.M. Kokov, Nalchik, e-mail: irina_dz@list.ru*

The present article is devoted to ethnic tourism in Kabardino-Balkar Republic. Ethnographic tourism is understood as granting a certain set of the tourist services united by territorial and cultural factors which meet need of the tourist and satisfy his demand for acquaintance to history, folklore, life, features of everyday life of indigenous people, national traditions, customs, crafts, agriculture, culture and languages of indigenous people of Kabardino-Balkar Republic. Ethnotourism of Kabardino-Balkar Republic gives to the person opportunity to plunge into a way of life of indigenous people of the Republic (Kabardians and Balkars), having spent some time among the nature, to get acquainted with values of national culture, applied art, with national songs and dances, local customs, to take part in traditional rural work, national holidays and festivals. In Kabardino-Balkar Republic unique natural complexes and landscapes, places of growth of rare species of plants and dwelling of the animals included in the Red List, culture monuments, barrows, towers, fortresses in close proximity to settlements are concentrated.

**Keywords: tourism, recreation, Prielbrusye**

Развитие туризма стимулирует сохранение культурных традиций, изучение истории, возрождение традиционных ремесел, экономическое развитие отдаленных сельскохозяйственных территорий, занятость местного населения в сфере услуг и в производстве экологически чистых продуктов питания. Этнический туризм – одно из направлений туризма, имеющее ярко выраженные этнические, языковые и культурные составляющие. Этнический туризм может быть как внутренним (например, посещение жителями различных регионов России с целью ознакомления с историей, фольклором, бытом, культурой и языками коренных народов), так и внешним, который связан с посещением исторической родины или мест рождения родственников. Последняя разновидность часто называется ностальгический туризм, который получил довольно широкое распространение в ряде регионов Российской Федерации с конца 1980-х гг..

В России этнотуризм пока не нашел широкого распространения по нескольким причинам: отсутствие нормативной базы, регулирующей этнотуризм на государственном уровне, а также социальной поддержки населения. Лишь 1–2 % доходов от туристической деятельности в России приходится на доходы от этно- и агротуризма. Все больше отдыхающих стали интересоваться именно этим видом туризма.

Под этнотуризмом понимается предоставление определенного набора туристских услуг, объединенных территориальными и культурными факторами, которые отвечают потребности туриста и удовлетворяют его спрос на знакомство с особенностями повседневной жизни коренных народов, народными традициями, обычаями, ремеслами, земледелием и т.д.

Этнотуризм Кабардино-Балкарской Республики предоставляет человеку возможность окунуться в образ жизни коренных

народов республики (кабардинцев и балкарцев), проведя некоторое время среди природы, познакомиться с ценностями народной культуры, прикладного искусства, с национальными песнями и танцами, местными обычаями, принять участие в традиционном сельском труде, народных праздниках и фестивалях. Да и просто насладиться отдыхом в горах, на озерах и реках, занимаясь охотой и рыбной ловлей, совершая пешие и конные прогулки по ущельям, проникаясь журчаньем горных рек и покоем размеренной жизни вдали от мегаполисов.

Приэльбрусье представляет собой природный национальный парк, который имеет федеральное значение. Национальный парк расположен в пределах двух административных районов Республики Кабардино-Балкария, Зольского и Тырнаузского, в среднегорной и высокогорной зоне (1400–5642 м над ур. м.). Ледники и снега занимают 15,3% всей территории парка. Они защищают хранилище водных ресурсов, талые воды ледников принимают участие в питании рек [1].

Кабардино-Балкарская Республика является одним из красивейших уголков Российской Федерации и расположена в основном в горах Северного Кавказа, северо-восточная часть – на равнине.

В Кабардино-Балкарской Республике сосредоточены уникальные природные комплексы и ландшафты, места произрастания редких видов растений и обитания животных, занесенных в Красную книгу. В непосредственной близости от населенных пунктов располагаются вековые леса, величественные горы и высочайшая точка Европы Эльбрус, у подножия которого берут начало прозрачные горные реки [5].

Кабардино-Балкарская Республика известна горнолыжной трассой и канатными дорогами на склонах Эльбруса, Чегета и Долины Азау, целебными источниками Джилы-Су, Безенгийской стеной – пять из семи пятитысячных горных вершин, расположенных на Северном Кавказе, озером Тамбукан – с 18-ми источниками минеральных вод и комплексом целебных грязей, позволяющими отпускать более 30 процедур, Голубыми озерами – в Черекском ущелье, одними из самых глубоких озер в России, Чегемскими водопадами, отличающимися своей великолепной красотой, Аушигер – с азотно-бромистым горячим источником минеральной воды.

Совокупность географических и природно-климатических факторов и горный рельеф местности способствуют развитию активного отдыха. Самый популярный экскурсионный маршрут представляет собой художественный и исторический музей под открытым небом это Верхняя Балкария. Знакомство с уникальным Голубым озером, глубина которого до сих пор предположительна, с дайвинг-центром, музеем барона Мюнхгаузена. Подъём на «Кругозор», открывающий вид на снежные вершины Главного Кавказского хребта. Выход к нарзанному источнику. Поход может быть как пешим так и конным [6].

В Приэльбрусье огромное число познавательных маршрутов. Один из них ведет к самому высокогорному памятнику известному певцу и актеру Владимиру Высоцкому в поселке Тегенекли в Приэльбрусье. Высоцкий бывал много раз здесь, именно в Приэльбрусье он написал культовую песню «Лучше гор могут быть только горы». Здесь же был снят фильм «Вертикаль», в котором актер сыграл главную роль. В поселке Тегенекли функционирует музей имени Владимира Высоцкого. Памятник Высоцкому установлен в Приэльбрусье у дороги в поселке Тегенекли и уникален тем, что расположен на высоте около двух тысяч метров [7].

Кабардино-Балкария богата минеральными водами, среди них есть и термальные. В районе Приэльбрусья они сосредоточены в основном в верховьях реки Баксан и ее притоков Ирик и Адылсу, а также в долине реки Малки [4].

Долиной Нарзанов (высота 1280 м) называют нижнее течение реки Хасаут (3 км до впадения его в Малку). Долина очень живописна, склоны ее поросли лесом. Вдоль реки имеются выходы около двадцати углекислых источников, которые и дали долине ее название. Температура нарзана 11 °С. Со всех сторон долина окружена горами: с севера – г. Шит-Джатмас, с юга – Харбазский хребет, с востока гора Аяч-Дзе [5]. По количеству солнечных дней Долина Нарзанов превосходит Кисловодск. В долине расположена одноименная турбаза.

Все минеральные источники Приэльбрусья имеют различный химический состав, а поэтому могут применяться для лечения самых разных заболеваний. Исследования нарзанов Приэльбрусья показали, что они не уступают знаменитым водам Пятигорска, Ессентуков, Кисловодска. Для массового посещения доступнее всего группа источников на правобережной террасе реки Баксан, вблизи селения Тегенекли. Эта поляна площадью около 3 га, окруженная сосновыми и березовыми лесами, получила название «Поляна нарзанов» [3].

В долине Черека, где река покидает горы Большого Кавказа, можно отдохнуть у горячего азотно-бромистого источника

Аушигер. Целебная вода природного ключа заполняет бассейн для купания.

В Кабардино-Балкарской Республике туристам предлагается обучение начинающих лыжников и катание на горных лыжах, спуск на сноубордах, полеты на параплане, скалолазание и зимнее ледолазание, фристайл, фрирайд, каякинг, дайвинг, конные прогулки в Приэльбрусье, рыбалка и охота на различную дичь (здесь богатая флора и фауна, уникальный природный комплекс для охоты и рыбалки) и др.

В летнее время года – пешие прогулки в ущелье Адыл-су, Шхельда. Посещение Поляны Нарзанов, г. Чегет, г. Эльбрус, Башкаринского озера, теснины Азау, склона горы Иткол.

Не требующая специальной физической и альпинистской подготовки горная прогулка, во время которой можно утолить жажду минеральной водой из природного источника, насладиться целебным горным воздухом, ароматами соснового леса, бурным течением Баксана.

Туристы могут увидеть Башню Абаевых, где в конце 19 века жила княжеская семья, Крепости Балкария и множество курганов. Можно совершить прогулку по улицам аулов, забраться на башни и посмотреть на мир через их бойницы.

Туристы могут посетить костюмированное шоу с переодеванием в национальные костюмы.

Изобразительное искусство кабардинцев и черкесов тесно связано с производством бытовых предметов из дерева, камня, кожи, шерсти, т.е. носит прикладной характер.

Туристов могут обучить резьбе по дереву при помощи простого ножа, украшению резьбой деревянной посуды и отдельных бытовых предметов – чесалки для шерсти, катки и вальки для белья; шитью золотом мелких изделий; плетению шнуров и ткачеству галунов; плетению узорных циновок; технике ювелирного дела; тиснению по коже; технологии изготовления национальных войлочных изделий.

Золотошвейное искусство (традиция украшения праздничной одежды золотым шитьем). Вышивание шелком или шерстью стало известно в XIX в. Шитье золотом мелких изделий – кисетов, мешочков и т.п. В качестве фона употребляли сукно, бархат, а в старину, видимо, также кожу. Вышивкой украшали одежду (бешметы, башлыки, части женского костюма), иногда обувь, кисеты, мешочки для рукоделия, футляры для гребня, ножниц, зеркала, часов и т.п.

Вышивание золотом тесно смыкается с другим видом художественного рукоделия – тканьем галунов, плетением тесемок и шнуров. В этой, тоже очень трудоемкой, работе девушки достигали замечательных результатов. Галуны, исключительные по плотности тканья и блеску, украшались узором, получавшимся из сочетания серебряных, золотых и черных ниток. Характер узора – прямолинейный геометрический или сильно стилизованный растительный. Галуны ткали на дощечках, причем основа одним концом прикреплялась к металлическому крючку, зацеплявшемуся за пояс, а другим привязывалась к гвоздю в столбе или стене.

К области народного искусства относится также весьма распространенное плетение узорных циновок. В качестве сырья использовалась болотная трава – чий, которая подвергалась предварительной обработке. Станок для плетения циновок имел вид деревянной рамы, на которую на определенном расстоянии одна от другой вертикально натягивались нити основы. Они проходили через отверстия в небольшом подвижном бруске, который служил для прибивания утка. Роль утка выполняли стебли чия. Переплетаясь различным способом с основой, они образовывали узор. На готовое изделие в отдельных местах иногда нашивали помпоны из цветной шерсти. Циновками заменяли покупные ковры – вешали их на стену, днем клали на кровать. Часто циновка служила молитвенным ковриком – намазлыком.

Ювелирное дело еще в первой половине XIX в. было развито довольно сильно. Ювелиры изготовляли украшения, женские и мужские пояса, застежки для женского платья и бурок, а также украшали оружие. По характеру орнамента, по его стилю изделия местных мастеров отличаются от обычного кубачинского или дагестанского орнамента. Целый ряд орнаментов шитья золотом имел аналогии в ювелирных изделиях, особенно в женских украшениях. Из технических приемов ювелирного дела шире всего применялись чернь и гравировка.

К мужским видам прикладного изобразительного искусства можно отнести и тиснение по коже. Тиснением украшались части седла (тебеньки) и различные мелкие вещи из кожи – бумажники, дорожные стаканы для воды и т.п. Набор инструментов для тиснения был несложен. Главное место среди них занимали штампы, которые обычно делались в виде печаток (как правило, из оленьего рога) с рельефным узором. При набивке на коже получались углубленные или выпуклые (если набивали с изнанки) узоры. Кроме штампов, употребляли железные или костяные иглы для нанесения линейных узоров. Характер орнамента-тис-

нения – прямолинейный геометрический (розетки, полумесяцы, ромбы и т.п.).

Народные бродячие певцы собирали вокруг себя толпы народа. Певец речитативом произносил текст песни на фоне хора, исполнявшего в унисон басовые ноты – ежъу. Основная мелодия иногда исполнялась на музыкальном инструменте и сопровождалась речитативом певца чюлиста и ежьу.

Под общим названием уэрэд (песня) известны героические, трудовые, бытовые, исторические песни. Очень интересны мелодии песен-плачей (гъыбзэ) и колыбельных (лэу-лэу). Коротенькие песни (къэбжэк!) типа частушек, часто сатирического содержания, пели обычно на вечеринках в зимнее время.

Долгое время для кабардинцев и черкесов считалось характерным одноголосое пение. Однако записи старинных песен, произведенные за последнее время, показывают, что у них было и многоголосие. Известны и инструментальные мелодии – обрядовые, пастушьи и др.

Весьма древними являются произведения культового характера, из которых выделяются хохи. Большое место в фольклоре занимают сказки и легенды. Известны сказки о животных, а также бытовые, сатирические и др.

Яркой образностью отличаются песни-плачи (гъыйзэ) о погибших и умерших, в которых даются не столько конкретные характеристики героев, сколько идеальные образы. Наиболее интересным не только по тексту, но и по мелодии является цикл песен об Андемиркане, относящийся к XVI в., – яркий образец творческих сил народа. Наряду с героическим образом Андемиркана – сына князя от простой женщины, боровшегося с князьями,— в этом цикле мы встречаемся с рядом типичных образов, частично сатирического характера («пши Бесленей с брюхом, как студень» и т. п.). В этом цикле, так же как и во многих других произведениях, ясно выступает тема борьбы народа, представителем которого является Андемиркан, с феодалами. Вообще в фольклоре и этого периода, и более поздних времен можно ясно различить две струи: подлинно народную и другую – отражавшую мировоззрение угнетателей-феодалов, позднего кулачества. Помимо крупных форм, это ясно прослеживается в псалъэжъ – пословицах и поговорках.

Музыкальные инструменты кабардинцев и черкесов общи с некоторыми другими народами Северного Кавказа. Это шык1эпшынэ – скрипка с тремя струнами и смычком из конского волоса. При игре ее держат вертикально, как виолончель; бжъамий – род флейты; пхъэц1ыч – трещотка из нескольких связанных вместе чинаровых дощечек. Известен также щипковый музыкальный инструмент типа балалайки – пхъэпшынэ. Существовал в прошлом и инструмент типа 12-струнной арфы. В Кабардино-Балкарском республиканском музее хранится единственный экземпляр этой арфы, представляющий собой реконструкцию, сделанную руками народного певца и музыканта Мамышы Казиева. Подобный инструмент был известен у осетин, сванов, абхазов. Очень широко вошла в быт гармоника, ставшая национальным инструментом. Сначала на ней играли исключительно женщины. Они сопровождали своей музыкой танцы. Теперь появились и гармонисты-мужчины.

Наиболее распространенный танец – къафэ. Это парный танец, исполняющийся девушкой и мужчиной и состоящий из ряда фигур, грациозных и пластически законченных. Основная фигура танца – поочередное наступление и отступление обоих танцующих, делающих при этом легкие движения руками. Къафэ танцуют под гармонику и трещотку или хлопанье в ладоши. Иногда танец сопровождается пением. Другой излюбленный танец – удж, во время которого девушки и парни парами под руку двигаются по кругу медленным шагом, с ритмически повторяющимся легким припаданием на одну ногу. Наконец, весьма популярен танец типа лезгинки – исламей. Мастерское исполнение танца всегда было широко распространено в Кабарде и Черкесии. Для девушки (замужние женщины не танцевали) танцы были смотром ее красоты, изящества, наряда. Первый выход на танцы был как бы признанием совершеннолетия девушки.

Помимо танцевальной музыки, необходимо отметить наличие у кабардинцев и черкесов богатого песенного творчества. Роль певца-импровизатора (джэгуак1уэ) в прошлом была исключительно велика. Он являлся не только исполнителем, но и непосредственным создателем песни и ее мелодии, хранителем богатейшего наследия прошлого, творчески работающим над ним. Народные певцы сопровождали воинов во время боя, вдохновляя их на борьбу, оплакивая погибших, высмеивая трусов. Значение их песен было огромно. Свидетельством этого является поговорка «Гробница разрушается, но песня до разрушения мира не исчезнет».

Особенно интересным представляется посещение театрализованной постановки с национальными обычаями и традициями, шоу джигитовки и ресторанов национальной кухни, например ресторана Сосруко, Лашин, Нальчик.

У коренных народов были широко распространены национальные обычаи и традиции, такие как аталычество (прием в семьи на воспитание мальчиков); обычай похищения невесты, интересные свадебные церемонии (обряд вывода невесты из отчего дома, выхода невесты в общую комнату); обряд завязывания ребенка в люльку; организация игры-состязания при рождении мальчика (подвязывание копченого сыра к перекладинам на высоких столбах, к которым добирались по промасленным кожаным веревкам); праздник окончания пахоты; обряд сбора урожая (снимания серпа); праздник нанесения тавро на конский молодняк и др.

Национальная кухня народов Кабардино-Балкарии богата разнообразными блюдами, среди которых: гедлибже (курица в сметанном соусе) с пастой (крутая каша или мамалыга), в кавказской кухне она занимает позицию хлеба; лягур (сушеное или вяленое мясо); хичины (тонко раскатанный пирог с сырной начинкой) это вкуснейшее балкарское блюдо; лакумы; дэлэн (кабардинский пирог с сыром или со свекольными листьями); слоеный кабардинский хлеб (в Большой Кабарде его делают сладким, в малой Кабарде (Терский район) – соленым); джэд ла (курица в тесте); либжэ (мясо, тушенное покабардински); картофлибжэ (мясо с картофелем в соусе по-кабардински); фасолевый суп с вяленым мясом; кукурузный суп [2].

Джигитовка, или скачка на лошади, во время которой джигит выполняет гимнастические и акробатические трюки, развивалась у народов Кавказа как естественный способ верховой езды.

Таким образом, в Кабардино-Балкарской Республике можно насладиться не только уникальными природными комплексами и ландшафтами, памятниками культуры, курганами, башнями, крепостями, но и ознакомиться с историей, фольклором, бытом, особенностями повседневной жизни коренных народов, народными традициями, обычаями, ремеслами, земледелием, культурой и языками коренных народов Кабардино-Балкарской Республики, познакомиться с ценностями народной культуры, прикладного искусства, с национальными песнями и танцами, местными обычаями, принять участие в традиционном сельском труде, народных праздниках и фестивалях.

### Список литературы

1. Бероев Б.М. Приэльбрусье / Б.М. Бероев. – М.: Профиздат. 2004.

2. Бзабзев М.А. Кухня народов Кабардино-Балкарии: монография / М.А. Бзабзев, О.Х. Таов. – Нальчик: Эльбрус, 2008. – 88 с.

3. Вороков В., Приэльбрусье / В. Вороков, Е. Монина. – Нальчик: Кавказская здравница, 2006.

4. Вороков В. Кабардино-Балкария: монография / В. Вороков, Е. Монина. – Нальчик: Кавказская здравница, 2006.

5. География Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Эльбрус, 2004.

6. Дзахмишева И.Ш. Современное состояние и перспективы развития туризма в Кабардино-Балкарской республике: статья / И.Ш. Дзахмишева, Ф.Х. Карданова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–3. – С. 544–547.

7. Подъяпольский, Г.Н. Достопримечательные места Кабардино-Балкарии / Г.Н. Подъяпольский. – Нальчик: Эльбрус, 2007.

### References

1. Beroev B.M. Prijelbruse / B.M. Beroev. M.: Profizdat. 2004.

2. Bzabzev M.A. Kuhnja narodov Kabardino-Balkarii: monografija / M.A. Bzabzev, O.H. Taov. Nalchik: Jelbrus, 2008. 88 p.

3. Vorokov V., Prijelbruse / V. Vorokov, E. Monina. Nalchik: Kavkazskaja zdravnica, 2006.

4. Vorokov V. Kabardino-Balkarija: monografija / V. Vorokov, E. Monina. Nalchik: Kavkazskaja zdravnica, 2006.

5. Geografija Kabardino-Balkarii. Nalchik: Jelbrus, 2004.

6. Dzahmisheva I.Sh. Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija turizma v Kabardino-Balkarskoj respublike: statja / I.Sh. Dzahmisheva, F.H. Kardanova // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 6–3. pp. 544–547.

7. Podjapolskij, G.N. Dostoprimechatelnye mesta Kabardino-Balkarii / G.N. Podjapolskij. Nalchik: Jelbrus, 2007.

УДК 336.64

# АКТУАЛИЗАЦИЯ ОЖИДАЕМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ

**Калмакова Н.А., Суховерхов Е.И.**

*ФГОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Челябинский филиал, Челябинск, e-mail: nakalmakova@mail.ru, evgeha23_orsk56@mail.ru*

В данной статье рассматривается практическая задача управления формирования финансовой политики предприятия, находящегося в стадии реформирования. Этот процесс неоднозначный и сложный, представляющий собой подготовку эффективного плана реструктуризации, финансового реформирования в нестабильной экономической ситуации. В условиях сложной экономической ситуации, вызванной экономическими санкциями в отношении России западными странами, проблема реформирования деятельности отечественных предприятий является актуальной в настоящее время и представляет определенные методологические и практические трудности. Перспективно формирование планов преобразования результатов производственно-хозяйственной и финансовой деятельности с использованием инструментов динамичного управления финансами хозяйствующих субъектов во времени с эффективным использованием имеющихся и привлеченных ресурсов. Длительный срок окупаемости инвестиций в финансовую программу реформирования предприятий часто связан с крайне тяжелым финансовым положением на начальном этапе реформирования, наличием огромных долговых обязательств, тяжесть бремени которых снижает возможности инвестирования получаемой прибыли в производство и вынуждает предприятие значительную долю доходов направлять на их погашение.

**Ключевые слова: реформирование, эффективность, реструктуризация, проект, инвестиции, предприятие**

# UPDATING THE EXPECTED EFFECTIVENESS OF FINANCIAL MANAGEMENT OF BUSINESS ENTITIES

**Kalmakova N.A., Sukhoverkhov E.I.**

*Financial University under the Government of the Russian Federation, Chelyabinsk branch, Chelyabinsk, e-mail: nakalmakova@mail.ru, evgeha23_orsk56@mail.ru*

The article discusses a practical problem of management of formation of financial policy of the enterprise, finding in the reforming process is ambiguous and complex, representing the effective plan of restructuring, financial reform. In conditions of difficult economic situation caused by economic sanctions against Russia by Western countries, the problem of reforming the activities of domestic enterprises is relevant now and poses methodological and practical difficulties. Promising the formation of plans of transformation of the results of production and economic activity using tools such as dynamic financial management of economic entities in time with effective use of the available and attracted resources. A long payback period of investment in the financial program of reforming of the enterprises is often linked to dire financial situation at the initial stage of reform, the huge debt burden which reduces the possibility of investing profits in the production and forces the company a significant share of income to be spent on their repayments.

**Keywords: reform, efficiency, restructuring, project, investment, enterprise**

Реформирование является разновидностью программ финансового оздоровления предприятий, может иметь структуру целевой трансформационной процедуры. В процессе формирования плана реструктуризации и реформирования предприятий необходимо четко и ясно определить и ограничить объект программного деформационного воздействия, обладающий значительным уровнем конкретной ориентации в пространстве и во времени.

## Цель исследования

Основная идея – это формирование плана эффективного преобразования результатов производственно-хозяйственной деятельности с использованием инструментов динамичного управления финансами хозяйствующих субъектов, находящихся в процессе реструктуризации и реформирования.

В качестве эффективности финансового реформирования через реструктуризацию предприятия обычно используется показатель относительной эффективности реструктуризации (ПОЭР), рассчитываемый как частное от притока чистого дохода за счет реализации плана реструктуризации к затратам на осуществление мероприятий:

$$ПОЭР = (СОД_t – СДОI_t)/СДО_t, \quad (1)$$

где ПОЭР – относительная эффективность затрат на реструктуризацию, рассчитанных за плановый период времени;

$t$ – плановый период времени на проведение мероприятий по реструктуризации;

$СОД_t$ – совокупные денежные доходы – денежный приток, полученный предприятием;

$СДО_t$ – суммарные инвестиции на реализацию плана реструктуризации, суммарный денежный отток.

Под денежными доходами в процессе инвестиций определяется чистый денежный поток, определяемый прогнозированием как разница между денежным притоком средств и расходами, поток является входящим в предприятие, подверженное реформированию от инвестиций в реструктуризацию предприятия.

Инвестиции в процедуру реструктуризации определяются суммой привлеченных, заемных и собственных средств, направленных на проведение процедуры реструктуризации, например осуществление капитальных вложений, инвестиции в оборотные активы и др. [1].

Время планового периода на проведение мероприятий по реструктуризации должно соответствовать исчерпанию резерва средств и капитала в процедуру реструктуризации и достаточно для окончания процесса приращения дохода при реализации действий, связанных с вложениями в эту процедуру. Определение подобного периода времени само представляет нелегкую методическую проблему, и поэтому его выбор в определенной мере условен. Практически период времени для определения итоговой эффективности вложений следует выбирать равный сумме периода вложений, затрат и времени их реализации. Относительно к процедуре реструктуризации, где отдача и результат от затрат должны быть быстрыми, срок действия оценивается величиной в два-три года [2].

Процедура реструктуризации характеризуется отличием от инвестиционных проектов, тем, что инвестиции сориентированы и направлены в действующее предприятие с доходами и расходами и они не имеют отношение к инвестициям в мероприятия по реструктуризации. Для учета этой важной особенности предлагается учесть перспективность применения формулы (1) для определения эффективности процедуры реструктуризации: определение размера инвестиций и эффективности их реализации в процедуру, для этого потребуется прогнозировать с высокой точностью денежные доходы как часть всех денежных доходов предприятия в виде приращения доходов, суммарные инвестиции на реализацию плана реструктуризации и суммарный денежный отток. Этот вариант позволяет определить эффективность самих инвестиций, однако его реализация затруднительна из-за необходимости выделения части дохода, приносимого собственно инвестициями в процедуру реструктуризации; определение эффективности деятельности реформируемого предприятия в целостном понимании присутствия унаследованной и текущей деятельности в целом. В результате поток доходов в формуле (1) определяется равным совокупному притоку денежных ресурсов, получаемых предприятием из всех источников поступления средств. Суммарные инвестиции на реализацию плана реструктуризации; суммарный денежный отток необходимо исчислять как совокупные вложения, расходы в производство за период проведения процедуры реструктуризации.

Формула (1) для оценки эффективности процедуры реструктуризации по второму варианту имеет следующее выражение:

$$ПЭЗ = (СОД_t – СПР_t)/СПР_t, \quad (2)$$

где ПЭЗ – показатель эффективности затрат в процедуру реструктуризации;

$СОД_t$ – суммарный поток доходов, полученных предприятием за время проведения процедуры реструктуризации (под денежными доходами подразумевается сумма выручки от реализации продукции от основной деятельности плюс выручка от прочих операций);

$СПР_t$ – суммарный поток расходов предприятия на реализацию производственной программы за время проведения процедуры реструктуризации.

Применение зависимостей (1) и (2) для оценки эффективности вложений в программу реструктуризации и эффективности самой программы требует учета ряда особенностей исчисления величин, входящих в эти зависимости.

С учетом того обстоятельства, что величины $СОД_t$, $СДО_t$, $СПР_t$, входящие в формулы (2), (3), есть значения накопленных, суммарных за период времени реализации проекта доходов (денежных поступлений), вложений, расходов соответственно, эти величины определяются зависимостями [3; 4]:

$$СОД_i = \sum_{i=k}^{n} СОД_k; СДО_i = \sum_{i=k}^{n} СДО_k; \quad (3)$$

$$СПР_i = \sum_{i=k}^{n} СПР_k; \quad (4)$$

$СОД_t$ – денежные поступления за период времени реализации проекта;

$СДО_t$ – инвестиции, вложения за период времени реализации проекта;

$СПР_i$ – суммарный за поток расходов предприятия на осуществление производственной программы и мероприятий по реформированию предприятия за период времени реализации проекта;

$n$ – количество периодов времени, за которые определяется эффективность вложений в проект реформирования предприятия.

Проиллюстрируем применение предложенных выше показателей на примерах реструктуризации ООО «ТКМ».

**Таблица 1**

Расчет показателей ПОЭР и ПЭЗ

| Показатель | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|
| Инвестиции в проект, тыс. руб. | 164000 | – | – |
| Ожидаемые чистые доходы, тыс. руб. | 213242 | 293676 | 429714 |
| Простой показатель ПОЭР | | | 110% |
| Ожидаемые денежные поступления, тыс. руб. | 3648404 | 4605574 | 5594368 |
| Сумма расходов, тыс. руб. | 3078875 | 3878660 | 4705164 |
| Простой показатель ПЭЗ | | | 19% |

**Таблица 2**

Расчет показателей ПОЭР и ПЭЗ

| Показатель | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|
| Инвестиции в проект, тыс. руб. | 425000 | – | – |
| Ожидаемые чистые доходы, тыс. руб. | 166574 | 379098 | 629927 |
| Простой показатель ПОЭР | | | 48% |
| Ожидаемые денежные поступления, тыс. руб. | 1117567 | 2408380 | 3800464 |
| Сумма расходов, тыс. руб. | 955967 | 2019209 | 3119468 |
| Простой показатель ПЭЗ | | | 22% |

Как следует из табл. 1, простой показатель ПОЭР проекта реструктуризации ООО «ТКМ» равен 110%. Показатель ПЭЗ показывает, какова рентабельность работы предприятия в течение 2012–2014 гг. Величина данного показателя (19%) свидетельствует о высоком уровне прибыльности предприятия и подтверждает эффективность мероприятий по реструктуризации.

Аналогично рассчитываются данные показатели для реструктуризации предприятий путем слияния ООО «ТКМ» и ООО «РОСТ-М» (расчет составлен на основе финансовой отчетности ООО «ТКМ», табл. 2).

Еще одна характерная особенность расчета эффективности вложений в программу реструктуризации предприятий, обладающую значительной временной протяженностью (год и более), заключается в необходимости дисконтирования денежных потоков в форме приведения их величины, значения к тому моменту времени, в котором оценивается эффективность программы. Необходимость подобного приведения обусловлена существованием инфляции и концепцией упущенной выгоды [5–7].

Поэтому для расчета показателей ПОЭР и ПЭЗ с учетом временной стоимости денег необходимо изменить формулы (4) путем использования коэффициентов дисконтирования. В результате получаем следующие зависимости для приведенных суммарных величин денежных поступлений $СОД_i$ денежных вложений $СДО_i$ и денежных расходов $СПР_i$:

$$СОД_i = \Sigma СОД_i / (1+в_i)^i;$$

$$СДО_i = \sum_{i=j}^{n} СДО_i / (1+в_i)^i;$$

$$СПР_i = \sum_{i=j}^{n} СПР_i / (1+в_i)^i, \qquad (5)$$

$i$ – номер очередного временного периода, на которые разделен весь срок реализации проекта;

$n$ – общее количество временных отрезков, на которые разделен весь срок реализации проекта.

Применяя зависимости (5) для оценки эффективности вложений в программу реструктуризации на стадии проектирования и принятия решений о целесообразности осуществления программы, желательно принимать в качестве «$i$» единицы времени один квартал при общей продолжительности вложений в программу и срока ее осуществления не превышающих трех лет. Для более продолжительных программ периоды времени ($i$), на которые делится программа, могут быть принятыми равными одному году. Если оценка эффективности осуществляется в поквартальной разбивке, то значения $в_i$ ($в_i = r_i + p_i$) определяются с учетом того обстоятельства, что в этом случае:

$r_i$ – квартальная ставка банковского депозитного процента;

$в_i$ – квартальный уровень инфляции.

Следует также иметь в виду, что величины $в_i$, $r_i$, $p_i$ в формулах (5) исчисляются

как относительные, безразмерные, поэтому их значения в процентах надо делить на 100%, выражая тем самым в относительных величинах.

Целевой показатель эффективности для программ реструктуризации предприятий рекомендуется устанавливать на уровне, близком к единице. При этом следует иметь в виду, что при ПОЭР = 0 имеет место окупаемость капиталовложений, то есть любое значение ПОЭР > 0 свидетельствует о положительном эффекте, так что значение ПОЭР = 1 соответствует двукратной окупаемости.

Срок окупаемости в соответствии с упрощенной зависимостью определяется из соотношения

$$\sum_{i=1}^{n} \text{СОД}_i = \sum_{i=1}^{n} \text{СДО}_i = \text{СДО}_\text{С}, \qquad (6)$$

где $n$ – число периодов, на которые разбивается проект, в течение которого суммарные чистые денежные поступления за счет инвестиций сравниваются с суммой инвестиций $\text{СДО}_\text{с}$. Если использовать среднюю за один период величину поступлений $\text{СОД}_\text{ср}$, то формула (6) преобразуется к виду $\text{СОД}_\text{ср}*n = \text{СДО}_\text{с}$, откуда следует, что

$$n = \text{СДО}_\text{с}/\text{СОД}_\text{ср}. \qquad (7)$$

Срок окупаемости вложений определяется соответственно зависимостью

$$T = n*t = \text{СДО}_\text{с}*t/\text{СОД}_\text{ср}, \qquad (8)$$

$t$ – продолжительность одного периода, на которые разделен весь срок осуществления проекта реформирования.

Произведем расчеты дисконтированных показателей ПОЭР и ПЭЗ и определим срок окупаемости программ реструктуризации ООО «ТКМ» и ООО «РОСТ-М». Дисконтированные показатели ПОЭР и ПЭЗ более точно оценивают эффективность инвестиций по сравнению с простыми показателями ПОЭР к ПЭЗ, так как программа реструктуризации данных предприятий рассчитана на длительный срок: на 6 лет и 3 года соответственно. Данные для расчета показателей эффективности берутся из прогнозной финансовой отчетности по программам реструктуризации по каждому предприятию. Ставка дисконтирования устанавливается равной 12% на весь период оценки. Показатели эффективности ООО «ТКМ» и ООО «РОСТ-М» представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что даже с учетом временного фактора инвестиции в программы реструктуризации данных предприятий выгодны, причем эффективность вложений в ООО «РОСТ-М» равна 22% (ПОЭР) и срок окупаемости 2,5 года, что значительно выше, чем у ООО «ТКМ».

**Выводы**

Длительный срок окупаемости инвестиций в финансовую программу реформирования ООО «ТКМ» связан с крайне тяжелым финансовым положением на начальном этапе реформирования, наличием огромных долговых обязательств, тяжесть бремени которых снижает возможности инвестирования получаемой прибыли в производство и вынуждает предприятие значительную долю доходов направлять на их погашение.

Тем не менее можно утверждать, что финансовая программа реформирования предприятия ООО «ТКМ» является эффективной и позволит ему избежать процедуры банкротства, достигнув положительного уровня рентабельности в первый год и окупив затраты менее чем за 6 лет.

Таким образом, представленный проект реструктуризации в большей мере подходит предприятиям, осуществляющим реформирование в целях исключения убыточности. В то же время существует еще одна разновидность реформирования предприятия – реструктуризация в форме слияния или поглощения. Однако отечественные компании, намеревающиеся произвести приобретение какого-либо предприятия, недостаточно уделяют внимания разработке финансового плана слияния, в этот период также необходимо организовывать подготовку финансового плана реструктуризации. Для оценки эффективности инвестиций в программу реструктуризации предприятий следует рассматривать ее как инвестиционный проект. Поэтому для оценки эффективности проекта реструктуризации можно применять методы, оценки инвестиционных проектов, для адаптации их с учетом особенностей реструктуризации и предложено использование показателя ПЭЗ и показателя ПОЭР для оценки эффективности программ реформирования предприятий.

**Таблица 3**

Показатели эффективности реструктуризации ООО «ТКМ» и ООО «РОСТ-М»

| Наименование показателя | ООО «ТКМ» | ООО «РОСТ-М» |
|---|---|---|
| Дисконтированный показатель ПОЭР | 10% | 22% |
| Дисконтированный показатель ПЭЗ | 14% | 12% |
| Срок окупаемости, лет | 6 | 2,5 |

## Список литературы

1. Домчук В.А. Финансовая политика предприятия в процессе его реформирования: Дисс. ... канд. экон. наук : 08.00.10. – М., 2005. – 185 с.

2. Зайцев А.А. Управление реструктуризацией производства предприятий машиностроения: Дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. – М., 2005. – 152 с.

3. Купро С.Г. Совершенствование методологических подходов к оценке эффективности управления государственным и частным капиталом. Интеграл. – 2011. – № 2. – С. 62–63.

4. Алпатов А.А. Программно-целевое управление реструктуризацией промышленных предприятий. – М., 2000. – 273 с.

5. Савин А.Б. Проблемы методологии и оценки эффективности реструктуризации хозяйствующих субъектов. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – № 2. – С. 28–35.

6. Евграфова И.В. Алгоритм формирования стратегии выхода российских металлургических компаний из финансово-экономического кризиса / И.В. Евграфова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 9. – С. 28–38.

7. Терентьева Т.В. Оценка устойчивости развития предпринимательских структур / Т.В. Терентьева // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. – № 2. – С. 64–72.

## References

1. Domchuk V.A. Finansovaja politika predprijatija v processe ego reformirovanija: Diss. ... kand. jekon. nauk : 08.00.10. M., 2005. 185 p.

2. Zajcev A.A. Upravlenie restrukturizaciej proizvodstva predprijatij mashinostroenija: Dis. ... kand. jekon. nauk: 08.00.05. M., 2005. 152 p.

3. Kupro S.G. Sovershenstvovanie metodologicheskih podhodov k ocenke jeffektivnosti upravlenija gosudarstvennym i chastnym kapitalom. Integral. 2011. no. 2. pp. 62–63.

4. Alpatov A.A. Programmno-celevoe upravlenie restrukturizaciej promyshlennyh predprijatij. M., 2000. 273 p.

5. Savin A.B. Problemy metodologii i ocenki jeffektivnosti restrukturizacii hozjajstvujushhih subektov. Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007. no. 2. pp. 28–35.

6. Evgrafova I.V. Algoritm formirovanija strategii vyhoda rossijskih metallurgicheskih kompanij iz finansovo-jekonomicheskogo krizisa / I.V. Evgrafova // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten. 2010. no. 9. pp. 28–38.

7. Terenteva T.V. Ocenka ustojchivosti razvitija predprinimatelskih struktur / T.V. Terenteva // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. 2011. no. 2. pp. 64–72.

УДК 339

# ЭКОНОМИКА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

**Климовец О.В.**

*Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ, Краснодар, e-mail: new_economics@mail.ru*

Политика импортозамещения, реализуемая в Российской Федерации в ответ на санкции стран Западной Европы и США, стала толчком для диверсификации и увеличения объемов выращенной сельскохозяйственной продукции аграрного сектора Краснодарского края. В 2016 году рисоводы Кубани собрали рекордный урожай риса – 1 миллион 26,5 тысячи тонн. На 30% по сравнению с 2015 годом выросла урожайность яблоневых садов – с них собрано 4146 тонн яблок, на прилавки и столы россиян отправлено 72 тонны алычи (рост 56%). В три раза увеличен сбор столовых сортов винограда. Главный рекорд поставлен по сливе. Ее местные аграрии собрали 512 тонн – это в 18 раз больше, чем в 2015 году. Краснодарский край обладает богатейшей ресурсной базой, необходимой не только для формирования эффективного промышленного производства, но и для ведения сельского хозяйства, а также для развития туристической отрасли, зон рекреации и оздоровления. Выгодное географическое положение региона обеспечивает компаниям, ведущим свою деятельность на территории Краснодарского края, налаживать эффективные логистические схемы работы с зарубежными партнерами. Край имеет хорошую обеспеченность транспортной, производственной и социальной инфраструктурой, способствующей успешной вовлеченности в международные экономические отношения.

**Ключевые слова: транснациональные корпорации, конкурентоспособность, маркетинг, международный бизнес, дополненная реальность, инновационное развитие, мировая экономика**

# ECONOMY OF KRASNODAR REGION UNDER CONDITIONS OF IMPORTS PHASE-OUT

**Klimovets O.V.**

*Academy of marketing and social information technologies – IMSIT, Krasnodar, e-mail: new_economics@mail.ru*

The policy of import substitution, implemented in the Russian Federation in response to sanctions Western Europe and the United States, was the impetus to diversify and increase agricultural products of agrarian sector of Krasnodar region. In 2016 Kuban rice growers has collected a record harvest of rice, 1 million 26.5 thousand tons. 30% compared to 2015, the company increased the yield of Apple orchards – they collected 4146 tons of apples on the shelves and tables of Russians sent 72 tons of plums (increase 56%). Three times increased the collection of table grapes. The main record set in the sink. Local farmers have collected 512 tons is 18 times more than in 2015. Krasnodar region possesses a rich resource base, it is necessary not only for the formation of efficient industrial production, but also for agriculture and for tourism development, zones of recreation and health improvement. The favorable geographical position of the region, provides companies, leading its activities on the territory of Krasnodar region to establish effective logistics schemes of work with foreign partners. The region has good transportation, industrial and social infrastructure contributing to successful involvement in international economic relations.

**Keywords: transnational corporations, competitiveness, marketing, international business, augmented reality, the innovative development, world economy**

В связи с европейскими санкциями в современной России назрела существенная проблема замещения импортных товаров отечественными продуктами. Последние десятилетия большую часть российского внутреннего сельскохозяйственного рынка занимала зарубежная продукция. Незначительные всплески активности отечественных производителей (к примеру, во время кризиса 1998 года) не сформировали устойчивой системы, способной обеспечивать внутренний спрос независимо от зарубежного импорта. Отечественная экономика набирает темпы по разработке и апробации политики импортозамещения в стране для стабилизации ситуации. Правильная организация региональной экономики – залог успешного результата в масштабах страны. Реализация региональной политики по обеспечению страны отечественными товарами зависит от степени государственной поддержки.

Политика импортозамещения, реализуемая в Российской Федерации в ответ на санкции стран Западной Европы и США, стала толчком для диверсификации и увеличения объемов выращенной сельскохозяйственной продукции аграрного сектора Краснодарского края. В 2016 году рисоводы Кубани собрали рекордный урожай риса – 1 миллион 26,5 тысячи тонн. На 30% по сравнению с 2015 годом выросла урожайность яблоневых садов – с них собрано 4146 тонн яблок, на прилавки и столы рос-

сиян отправлено 72 тонны алычи (рост 56%). В три раза увеличен сбор столовых сортов винограда. Главный рекорд поставлен по сливе. Ее местные аграрии собрали тонн – это в 18 раз больше, чем в 2015 году.

Политику импортозамещения активно проводит курортно-туристический комплекс Краснодарского края. За последние пять лет число туристов, посещающих Краснодарский край, выросло на 40% с 10,6 млн человек в 2010 году до 15 млн в 2015 году. Почти 14 млн туристов посетили курорты Краснодарского края за девять месяцев 2016 года, это рекордная цифра за подобный период для региона, свидетельствующая о значительных позитивных изменениях в индустрии курортов и гостеприимства региона.

Краснодарский край является одним из наиболее стабильно и динамично развивающихся субъектов Российской Федерации и Южного федерального округа. Основу экономического потенциала Краснодарского края составляют агропромышленный, топливно-энергетический, транспортный, курортно-рекреационный комплексы, машиностроение, лесное хозяйство, деревообработка, производство строительных материалов. В значительной мере развит малый бизнес. По состоянию на начало 2015 года в крае зарегистрировано порядка 138 тысяч организаций и 210 тысяч индивидуальных предпринимателей [8].

Достижения края принесли Кубани заслуженную славу «житницы России». В натуральном выражении от производимого в Российской Федерации она дает российскому потребителю около 75% риса, 40% зерновой кукурузы, 27% сахарной свёклы, 20% подсолнечника, 10% зерна. Агропромышленный комплекс Краснодарского края надежно обеспечивает продовольственную безопасность России. Его основу составляют крупные многоотраслевые сельскохозяйственные и перерабатывающие предприятия, тысячи фермерских хозяйств, свыше 880 тысяч личных подсобных хозяйств [1]. Практически весь чай и цитрусовые, иные субтропические культуры, производимые в России, выращиваются на территории Краснодарского края. Природно-климатические условия благоприятствуют ведению виноградарства, на Кубани собирают около половины общероссийского урожая «солнечной ягоды». Лучшие кубанские вина известны не только в России, но и за рубежом; они не раз были отмечены наградами на престижных международных и российских конкурсах.

В промышленном комплексе Краснодарского края широко представлены предприятия энергетики, добычи полезных ископаемых, обрабатывающей отрасли, в которой лидирующие позиции занимают предприятия пищевой промышленности, широко известной в России и за ее пределами. Активно развиваются машиностроение, нефтехимическая и химическая промышленность, отрасль по производству строительных материалов. Важное место в экономике края занимает добыча нефти и газа и нефтепереработка. Именно на Кубани родилась отечественная нефтегазовая отрасль – здесь в 1864 году была пробурена первая нефтяная скважина в России.

Транспортный комплекс края – один из важнейших элементов экономики не только Кубани, но и всей Российской Федерации. Сеть высококачественных автомобильных и железных дорог пронизывает весь край, обеспечивая благоприятные условия для ведения хозяйственной деятельности. Морские порты Краснодарского края являются главным выходом России в страны Средиземноморья и обеспечивают до 40% грузооборота всех российских портов. Здесь действуют два крупнейших в России международных транспортно-энергетических проекта: газопровод Россия – Турция «Голубой поток» и терминалы Каспийского трубопроводного консорциума [3].

Краснодарский край – самый популярный курортно-туристический регион России. Каждый год миллионы россиян и жителей стран СНГ прибывают сюда на отдых и лечение. Красноречивым признанием этого является проведение в Сочи зимней Олимпиады 2014 года.

Важным фактором, обеспечивающим динамичное развитие экономики, является привлечение внутренних и внешних инвестиций, создание благоприятного инвестиционного климата. Как следствие – на протяжении последних лет Краснодарский край устойчиво входит в число инвестиционных лидеров Российской Федерации и Южного федерального округа.

Внешнеторговый оборот Краснодарского края за 2014 году составил 15 млрд долларов США, в том числе со странами дальнего зарубежья – 14,3 млрд долларов, с государствами – участниками СНГ – 724,6 млн долларов. Импорт составил 5 млрд долларов, экспорт – 10 млрд долларов. Среди основных стран партнеров во внешнеторговом обороте в 2014 году выделились: Турция (15,5%), Италия (14,1%), Египет (8,1%), Китай (6,1%), а также Франция (3,9%). Основными странами, осуществляющими экспорт, являются: Италия (19,3%), Турция (13,6%), Египет (10,1%). Импорт – Турция (19,4%), Китай (14,6%), Германия (5,0%), Украина (4,9%) [6].

Краснодарский край – самый южный регион России, общая площадь 76000 квадратных километров, население более 5 млн чел, из них 50% – экономически активное население. Климат региона умеренно континентальный, субтропический, что обеспечивает региону 280 солнечных дней в году. Регион омывается двумя морями: Азовским и Черным, имеет на своей территории более 13 тыс. рек.

Инфраструктура края включает: 5 аэропортов, 9 морских портов, 2216 км железных дорог, 8992 км автомобильных дорог [7].

Основные природные ресурсы: нефть, газ, природные материалы, железные и апатитовые руды, мергель, мрамор, известняк, песчаник, гравий, кварцевый песок, каменная соль, древесина ценных пород, запасы пресной воды, минеральные источники различных видов, йодо-бромные воды, 3,9 млн га плодородных черноземов, 18 курортно-рекреационных территорий.

Основу производительных сил Краснодарского края составляют промышленный, строительный, топливно-энергетический комплексы, область информационных и коммуникационных технологий, а также агропромышленный, транспортный, курортно-рекреационный и туристский комплексы. Последние три направления деятельности (агропромышленный, транспортный, санаторно-курортный и туристский комплексы) соответствуют приоритетам социально-экономического развития России и определяют особый статус Краснодарского края в экономике страны.

Динамичное развитие агропромышленного комплекса (АПК) Краснодарского края обеспечивает продовольственную безопасность страны: край обладает богатейшими ресурсами сельскохозяйственных земель, в том числе черноземами, площадь которых составляет 4805 тысяч гектаров (это более 4% российских и около 2% мировых запасов); край занимает первое место среди субъектов Российской Федерации по объему производства зерна, сахарной свеклы, плодов и ягод, второе – по производству семян подсолнечника и меда; край занимает второе место среди субъектов Российской Федерации по производству яиц, мяса скота и птицы (в живом весе), третье место – по производству молока, овощей [4].

Транспортный комплекс обеспечивает реализацию внешнеполитических и экономических интересов России в зоне черноморского и средиземноморского экономического сотрудничества, вносит существенный вклад в повышение «связности» территории страны. Морские порты края обеспечивают прямой выход через Азовское и Черное моря на международные внешнеторговые пути и перерабатывают более 35 процентов внешнеторговых российских и транзитных грузов морских портов России, обслуживают около трети российского нефтеэкспорта [9]. По территории края проходят важнейшие железнодорожные маршруты федерального значения, которые ориентированы в сторону морских международных портов края и курортов Черного и Азовского морей. Трубопроводный транспорт представлен международным нефтепроводом Тенгиз – Новороссийск и газопроводом Россия – Турция («Голубой поток»). Воздушный транспорт Краснодарского края представлен четырьмя аэропортами, два из которых являются международными (Краснодар, Сочи).

Уникальные для России природно-климатические условия края, наличие передовых медицинских учреждений и технологий, исторических достопримечательностей создают потенциал для развития высокоэффективного, конкурентоспособного туристско-рекреационного комплекса международного уровня. Он формирует позитивный имидж страны на международной арене и обеспечивает растущие потребности населения в услугах, связанных с отдыхом, лечением и туризмом. Климат в крае – один из наиболее благоприятных в России и для проживания, и для деятельности человека. Краснодарский край – самый теплый регион России, солнечная погода составляет 2300 часов в год. Благодаря сочетанию благоприятных климатических условий и наличию месторождений минеральных вод и лечебных грязей Краснодарский край является самым популярным курортно-туристическим регионом России и фактически единственным в России приморским бальнеологическим и курортно-рекреационным центром. В период максимального развертывания ежедневная емкость курортов края достигает 450–480 тысяч мест; потенциал санаторно-курортного и туристского комплекса края реализуется за счет создания на территории края особой экономической зоны туристско-рекреационного типа.

В крае имеется мощный потенциал опережающего развития, определяющий возможности роста его вклада в реализацию целей правительства Российской Федерации [2].

Ресурсный потенциал Краснодарского края формирует его высокую конкурентоспособность в международном бизнесе, однако, кроме преимуществ базовых и сформированных, являющихся необходимым условием для образования и размещения разного рода производств, для инвесторов важными являются и текущие социально-

экономические показатели региона, как фактор эффективности экономики.

В состав наиболее экономически эффективных отраслей производства в Краснодарском крае входят: сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, которые показали значительный рост в 2014 году (+ 58,6 %); обрабатывающие производства – темп роста в 2014 году 27 %; строительство (+ 173 % в 2014 году); добыча полезных ископаемых; рыболовство и рыбоводство [5]. Отрицательные показатели в 2014 году отмечены в отраслях: транспорт и связь. За счет общего снижения объемов перевозок (– 6 %) и грузооборота (– 5,5 %), по сравнению с 2013 годом; гостиницы и рестораны, что может быть связано с активным обновлением фондов данной отрасли, и неисчерпанным сроком окупаемости произведенных вложений; операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг.

Наибольший объем инвестиций поступал из Кипра, Великобритании и Швейцариии как известно, данные страны попадают под оффшорную юрисдикцию, и реальную национальную принадлежность данных инвестиций выявить не представляется возможным.

Среди стран, не имеющих отношения к офшорам, но активно инвестировавших в экономику Краснодарского края в 2014 году были: Германия, Азербайджан, Франция, Беларусь и Индия.

В 2014 году в экономику Краснодарского края поступило 1054,9 млн долл. иностранных инвестиций, из них больший объем (467,2 млн долл.) – прямые инвестиции [11]. Также достаточно большой объем инвестиций в Краснодарский край поступил в экономику в виде различных кредитов.

Наибольший объем иностранных инвестиций в 2014 году приходился на обрабатывающие производства, производство пищевых продуктов, включая производство напитков и табака, отрасли финансовой деятельности операции с недвижимым имуществом.

Краснодарский край в 2014 году попал в пятерку лучших регионов по инвестиционной привлекательности, наряду с Москвой, Санкт-Петербургом и Московской областью, которые представляют собой ряд наиболее развитых регионов страны. Краснодарскому краю присвоен рейтинг инвестиционной привлекательности «1А» (максимальный потенциал, минимальный риск).

Инвестиционный риск Краснодарского края имеет самое низкое значение среди регионов России, его индекс в 2014 году составил 0,147. На данный индекс оказывают влияние различные составляющие инвестиционного риска. Самые оптимальные показатели в регионе отмечены по составляющим: управленческий риск (1 место в России), экономический (2 место), криминальный (9 место) и экологический (10 место). Среди факторов, оказывающих негативное влияние на рейтинг инвестиционного риска в Краснодарском крае, можно отметить: социальный риск (18 место), финансовый (29). Данные показатели не являются критическими, однако требуют внимания со стороны органов управления региона и формирования подходов по их оптимизации.

Для поддержания и увеличения уровня инвестиционной привлекательности для международного бизнеса необходимо не только формировать и продвигать свои преимущества, но и создавать инвестиционные проекты и площадки, способные не только удовлетворить текущие потребности региона в инвестициях, но и заинтересовать потенциальных инвесторов, как российских, так и иностранных [10].

На сегодняшний день в Краснодарском крае сформировано более 1700 инвестиционных площадок с широким диапазоном отраслей производства, включающих в себя как крупные проекты по строительству заводов и фабрик, так и объекты туристической и жилой недвижимости.

При этом среди инвестиционных площадок есть также проекты, нацеленные на внутренних инвесторов, ориентированные на среднее и малое предпринимательство, содержащие в себе полные характеристики планируемого объекта, а также дорожные карты по их реализации. Данный формат очень удобен для инвесторов, не имеющих опыта в организации бизнеса, но имеющих средства и готовых их вложить в предпринимательство.

Помощь региональных властей в бизнес-планировании – это важнейший фактор улучшения делового климата в крае, который в свою очередь улучшает инвестиционный климат в России и его инвестиционную привлекательность для международного бизнеса.

Импортозамещение – это тренд, актуальное направление федеральной промышленной политики, подключиться к которой для региона – значит обеспечить себе поступательное развитие в долгосрочной перспективе. Одно дело поднять руку, заявить об участии в программе, другое – доказывать это делом, производя большие объемы качественной сельскохозяйственной продукции для российского рынка, предоставляя услуги в области курортов и индустрии гостеприимства на уровне мировых стандартов. Результаты экономического развития Красно-

дарского края за 2016 год свидетельствуют о том, что у региона это получается. Значит, Кубань способна справиться с поставленными правительством России задачами в области импортозамещения.

### Список литературы

1. Авдокушин Е.Ф. «Новая нормальность» мировой экономики и пути ее преодоления // Вопросы новой экономики. – 2016. – № 1 (37). – С. 17–23.

2. Авдокушин Е.Ф. Мобильно-цифровые технологии как фактор формирования новой экономики // Вопросы новой экономики. – 2016. – № 2 (38). – С. 4–14.

3. Климовец М.В. Практика применения аутсорсинга в стратегических целях российскими и иностранными компаниями. В сборнике: Якаевские чтения 2016. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю.Г. Макаренко. – 2016. – С. 111–118.

4. Климовец М.В. Эволюция международного производственного аутсорсинга. Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 90–91.

5. Климовец О.В. Влияние экономического кризиса на зарубежную инвестиционную активность российских компаний. Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 91–93.

6. Климовец О.В. Диверсификация внешнеэкономической деятельности России в условиях импортозамещения. В сборнике: Якаевские чтения 2016. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю.Г. Макаренко. – 2016. – С. 102–110.

7. Климовец О.В. Информационные технологии как фактор повышения конкурентоспособности в международном бизнесе. В сборнике: Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики. Сборник научных трудов 2-й Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. – 2016. – С. 24–27.

8. Климовец О.В. Современные проблемы мирового топливно-энергетического комплекса // Вестник ИМСИТ. – 2015. – № 3 (63). – С. 3–7.

9. Климовец О.В. Характерные особенности развития нефтегазового сектора мировой экономики. Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11–2. – С. 369–374.

10. Климовец О.В., Фандий К.В. Современные подходы в кадровой политике индустрии гостеприимства. Вестник ИМСИТ. – 2012. – № 3–4. – С. 10–13.

11. Klimovets O.V. New marketing technologies in international business. В сборнике: Living Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. The International Scientific and Practical Web-Congress of Economists and Jurists. ISAE «Consilium». – 2016. – P. 25–30.

### References

1. Avdokushin E.F. «Novaja normalnost» mirovoj jekonomiki i puti ee preodolenija // Voprosy novoj jekonomiki. 2016. no. 1 (37). pp. 17–23.

2. Avdokushin E.F. Mobilno-cifrovye tehnologii kak faktor formirovanija novoj jekonomiki // Voprosy novoj jekonomiki. 2016. no. 2 (38). pp. 4–14.

3. Klimovec M.V. Praktika primenenija autsorsinga v strategicheskih celjah rossijskimi i inostrannymi kompanijami. V sbornike: Jakaevskie chtenija 2016. Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Otvetstvennyj redaktor Ju.G. Makarenko. 2016. pp. 111–118.

4. Klimovec M.V. Jevoljucija mezhdunarodnogo proizvodstvennogo autsorsinga. Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovanija. 2016. no. 9–1. pp. 90–91.

5. Klimovec O.V. Vlijanie jekonomicheskogo krizisa na zarubezhnuju investicionnuju aktivnost rossijskih kompanij. Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovanija. 2016. no. 9–1. pp. 91–93.

6. Klimovec O.V. Diversifikacija vneshnejekonomicheskoj dejatelnosti Rossii v uslovijah importozameshhenija. V sbornike: Jakaevskie chtenija 2016. Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Otvetstvennyj redaktor Ju.G. Makarenko. 2016. pp. 102–110.

7. Klimovec O.V. Informacionnye tehnologii kak faktor povyshenija konkurentosposobnosti v mezhdunarodnom biznese. V sbornike: Klasternye iniciativy v formirovanii progressivnoj struktury nacionalnoj jekonomiki. Sbornik nauchnyh trudov 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 2-h tomah. 2016. pp. 24–27.

8. Klimovec O.V. Sovremennye problemy mirovogo toplivno-jenergeticheskogo kompleksa // Vestnik IMSIT. 2015. no. 3 (63). pp. 3–7.

9. Klimovec O.V. Harakternye osobennosti razvitija neftegazovogo sektora mirovoj jekonomiki. Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 11–2. pp. 369–374.

10. Klimovec O.V., Fandij K.V. Sovremennye podhody v kadrovoj politike industrii gostepriimstva. Vestnik IMSIT. 2012. no. 3–4. pp. 10–13.

11. Klimovets O.V. New marketing technologies in international business. V sbornike: Living Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. The International Scientific and Practical Web-Congress of Economists and Jurists. ISAE «Consilium». 2016. pp. 25–30.

УДК 338.27

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА КРУПНОГО ГОРОДА

**[1,2]Козлова О.А., [1]Макарова М.Н., [3]Казакова Н.В.**

*[1]ФГБУН «Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук», Екатеринбург, e-mail: maria_makarova87@mail.ru;*

*[2]ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург, e-mail: Olga137@mail.ru;*

*[3]Администрация г. Екатеринбурга, Екатеринбург, e-mail: kazakova_nv@ekadm.ru*

В статье рассмотрены актуальные проблемы совершенствования методического инструментария прогнозирования рынка труда крупного города. Раскрыты методические положения по формированию прогнозных параметров рынка труда с учетом специфических условий протекания социально-экономических процессов в крупном городе, характеризуемых значительной долей неформальной занятости, демографическими изменениями, активной миграционной подвижностью населения, привлекательностью экономики города для иностранной рабочей силы и влияющих на качество функционирования рынка труда. На основе анализа преимуществ и недостатков используемых методов прогнозирования предложен комплексный методический инструментарий, позволяющий повышать достоверность разрабатываемых прогнозов и определять перспективы функционирования рынка труда в контексте стратегического развития крупного города. Проведен анализ рынка труда и получены результаты апробации методического инструментария прогнозирования на примере г. Екатеринбурга. Предлагаемый методический инструментарий может быть использован при разработке прогнозов социально-экономического развития крупного города с целью получения необходимой информации о современном состоянии и на долгосрочную перспективу.

**Ключевые слова: развитие, рынок труда, крупный город, прогнозирование, методы прогнозирования, методический инструментарий**

# METHODICAL ISSUES MAJOR CITY OF THE LABOR MARKET FORECASTING

**[1,2]Kozlova O.A., [1]Makarova M.N., [3]Kazakova N.V.**

*[1]The Institute of Economics at the Russian Academy of Sciences (Ural Branch), Ekaterinburg, e-mail: maria_makarova87@mail.ru;*

*[2] Ural State University of Economics, Ekaterinburg, e-mail: Olga137@mail.ru;*

*[3]Administration of Ekaterinburg, Ekaterinburg, e-mail: kazakova_nv@ekadm.ru*

The article deals with actual problems improving of methodical tools forecasting of a major city labor market. Disclosed methodical provisions for formation the forecast parameters labor market, taking into account the specific conditions of the flow of socio-economic processes in a major city, which are characterized by a large share informal employment, demographic changes, the active migratory mobility of the population, attractiveness of the city's economy to foreign labor. Based on the analysis of advantages and cons used of prediction methods proposed by a comprehensive methodical tools allowing to increase the accuracy for forecasts and determine the prospects for the labor market in the context of the strategic development a major city. Presents the analysis of the labor market and the results of testing of of methodical forecasting tools on the example of the Yekaterinburg city. The proposed methodical tools can be used to develop forecasts of socio-economic development of a major city in order to obtain the necessary information on the current state and the long term.

**Keywords: development, labor market, a major city, prediction, forecasting methods, methodological tools**

Анализируя итоги социально-экономического развития г. Екатеринбурга за последние несколько лет, следует отметить, что городская экономика развивалась позитивно и в целом город обладает потенциалом, позволяющим создать необходимые условия для устойчивого экономического развития и достижения высокого качества жизни населения.

Вместе с тем в течение 2014–2015 гг. экономика страны в целом формировалась под воздействием внешних политических и экономических факторов и характеризовалась ухудшением экономической ситуации, вызванной резким спадом мировых цен на энергоресурсы, а также введением экономических санкций. В результате произошло замедление темпов экономического роста, сокращение промышленного производства, снизилась инвестиционная активность. Те же негативные тенденции наблюдались и в экономике города Екатеринбурга. Ухудшение экономической ситуации оказало существенное влияние на рынок труда, привело к сокращению численности занятых, значительному снижению заявленных работодателями вакансий, росту численности безработных граждан и увеличению напряженности на рынке труда. В связи с этим научный интерес представляет сред-

не- и долгосрочное прогнозирование социально-экономического развития г. Екатеринбурга, направленное на формирование перспективных сценариев развития и обоснование мер социально-экономической политики для снижения потенциальных рисков. В данной статье представлены результаты прогнозирования развития рынка труда, выполненного в ходе научно-исследовательской работы по разработке и обоснованию перспектив социально-экономического развития г. Екатеринбурга до 2035 г.

**Теория и методология**

Рынок труда в качестве объекта прогнозирования рассматривается как единая система с собственными закономерностями и особенностями развития. Вместе с тем эта экономическая категория является совокупностью относительно самостоятельных элементов (демографические процессы, половозрастная структура и здоровье населения, уровень его образования и квалификации, количество и качество рабочих мест и т.д.), взаимодействие которых формирует текущее состояние рынка труда [1].

При прогнозировании в основном используют два вида прогноза: демографический и прогноз самого рынка труда. Задача демографического прогноза заключается в определении численности потенциальных трудовых ресурсов, их половозрастного состава, то есть лимита, из которого можно исходить при решении задач экономического и социального развития. Прогноз рынка труда оценивает возможные экономические потребности общества в трудовых ресурсах, количество и качество рабочей силы, т.е. обосновывают гипотезу изменения отраслевой структуры занятости и профессионально-квалификационного состава. В этом прогнозе отражается сбалансированность между социальными потребностями общества в труде и возможностями их удовлетворения. Иными словами, при прогнозировании в качестве объекта выступают три равноправные, взаимосвязанные составляющие: трудовые ресурсы, занятость и потребность в рабочей силе [2].

В целом прогнозирование рынка труда наряду с его регулированием предопределяют разработку прогнозов и программ перестройки сферы образования, подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров, формирования эффективной системы непрерывного образования, отвечающей требованиям современного научно-технического прогресса и рыночной экономики. Система образования должна обеспечивать наличие на рынке труда рабочей силы нужного и постоянно растущего уровня квалификации, так как это станет необходимым условием уменьшения технологической и структурной безработицы. Альтернативные прогнозы занятости представляют собой исходный материал при разработке мер по регулированию рынка труда [2].

Прогнозирование рынка труда осуществляется с помощью двух групп методов: эконометрическое моделирование и расчет баланса трудовых ресурсов.

*Эконометрическое моделирование* динамики трудовых ресурсов позволяет найти теоретическую зависимость переменных, характеризующих занятость населения, от определяющих их факторов. Это позволяет моделировать взаимосогласованное упорядоченное движение рабочих мест и движение населения и трудовых ресурсов во всем многообразии их форм и на всех уровнях экономики.

Типичным для исследователей является применение отраслевой функции занятости рабочей силы, получаемой из производственной функции вида $Y = f(K, L)$, в которой переменная $Y$ (валовый выпуск) определяется двумя факторами: основными производственными фондами К и рабочей силой $L$ [3].

Однако моделирование трудовых ресурсов подобным образом не всегда является удовлетворительным, что связано как с доминированием других факторов динамики, так и с особенностями российской экономики (наличие скрытой безработицы или неиспользуемых основных фондов). В связи с этим прогнозы трудовых ресурсов строятся на основе балансового метода, на основе которого проводятся расчеты *балансов трудовых ресурсов* и рабочих мест. Баланс трудовых ресурсов является средством оценки и источником информации по процессам формирования рабочей силы, связям и пропорциям в ее распределении по видам экономической деятельности. Методология расчета баланса трудовых ресурсов разработана Росстатом [5] и является единой для всей страны.

Дополнительно к указанным методам для прогноза рынка труда также могут применяться методы экстраполяции и экспертных оценок. Кроме того, для оценки численности трудоспособного населения применяются методы демографического прогнозирования. Сравнительная характеристика преимуществ и недостатков перечисленных методов представлена в табл. 1, что предопределило комплексное использование различных методов при разработке прогноза рынка труда.

**Таблица 1**

Сравнительная характеристика методов прогнозирования рынка труда

| Методы | Преимущества | Недостатки |
|---|---|---|
| 1. Формализованные | | |
| Экстраполяция | – простота в использовании | – не учитывают изменение половозрастной структуры трудовых ресурсов, отраслевой и организационно-правовой структуры занятости;<br>– не применимы для разработки долгосрочных прогнозов |
| Когортно-компонентный (передвижки возрастов) | – наиболее отработанный метод демографического прогнозирования;<br>– позволяет учесть динамику половозрастной и социальной структуры трудовых ресурсов;<br>– позволяет разрабатывать прогнозы с длительным горизонтом предвидения | – требует достаточно подробных статистических данных, зачастую отсутствующих в свободном доступе (например, половозрастные коэффициенты смертности), особенно для муниципального уровня |
| Эконометрическое моделирование | – высокая статистическая надежность прогноза при соблюдении правил;<br>– расчеты не требуют специального программного обеспечения;<br>– возможность выявления причинно-следственных связей;<br>– позволяет моделировать движение рабочих мест и трудовых ресурсов во всем многообразии их форм и на всех уровнях экономики | – требуют длинный ретроспективный ряд сопоставимых данных;<br>– чрезмерно большое количество исследуемых факторов и связей между ними оказывают непредсказуемый эффект на поведение системы и снижают точность прогноза |
| Баланс трудовых ресурсов | – получение подробной информации об источниках трудовых ресурсов;<br>– позволяет определить оптимальные пропорции распределения их по основным видам деятельности, сферам, отраслям экономики и территориям | – не устоявшаяся система статистического учета не позволяет формировать длинные ретроспективные ряды, особенно для муниципального уровня |
| 2. Интуитивные | | |
| Экспертные оценки | – максимального использования индивидуальных способностей и знаний экспертов;<br>– учет действия факторов, плохо поддающихся формализации | – субъективность оценок экспертов;<br>– большие временные затраты и организационные сложности;<br>– сложность итоговой обработки и интерпретации мнений экспертов |
| Написание сценариев | – вариантность прогнозирования, учет возможностей и рисков;<br>– разработка как нормативного, так и функционального прогноза;<br>– учет последовательности событий и возможных препятствий на пути их реализации | – субъективность перспективных событий;<br>– недостаточная глубина проработки сценариев;<br>– необходимость статистических данных, часто отсутствующих в свободном доступе, особенно на муниципальном уровне |

Примечание. Составлено авторами.

## Материалы и методы исследования

Информационную базу прогноза составили: данные статистического учета рынка труда и занятости населения, предоставленные территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Департаментом труда и занятости Свердловской области, а также результаты прогнозной оценки демографического развития и экспертной оценки перспектив социально-трудового развития муниципального образования, что позволило применить широкий набор методов (балансовый, экстраполяции, математического моделирования и экспертных оценок).

Прогнозные параметры развития рынка труда рассчитывались с учетом тенденций последних лет, проявившихся:

– в сокращении численности населения в трудоспособном возрасте;

– дефиците трудовых ресурсов;

– дефиците и дисбалансе квалифицированных кадров;

– активном притоке молодого населения на учебу и работу в Екатеринбург.

Кроме того, в прогнозе заложены параметры, позволяющие реализовать государственную и региональную политику занятости населения. К страте-

гическим задачам в сфере занятости относятся: стимулирование занятости населения моложе и старше трудоспособного возраста; дополнительное привлечение трудовых ресурсов за счет миграции; повышение трудовой мобильности населения; снижение уровня безработицы; создание новых и модернизация высокопроизводительных рабочих мест.

Оценка спроса на трудовые ресурсы осуществляется на основе расчета количества рабочих мест в экономике муниципалитета с учетом потребности работодателей в работниках, реализации Программы создания ВПРМ в промышленности Свердловской области до 2020 г., а также снижения доли неформального сектора и уровня регистрируемой безработицы. Расчеты сделаны в трех вариантах, задавая границы наиболее вероятных изменений в характеристике трудовых ресурсов со среднесрочным прогнозным горизонтом в 20 лет (до 2035 г.).

## Результаты исследования и их обсуждение

В 2010–2013 гг. основные показатели предложения на рынке труда г. Екатеринбурга имели положительную динамику: увеличивалось количество трудовых ресурсов, росла численность занятых как на крупных и средних предприятиях, так и в секторе малого бизнеса. Ухудшение макроэкономической ситуации в 2013 г., с одной стороны, и тенденция сокращения численности населения трудоспособного возраста, с другой, привели к сокращению численности занятых в экономике города, росту уровня регистрируемой безработицы и численности безработных в 2014–2015 гг. Отметим, что рост безработицы также был спровоцирован существенным сокращением заявленной потребности предприятий в работниках, которое не было скомпенсировано ни созданием достаточного количества новых рабочих мест в экономике города, ни ростом занятости в неформальном секторе. В 2015 г. наблюдалось сокращение общего числа вакансий на рынке труда Екатеринбурга на 35 тыс. ед.

Инновационный сценарий как наиболее желательный из всех трех вариантов развития рынка труда опирается на гипотезу о том, что пик кризиса уже пройден, и в ближайшие 2–3 года ожидается положительная динамика социально-экономического развития г. Екатеринбурга. К концу прогнозного периода ожидается существенный рост численности населения (120 % к уровню 2015 г.), обеспеченный как высокими показателями естественного прироста, так и значительным положительным сальдо миграции (табл. 2).

**Таблица 2**

Прогноз предложения и спроса на рынке труда г. Екатеринбурга (инновационный вариант)

| Показатели | факт | | прогноз | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
| Предложение на рынке труда | | | | | | |
| Численность трудовых ресурсов, тыс. чел. | 1026,8 | 1041,1 | 1049,4 | 1071,1 | 1109,4 | 1159,1 |
| Численность рабочей силы, тыс. чел. | 773,8 | 789,1 | 804,6 | 843,5 | 882,7 | 920,5 |
| Численность занятых в экономике (без военнослужащих), тыс. чел., в т.ч. | 721,8 | 745,2 | 756,2 | 767,4 | 778,8 | 790,3 |
| численность занятых на крупных и средних предприятиях | 431,5 | 440,3 | 447,6 | 455,1 | 462,6 | 470,3 |
| численность работников малых, микропредприятий и ИП | 290,3 | 304,8 | 308,6 | 312,3 | 316,2 | 320,1 |
| Уровень регистрируемой безработицы, % к рабочей силе | 1,13 | 0,83 | 0,69 | 0,63 | 0,58 | 0,54 |
| Спрос на рынке труда | | | | | | |
| Число вновь созданных ВПРМ, тыс. ед. | н/д | 4,8 | 6,7 | 9,4 | 13,2 | 18,6 |
| Число вновь созданных рабочих мест в смежных отраслях | н/д | 9,1 | 12,8 | 17,9 | 25,2 | 35,3 |
| Заявленная потребность предприятий в работниках, тыс. чел. | 108,7 | 79,7 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Занятые в неформальном сегменте экономики города, тыс. чел. | 110,4 | 116,2 | 109,6 | 111,3 | 109,0 | 110,6 |
| Общее число вакансий, тыс. ед. | 124,6 | 93,6 | 119,5 | 127,4 | 138,4 | 153,9 |
| Дисбаланс на рынке труда профицит (+), дефицит (–) предложения рабочей силы, тыс. чел. | – 58,4 | – 49,7 | – 71,1 | – 51,3 | – 34,5 | – 23,7 |
| Заработная плата | | | | | | |
| Среднемесячная заработная плата работников организаций, руб. | 26112 | 41532 | 50287 | 64180 | 87110 | 122748 |
| Среднегодовой индекс реальной заработной платы, % | 104,6 | 89,4 | 99,6 | 101,7 | 103,8 | 104,9 |

Примечание. Составлено авторами по данным администрации г. Екатеринбурга за 2010–1015 гг.

Это должно привести к росту численности населения трудоспособного возраста на 114 % к уровню 2015 г. при некотором снижении его доли в структуре населения. Экономика г. Екатеринбурга предполагает индустриально-сервисный вектор развития в условиях роста инвестиционной активности субъектов экономики, что позволит существенно снизить уровень регистрируемой безработицы до 0,54 % в 2035 г. Спрос на городском рынке труда будет формироваться за счет создания новых рабочих мест в промышленности и смежных отраслях, сохранении заявленной потребности работодателей в работниках на уровне 100 тыс. ед. и сокращении численности занятых в неформальном секторе экономики. Общее количество вакансий на рынке труда Екатеринбурга должно возрасти в 1,6 раза к уровню 2015 г. и составит 153,9 тыс. ед. в 2035 г. При существенном росте численности трудовых ресурсов это позволит к 2035 г. снизить дефицит труда в экономике города.

## Заключение

Екатеринбург является активно развивающимся мегаполисом. Накопленный потенциал развития, с одной стороны, и сложные социально-экономические условия последних двух лет, с другой стороны, актуализируют вопрос научно обоснованного прогноза социально-экономического развития города в целом и его рынка труда как органичной системы городской экономики. Анализ и декомпозиция имеющихся методов прогнозирования социально-экономических процессов позволили сформировать представление о будущем городского рынка труда и учесть потенциальные риски, связанные с функционированием данного рынка при разработке и реализации планов развития Екатеринбурга на долгосрочную перспективу.

*Публикация выполнена при поддержке Муниципального контракта от 2016 года НИР «Разработка и научное обоснование долгосрочного прогноза социально-экономического развития муниципального образования «города Екатеринбурга» до 2035 года.*

## Список литературы

1. Козлова О.А. Женская занятость: проблемы, тенденции и перспективы развития. Экономика региона. – 2005. – № 2. – С. 163–174.

2. Мясникович Н.В. Государственное регулирование социальной сферы [Текст] / Н.В. Мясникович, Н.Б. Антонова, О.Б. Хорошко – Минск: Акад. Упр. При Президенте Респ. Беларусь, 2011. – 265 с.

3. Прикладное прогнозирование национальной экономики [Текст]: учебное пособие / ред. В.В. Ивантера, И.А. Буданова, А.Г. Коровкина, В.С. Сутягина. – М.: Экономистъ, 2007. – 896 с.

4. Программа создания ВПРМ в промышленности Свердловской области до 2020 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mpr.midural.ru/UPLOAD/user/file/new/vprm.pdf (дата обращения: 25.10.2016).

5. Статистический инструментарий, методология и нормативно-справочная информация: Методологические положения по статистике. – 2003. – № 4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/free/B99_10/Main.htm (дата обращения 20.09.16).

## References

1. Kozlova O.A. Zhenskaja zanjatost: problemy, tendencii i perspektivy razvitija. Jekonomika regiona. 2005. no. 2. pp. 163–174.

2. Mjasnikovich N.V. Gosudarstvennoe regulirovanie socialnoj sfery [Tekst] / N.V. Mjasnikovich, N.B. Antonova, O.B. Horoshko Minsk: Akad. Upr. Pri Prezidente Resp. Belarus, 2011. 265 p.

3. Prikladnoe prognozirovanie nacionalnoj jekonomiki [Tekst]: uchebnoe posobie / red. V.V. Ivantera, I.A. Budanova, A.G. Korovkina, V.S. Sutjagina. M.: Jekonomist, 2007. 896 p.

4. Programma sozdanija VPRM v promyshlennosti Sverdlovskoj oblasti do 2020 g. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://mpr.midural.ru/UPLOAD/user/file/new/vprm.pdf (data obrashhenija: 25.10.2016).

5. Statisticheskij instrumentarij, metodologija i normativno-spravochnaja informacija: Metodologicheskie polozhenija po statistike. 2003. no. 4. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/bgd/free/B99_10/Main.htm (data obrashhenija 20.09.16).

УДК 336.6

# ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**[1]Лаптев С.В., [2]Филина Ф.В.**

*[1]Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: laptev5552@mail.ru;*
*[2]Московский государственный гуманитарно-экономический университет, Москва, e-mail: laptev5552@mail.ru*

Оптимизация деятельности организаций высшего образования исследуется в аспекте реализации возможности и необходимости обеспечения подготовки специалистов высшей квалификации в необходимом количестве и составе, адекватном потребностям экономики. Именно такую подготовку должен обеспечить рынок образовательных услуг, но фактически далеко не обеспечивает. В статье выявляются условия и инструменты управления, необходимые для того, чтобы подчинить деятельность организаций высшего образования требованиям рынка и потребностям модернизации экономики и таким образом существенно приблизить структуру и качество подготовки студентов к потребностям практики. Установлено, что для оптимизации управления предельными издержками и предельной полезностью обучения необходимо расширить полномочия руководителей образовательных организаций, отказаться от регулирования минимальной оплаты за обучение на уровне подушевого финансирования бюджетных студентов.

**Ключевые слова: оптимизация деятельности организаций высшего образования, рынок образовательных услуг, предельная полезность и предельные издержки обучения, экономическое развитие**

# FINANCIAL AND ECONOMIC TOOLS OF OPTIMIZATION OF ACTIVITIES OF THE ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION

**[1]Laptev S.V., [2]Filina F.V.**

*[1]Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Moscow, e-mail: laptev5552@mail.ru;*
*[2]Moscow State Humanitarian-Economic University, Moscow, e-mail: laptev5552@mail.ru*

Optimization of activity the higher education organizations in the aspect of the implementation of the possibility and the need for training of highly qualified specialists in the required quantity and composition, which are adequated to the needs of the economy is investigated. The educational services market should provide such training, but it doesn't actually provide. In the article the conditions and management tools needed to subordinate the activities of organizations of higher education to market requirements and modernization of the economy needs are identified, and as a result it will significantly bring closer structure and quality of training students to the practical needs. It is established that in order to optimize management of marginal costs and marginal utility of training is necessary to expand the powers of heads of educational organizations, to abandon the minimal regulation of tuition fees at the level of per capita financing of the budgetary students.

**Keywords: optimization of activities of the organizations in the field of higher education, the educational services market, marginal costs and marginal utility of training, economic development**

Оптимизация деятельности организаций высшего образования состоит в том, чтобы максимально способствовать экономическому развитию общества через подготовку человеческого капитала высшей квалификации. Если они будут выполнять эту свою роль хорошо, эффективно, проблем с их собственным финансовым обеспечением у них не будет. Порядок государственного финансирования – это лишь надстройка над действующим механизмом рынка, инструменты финансирования призваны направлять и регулировать стихийные рыночные процессы. С другой стороны, они лишь дополняют рыночные процессы, являясь их своеобразным продолжением. Механизм финансирования не понять сам по себе, без выяснения того, как действует механизм рынка, где его провалы и недостатки, и как с ними соотносится механизм финансирования. Представляется, что он может быть эффективным не сам по себе, а как средство дополнения и исправления несовершенств рынка. Чем лучше он справляется с этой функцией, тем выше его эффективность. С одной стороны, механизм финансирования комплементарен к рынку, а с другой, исправляет его несовершенства. Уместно должно быть и то, и другое. Дополнять надо здравое и рациональное. Исправлять – несовершенное и противоречивое, а не наоборот.

Таким образом, повышение эффективности использования финансового инструментария государственного управления образованием в качестве своей предпосылки и важнейшего фактора имеет совершенствование рынка образовательных услуг, который призван регулировать структуру и качество подготовки квалифицированных специалистов, приводить их в соответствие

с потребностями развития экономики. Между тем эти свои ключевые задачи рынок образовательных услуг современной России решает пока неудовлетворительно. Попробуем в этом разобраться.

Согласно данным мониторинга Министерства образования и науки РФ, опубликованным в 2014 г., было трудоустроено 77% выпускников вузов, из них – 78% выпускников государственных вузов, 77% – выпускников муниципальных вузов и 71% выпускников частных вузов [10]. В 2015 г. подведены итоги мониторинга трудоустройства выпускников вузов 2013 г. «Анализ показал, что количество выпускников российских вузов, трудоустроившихся после окончания учебы, составляет 75%». Притом показатели трудоустройства сильно варьировали в регионах, например «средний показатель трудоустройства в СКФО значительно ниже среднероссийского уровня и составляет 50%» [10]. Положение и темпы роста российской экономики в 2013 г. были относительно благоприятными, поэтому низкие показатели трудоустройства выпускников вузов приходится связать с тем, что рынок образовательных услуг недостаточно хорошо выполнял свои информационную и регулирующую функции. Но в настоящее время мониторинг трудоустройства не отслеживает соответствие требуемой квалификации и профиля образования занятых выпускниками вузов вакансий, с одной стороны, и направлений и профилей полученного ими образования, с другой стороны. Опубликованные исследования и свидетельства работодателей и выпускников фиксируют значительные несоответствия. Мера несоответствия варьирует в высказываниях и оценках разных авторов, но в большинстве случаев авторы утверждают, что по России в целом и большинству ее регионов большая часть выпускников вузов работает не по специальности. Исследование, проведенное Всемирным банком в 2004 г., дает оценку доли выпускников российских вузов, работающих по специальности, в 20% [8, с. 16]. Радикальных изменений в ориентации образовательной системы России на потребности рынка за прошедшее до настоящего момента время не произошло.

Л.Н. Краснокутская отмечает: «Анализ трудоустройства выпускников периферийных вузов показывает, что большая часть молодых специалистов по окончании вуза не находит работу по специальности, что приводит к потере большей части навыков, полученных в период обучения, за 2–3 года после окончания вуза» [2, с. 16]. По данным онлайн-опроса на сайте «Анкетер» на вопрос «Вы работаете по своей специальности?» положительно ответили только треть студентов (33,3%), остальные 66,7% работают не по своей специальности» [7]. Таким образом, большая часть выпускников российских вузов работает не по специальности (не в соответствии с выбранным профилем или даже направлением подготовки). Каковы же причины такого несоответствия?

Низкая информационная проницаемость пространства между работодателями и выпускниками вузов, по мнению нобелевских лауреатов по экономике 2010 г., является одним из негативных факторов, препятствующих повышению уровня занятости в экономике [12]. Может быть, это и есть главная причина несоответствия структуры, направлений и профилей подготовки имеющейся структуре вакантных мест занятости квалифицированных специалистов? – Несомненно, российское информационное пространство между работодателями и выпускниками вузов не только слабо проницаемо, но оно еще и недостаточно насыщено. На нем слабо и неадекватно представлено государство. В условиях отсутствия качественных среднесрочных прогнозов развития экономики на 4–6 лет (время подготовки бакалавров и магистров) с соответствующими расчетами потребностей в специалистах – выпускниках вузов текущий рынок образовательный услуг дает информацию о сегодняшних потребностях в выпускниках вузов, которая актуальна для тех, кто окончил обучение в вузах в текущем году. Однако без государственного прогнозирования на период не меньший, чем срок обучения в вузах, предприниматели не смогут хотя бы приблизительно оценить свою будущую потребность в квалифицированной рабочей силе для тех, кто поступает в вузы в текущем году.

Рыночная информация должна быть организована в виде контрактов о найме хотя бы части будущих выпускников вузов с ориентировочной заработной платой и отражена в системе национальной статистики. Тогда она сможет хотя бы приблизительно ориентировать поступающих в вузы (тех, кто не заключил долгосрочный контракт) на будущие потребности рынков квалифицированной рабочей силы. За анализируемый период уровень безработицы не был экстраординарным, но был обычным. Следовательно, выпускники вузов, которые как-то трудоустраивались в анализируемый период, находили работу, вообще не соответствующую компетенциям выпускников вузов. В противном случае, то есть если бы имевшиеся вакансии, соответствовали статусу выпускников вузов, то за длительное

время структурное несоответствие направлений и профилей подготовки выпускников содержанию вакантных рабочих мест, если и не было бы в значительной степени преодолено, то было бы значительно ослаблено. Однако этого не случилось. В чем же дело? – Дело в том, что образовательная система России, основы которой были заложены еще в годы социализма и динамичного развития экономики, перестала соответствовать энерго-сырьевой модели развития, к которой скатилась российская экономика и от которой пока не может перейти к инновационной модели. В странах с инновационной, постиндустриальной моделью развития экономики качество высшего образования выше и соответствует потребностям инновационного развития. Доля выпускников школ, которые поступают в вузы – от 2/3 и стремится к 100%. В таблице представлены типичные страны из ряда развитых и развивающихся. В странах с развивающейся индустриальной либо аграрно-индустриальной либо сырьевой экономикой нет потребности во всеобщем высшем образовании: в вузы поступают 20–36% выпускников школ.

Доля выпускников школ, поступающих в вузы, в некоторых развитых и развивающихся странах, в% [6]

| Страна | 2006 г. | 2012 г. | Темп роста в% |
|---|---|---|---|
| Канада | 58 | 62 | 106,9 |
| Италия | 57 | 67 | 117,5 |
| Испания | 62 | 71 | 114,5 |
| Норвегия | 81 | 73 | 90,1 |
| Дания | 67 | 74 | 110,4 |
| Россия | 69 | 77 | 111,6 |
| Австралия | 73 | 77 | 105,5 |
| Литва | 73 | 77 | 105,5 |
| США | 83 | 82 | 98,8 |
| Греция | 74 | 89 | 120,3 |
| Финляндия | 88 | 94 | 106,8 |
| Южная Корея | 85 | 98 | 115,3 |
| Медианное значение | 73 | 77 | 106,9 |
| Индия | 12 | 16 | 133,3 |
| Китай | 16 | 26 | 162,5 |
| Мексика | 22 | 27 | 122,7 |
| Бразилия | 21 | 36 | 171,4 |
| Медианное значение | 18,5 | 26,5 | 147,9 |

Россия, будучи страной развивающейся с преимущественно сырьевой экономикой, по доле выпускников школ, поступающих в вузы, в 2012 г. попала в середину ранжированного ряда стран с развитой экономикой. Причем по сравнению с 2006 г. доля выпускников школ, поступающих в вузы, в России возрастала быстрее, чем в экономически развитых странах. В некоторых экономически развитых странах за это время анализируемая доля даже снизилась: в Норвегии и США. Очевидно, что в Греции и России рост доли выпускников школ, поступающих в вузы, не был связан с внутренними потребностями их экономик. В Греции, увеличение доли выпускников школ, поступающих в вузы, связано с высокой безработицей, во время которой найти работу вчерашним школьникам крайне сложно, а также с надеждами поступающих на то, что, получив качественное образование, они смогут найти работу с более высокой, чем национальная, зарплатой в странах Евросоюза. В России рост доли вчерашних школьников, поступающих в вузы, связан с неорганизованностью рынка образовательных услуг, который не дает четких упреждающих сигналов о потенциальной зарплате и потребностях в отдельных направлениях и профилях обучения на 4–6 лет вперед, а также с политической риторикой руководства страны, которое ставило задачи на обеспечение ускоренного экономического роста, повышение производительности труда и на осуществление модернизации в ключевых отраслях экономики, что явилось одним из факторов радужных надежд на перспективы трудоустройства после окончания вуза. Но реальность такова: численность выпускников российских вузов с начала 1990-х годов и вплоть до начала острых проявлений мирового финансово-экономического кризиса в России растет слишком быстро, например за период 1994–2009 гг. она увеличилась в 3,3 раза [9, с. 136].

Для того, чтобы экономика могла «переварить» избыточное количество выпускников вузов [3], целесообразно пойти на расширение перечней работ, вакансии на которые могут заполнять обладатели дипломов высшего образования, внеся соответствующие изменения в профессиональные стандарты, в том числе за счет квалифицированных исполнителей: в производственной, финансовой сфере, сфере услуг. Подобный шаг вполне оправдан, если он приведет к адекватному повышению производительности труда и качества работ, чего вполне следует ожидать в большинстве случаев. Однако, с другой стороны, огромное количество выпускников вузов на рабочих местах, традиционно заполняемых людьми с начальным или средним уровнем профессиональной подготовки, неоправданно с точки зрения возможных альтернатив.

Повышение качества высшего образования и увеличение доли лиц, его полу-

чающих, – это фактор экономического роста, который Россия должна использовать. Многие влиятельные представители институционального течения экономической теории считают, что такого рода факторы, как инновации, экономия на масштабе, образование, накопление капитала и т.д., «не являются причинами экономического роста; они и есть экономический рост» [13]. Если повышение качества и расширение сферы применения высшего образование – это необходимое последствие экономического роста, то и, наоборот, при адекватном управлении высшим образованием следует ожидать существенного увеличения его вклада в экономический рост.

Управление образованием осуществляется, с одной стороны, автоматически – самим рынком образовательных услуг, а с другой стороны, – государством, которое призвано компенсировать несовершенства этого рынка. Чтобы понять, каким образом можно ожидать увеличения вклада системы высшего образования за счет повышения качества управления им, для начала необходимо рассмотреть особенности организации рынка образовательных услуг. Высшее образование вполне можно рассматривать как смешанное благо. С одной стороны, выгоды от его использования вполне могут быть локализованы отдельным пользователем услуг обучения, а потому стать предметом индивидуального спроса.

С другой стороны, образовательная услуга предоставляется коллективно – группе пользователей. Полезность этой услуги для каждого пользователя в некоторых пределах не уменьшается от увеличения количества пользователей, например, в пределах отдельной учебной группы от двух до пятнадцати человек и лишь по достижению некоторого предела (например, 15 человек) начинает уменьшаться. Предельные издержки оказания услуг также могут быть близки к нулю в этом интервале: постоянные издержки на амортизацию оборудования, освещение, аренду, отопление помещений, компьютерное обеспечение, оплату административно-управленческого персонала фиксированы в расчете на стандартную группу. Переменные издержки, связанные с оплатой труда преподавателей, возрастают незначительно, лишь в связи с ростом затрат на контроль (зачеты, экзамены, курсовые работы или проекты) и не зависят от количества студентов в группе во время проведения лекций или практических занятий. Наконец, оказание образовательных услуг связано с формированием целого ряда положительных внешних эффектов для общества. Так, образованный человек в среднем более законопослушен, чем человек, не имеющий высшего образования, что способствует уменьшению затрат общества на поддержание правопорядка. Обладатель высшего образования в среднем более активен в сфере формирования норм и правил цивилизованного поведения в обществе, в большей степени способствует формированию и повышению качества общественных институтов, от которых зависят темпы экономического развития, в частности более активно способствует формированию социального капитала. «Термин «социальный капитал» используется большинством исследователей как метафорическое определение степени распространенности норм честности и доверия, облегчающих организацию коллективных действий» [1, с. 15]. Обладатель высшего образования способен при прочих равных условиях внести относительно больший вклад в создание национального дохода и национального богатства – при условии, что полученное образование соответствует его способностям и склонностям, а также содержанию выполняемых им функций на его рабочем месте.

Итак, рассмотрим, как формируются условия для эффективного управления образовательными услугами. На рисунке отображены условия для формирования равновесия на рынке образовательных услуг.

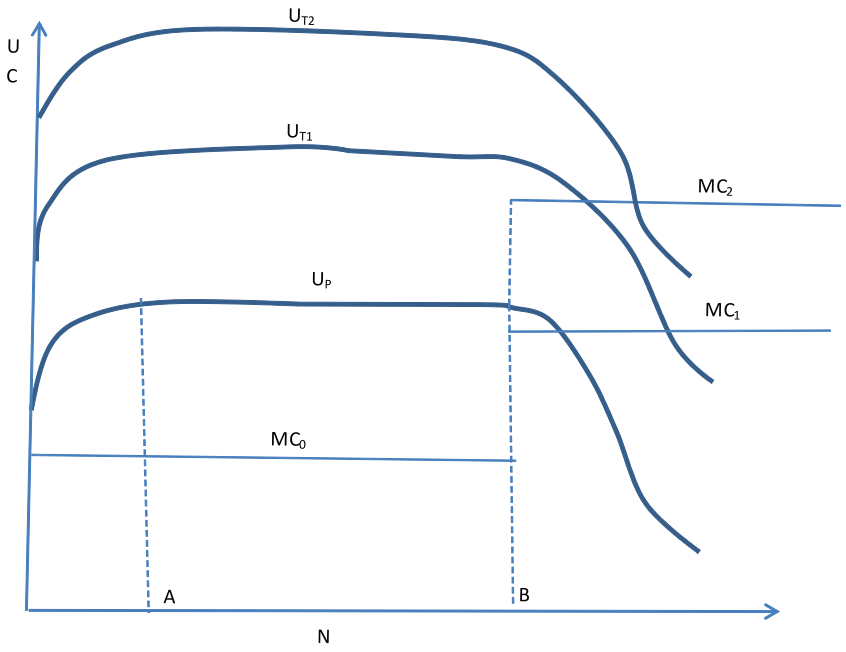
По вертикальной оси на графике отображается предельная полезность (U) и предельные издержки обучения (C) с позиции образовательных организаций. По горизонтальной оси отображается численность обучаемых (N).

$MC_0$ – предельные издержки обучения студентов при условии непревышения допустимой численности группы. Соответственно $MC_1$ и $MC_2$ – предельные издержки обучения студентов при условии превышения допустимой численности группы.

$U_P$ – предельная полезность обучения для получателя услуг, на отрезке AB, при условия непревышения допустимой численности группы предельная полезность постоянна. Соответственно, $U_{T1}$ и $U_{T2}$ – возможные значения предельной полезности обучения с позиции всего общества, в них отражены суммарная предельная полезность обучения для получателя услуги и положительные внешние эффекты для общества от процесса обучения.

Предельные издержки обучения студентов в условиях, когда обучаемая группа не достигла предельной допустимой численности (при которой не снижается полезность обучения для одного студента) очень невелики и равны дополнительным затратам преподавателей на итоговый и промежуточный (вну-

трисеместровый) контроль, дополнительным затратам на администрирование обучения (дополнительную работу деканатов) в связи с увеличением численности студентов в группе и дополнительным затратам на приобретение учебной литературы, возможно, также дополнительным затратам на приобретение компьютерных программ. Постоянные затраты неизменны, если учебные площади, оборудование, расходы на содержание административно-управленческого персонала произведены, как это обычно планируется, в расчете на студенческую группу стандартной численности. В этих условиях предельные издержки на обучение намного ниже средних издержек. Установление платы за внебюджетное обучение на уровне среднего подушевого норматива финансирования препятствует получению дополнительного общественно полезного эффекта от обучения. Этот эффект будет получен, если дополнительный доход, то есть плата за обучение платных студентов будет выше предельных издержек. При низких предельных издержках обучения общество обладает возможностями существенно увеличить количество обучаемых, особенно, при заочной и дистанционной формах обучения, где численность студенческих групп может быть существенно больше, чем на дневной форме обучения [4]. Оценка дополнительной выгоды для общества от оказания дополнительных образовательных услуг может существенно возрасти за счет увеличения нормативной численности групп, расширения приема студентов на вечернюю, заочную и дистанционную форму обучения. Вузы могут снизить предельные издержки обучения за счет объединения малокомплектных групп близких или смежных профилей. Если нормативная численность группы превышена, придется создавать дополнительную группу, поэтому предельные издержки увеличатся в связи с появлением дополнительной нагрузки преподавателей и сохранением прежних элементов предельных издержек, которые имели место при увеличении численности группы до нормативного значения. Если вузы используют все свои организационные возможности для снижения предельных издержек в дополнительно образованной группе студентов, предельные издержки увеличатся до уровня $MC_1$. Если вузы не используют свои организационные возможности для снижения предельных издержек, то в связи с образованием дополнительной группы они могут увеличиться еще больше, – до уровня $MC_2$. Например, может потребоваться аренда дополнительного помещения, приобретение дополнительного оборудования, компьютеров, покупка дополнительных книг для пополнения библиотечного фонда, выделение дополнительной единицы в деканате для администрирования процесса обучения. С другой стороны, вполне возможны решения, минимизирующие эти дополнительные затраты при условии предоставления большей самостоятельности вузу и создания его заинтересованности в экономии затрат.




*Формирование условий равновесия на рынке образовательных услуг*

В зависимости от эффективности принимаемых управленческих решений предельные издержки дополнительно образованной группы будут разными. Таким образом, вуз фактически управляет опционом предельных издержек: в зависимости от того, насколько эффективными будут принимаемые решения, предельные издержки и, соответственно, оптимальное количество обучаемых будут разными. Вероятность принятия более эффективных решений можно увеличить, если предоставить вузу дополнительные полномочия и заинтересовать в экономии издержек. Если дать возможность вузам устанавливать плату за обучение внебюджетных студентов по их собственному усмотрению ниже норматива подушевого финансирования, например чуть выше предельных издержек, тогда они смогут за счет увеличения численности малокомплектных групп существенно увеличить прием студентов при минимальных дополнительных затратах. При этом полезность обучения для уже принятых студентов не уменьшится. Дополнительно принятые студенты и общество получат существенную дополнительную выгоду.

При установлении цен на обучение отдельными вузами на уровне ниже среднего норматива подушевого финансирования они будут увеличивать прием студентов за счет увеличения численности малокомплектных групп. А потому и общество в целом не понесет существенных дополнительных затрат, но получит дополнительную выгоду в виде существенных дополнительных подготовленных специалистов, а также в виде дополнительных положительных внешних эффектов. При этом как выгода отдельных частных лиц – обучаемых студентов, так и выгоды всего общества (положительные внешние эффекты от обучения) зависят от того, в какой мере подготовленные специалисты будут соответствовать запросам рынка. Если специалисты работают не по специальности, то и их собственные выгоды, и выгоды общества в виде положительных внешних эффектов будут минимальными (кривая $UT_1$). И наоборот, если направления и профили обучения подготовленных специалистов соответствуют потребностям экономики, то и выгоды обучаемых, и положительные внешние эффекты для общества от обучения ($UT_2$) будут больше.

Таким образом, повышение эффективности управления высшим образованием в решающей степени зависит, во-первых, от расширения полномочий и заинтересованности вузов в результативности управления издержками и предельной полезностью обучения, а во-вторых, от того, насколько быстро и адекватно рыночный механизм формирует требования к структуре и качеству подготовки выпускников вузов со стороны работодателей и насколько хорошо организует воздействие этих требований на предпочтения поступающих в вузы. Рыночный механизм действует стихийно – в том смысле, что практически не требует создания каких-либо надстроек (за пределами самого рынка), в классически простой ситуации, в которой он первоначально сформировался: на локальных рынках, при ограниченном числе продавцов и покупателей, когда предложения по ценам продаж или покупок товаров или услуг фиксируются, сличаются и обрабатываются по определенным правилам, формируя итоговую равновесную цену. Например, устанавливается цена, по которой может быть удовлетворено наибольшее количество заявок продавцов и покупателей. По мере расширения границ рынков и усложнения их организации требуется определение новых институциональных правил организации взаимодействия спроса и предложения, моделирования процессов оценки и сопоставления заявок продавцов и покупателей и формирования равновесной цены в конкретных условиях. Такого рода организация необходима для повышения эффективности рынков, снижения трансакционных издержек, ускорения процессов формирования равновесных цен.

В ситуации, когда возрастает роль рынка образовательных услуг в регулировании структуры и качества подготовки выпускников вузов, Министерство образования и науки до сей поры действовало сугубо административными методами, что отнюдь не способствовало повышению качества образования и приближению структуры подготовки студентов к потребностям экономики в квалифицированных специалистах. Если сегодня повышение качества и улучшение структуры подготовки квалифицированных специалистов зависит в первую очередь от рынка образовательных услуг, то Министерство образования и науки РФ в первую очередь должно максимально способствовать балансированию спроса и предложения на этом рынке, созданию условий, при которых цены на услуги образовательных организаций и цены на рабочую силу квалифицированных специалистов – выпускников вузов оптимизируют структуру и качество подготовки студентов. Для решения этой задачи целесообразно:

– разработать стратегический план модернизации российской экономики на ближайшие 5–10 лет; в рамках этого плана разработать план подготовки специалистов для нужд модернизируемых отраслей экономики;

– разработать концепцию формирования желательных для общества социальных качеств личности, включить компетенции, связанные с формированием такой личности, в структуру ГОС ВО и определить по-

рядок финансирования такой подготовки со стороны государства;

– сформировать в составе Министерства образования и науки России, а также региональных министерств или управлений образования и науки подразделения, занимающиеся прогнозированием потребностей подготовки квалифицированных выпускников вузов на среднесрочную перспективу и прогнозированием среднесрочных цен по направлениям и профилям подготовки выпускников, максимально балансирующих спрос и предложение; в текущей образовательной политике применять эти цены в качестве рекомендуемых максимальных, с возможностью установления надбавки либо скидки к ценам вузов разных категорий;

– для поощрения конкуренции на рынках образовательных услуг унифицировать состав профилей по направлениям подготовки бакалавров и магистров, предусмотрев возможность дальнейших специализаций в рамках профилей за счет включения в программы подготовки дополнительных дисциплин на основе заключения договоров ДПО между вузами, работодателями и обучающимися студентами.

Глубокая социальная ориентация экономики – это ориентация на человека и его потребности [5] – вполне совместима с рынком, который требует все более полной ориентации производства на платежеспособный спрос. Ориентация системы образования на возможно более полное соответствие структуры образовательной подготовки выпускников вузов потребностям экономики одновременно соответствует требованиям рыночной экономики и социальным потребностям носителей человеческого капитала. Практико-ориентированная подготовка выпускников вузов [11] также одновременно соответствует и потребностям экономики, и потребностям, экономическим и социальным, самих обучаемых. Если поставить ограничения хищническому использованию человеческого капитала, социальные потребности обучаемых будут более последовательно и интенсивно работать на развитие экономики, повышение общего уровня благосостояния населения.

## Список литературы

1. Иванов В.В., Комаров В.М., Павлов П.Н., Румянцев Н.А. Вопросы модернизации: роль социального капитала / В.В. Иванов, В.М. Комаров, П.Н. Павлов, Н.А. Румянцев. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2014. – 68 с.

2. Краснокутская Л.Н. Проблемы трудоустройства выпускников вузов // Духовная ситуация времени. Россия XXI век. Издательство: Некоммерческое партнерство «Академия методического и технического содействия экспертной деятельности». – Курск, 2015. – № 1(4). – С. 8–9.

3. Лаптев С.В., Филина Ф.В. Проблемы выбора финансово-экономической модели организации высшего образования / С.В. Лаптев, Ф.В. Филина // Фундаментальные исследования. – М., 2016. – № 10–1. – С. 140–148.

4. Лаптев С.В. Резервы повышения качества образовательного процесса в вузе на основе использования принципов и технологий открытого образования // Инновации в образовании. – 2015. – № 8. – С. 53–62.

5. Лаптев С.В. Филина Ф.В. Социальная ориентация экономики как условие ее долго-срочной эффективности // Труд и социальные отношения. – 2016. – № 10.

6. Мир в цифрах 2007, 2013. – М.: ЗАО «ОЛИМП-БИЗНЕС», 2007, 2013.

7. Насретдинова М.М. Проблемы трудоустройства студентов и выпускников ВУЗов // Социологические науки. – 2013. Выпуск июль.

8. Премьер. 2007. 27 марта – 2 апреля.

9. Пугач В.Р., Федорова Е.А. Трудоустройство выпускников российских вузов (статистико-социологический анализ) // Высшее образование в России. – 2011. – № 10. – С. 136–146.

10. Данные мониторинга трудоустройства выпускников Министерства образования и науки РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://graduate.edu.ru, (дата обращения: 22.10.2016).

11. Филина Ф.В. Актуальные проблемы построения системы практико-ориентированного экономического образования – В сборнике: Методические проблемы реализации компетентностно-ориентированного преподавания в современном вузе. Под редакцией С.В. Фролова, Д.А. Будюкина, Е.В. Фроловой; Ответственный за выпуск Д.А. Будюкин. – 2014. – С. 172–178.

12. Diamond Peter A., Mortensen Dale T., Pissarides Cristopber A. Markets with search frictions. The Nobel prize in Economic Sciences 2010; URL: http: //www. Nobel_prizes/economics/laureates/2010/

13. North D.C., Thomas R.P.(1973). The Rise of the Western Wold: A new Economic History, Camridge: Camridge Unirversity Press.

## References

1. Ivanov V.V., Komarov V.M., Pavlov P.N., Rumjancev N.A. Voprosy moderni-zacii: rol socialnogo kapitala / V.V. Ivanov, V.M. Komarov, P.N. Pavlov, N.A. Rumjancev. M.: Izdatelskij dom «Delo» RANHiGS, 2014. 68 p.

2. Krasnokutskaja L.N. Problemy trudoustrojstva vypusknikov vuzov // Duhovnaja situacija vremeni. Rossija XXI vek. Izdatelstvo: Nekommercheskoe partnerstvo «Akademija metodicheskogo i tehnicheskogo sodejstvija jekspertnoj dejatelnosti». Kursk, 2015. no. 1(4). pp. 8–9.

3. Laptev S.V., Filina F.V. Problemy vybora finansovo-jekonomicheskoj modeli organizacii vysshego obrazovanija / S.V. Laptev, F.V. Filina // Fundamentalnye issledovanija. M., 2016. no. 10–1. pp. 140–148.

4. Laptev S.V. Rezervy povyshenija kachestva obrazovatelnogo processa v vuze na os-nove ispolzovanija principov i tehnologij otkrytogo obrazovanija // Innovacii v obrazovanii. 2015. no. 8. pp. 53–62.

5. Laptev S.V. Filina F.V. Socialnaja orientacija jekonomiki kak uslovie ee dolgo-srochnoj jeffektivnosti // Trud i socialnye otnoshenija. 2016. no. 10.

6. Mir v cifrah 2007, 2013. M.: ZAO «OLIMP-BIZNES», 2007, 2013.

7. Nasretdinova M.M. Problemy trudoustrojstva studentov i vypusknikov VU-Zov // Sociologicheskie nauki. 2013. Vypusk ijul.

8. Premer. 2007. 27 marta 2 aprelja.

9. Pugach V.R., Fedorova E.A. Trudoustrojstvo vypusknikov rossijskih vuzov (statistiko-sociologicheskij analiz) // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2011. no. 10. pp. 136–146.

10. Dannye monitoringa trudoustrojstva vypusknikov Ministerstva obrazovanija i nauki RF [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: http://graduate.edu.ru, (data obrashhenija: 22.10.2016).

11. Filina F.V. Aktualnye problemy postroenija sistemy praktiko-orientirovannogo jekonomicheskogo obrazovanija V sbornike: Metodicheskie pro-blemy realizacii kompetentnostno-orientirovannogo prepodavanija v sovremennom vuze Pod redakciej S.V. Frolova, D.A. Budjukina, E.V. Frolovoj; Otvetstvennyj za vypusk D.A. Budjukin. 2014. pp. 172–178.

12. Diamond Peter A., Mortensen Dale T., Pissarides Cristopber A. Markets with search fric-tions. The Nobel prize in Economic Sciences 2010; URL: http: //www. No-bel_prizes/economics/laureates/2010/

13. North D.C., Thomas R.P.(1973). The Rise of the Western Wold: A new Economic Histo-ry, Camridge: Camridge Unirversity Press.

УДК 331.1

# МЕХАНИЗМ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Малышева О.С., Хафизов А.М., Бикбулатова Л.Р., Волков С.В., Шагимуратов Т.Р., Шарипов И.Г., Кудояров Р.И.**

*Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Салават, e-mail: alik_hafizov@mail.ru*

В данной статье рассматривается существующая в России система грантов, приводится классификация грантов и их специфика. Более углубленно анализируется система грантовой поддержки в нефтеперерабатывающей отрасли, выявляется базовая проблема финансирования предприятий нефтеперерабатывающей отрасли и предлагаются пути ее решения. Отдельно подчеркивается необходимость масштабного перехода к реализации инновационно-инвестиционных проектов, способствующих ускорению развития отечественной нефтепереработки и нефтехимии. Основными показателями финансовых ресурсов науки являются затраты на научные исследования и разработки, в том числе внутренние затраты на работы, выполняемые собственными силами организации, и внешние затраты на работы, выполняемые по договорам сторонними организациями. Проанализировав современное состояние механизмов управления и организации конкурсов на соискание грантов в научной сфере, мы установили, что действующее законодательство в области проведения конкурсов на соискание грантов в научной сфере не в полной мере учитывает особенности управления и сопровождения конкурсных процедур.

**Ключевые слова: гранты, классификация, специфика, конкурсы, наука, финансирование, показатели, эффективность, результативность**

# THE MECHANISM OF FUNDING FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**Malysheva O.S., Khafizov A.M., Bikbulatova L.R., Volkov S.V., Shagimuratov T.R., Sharipov I.G., Kudoyarov R.I.**

*Branch of SEI HE «Ufa State Petroleum Technological University», Salavat, e-mail: alik_hafizov@mail.ru*

This article discusses the existing in Russia system of grants classification grants and their specificity. More in depth analyses the system of grant support in the oil refining industry, revealed the underlying problem of financing the enterprises of the oil refining industry and the ways of its solution. Separately, emphasizes the need for a large-scale transition to the implementation of innovation and investment projects aimed at accelerating the development of domestic refining and petrochemicals. The main indicators of financial resources of science are the costs of research and development, including internal costs of work performed by own forces of the organization, and external costs of work performed under contracts with outside organizations. Analyzing the current state of governance and the organization of competitions for the grants in the scientific field, we have established that the current legislation in the field of conducting competitions for grants in the scientific field is not fully takes into account the management and maintenance of competitive procedures.

**Keywords: grants, classification, specifics, contests, science, funding, indicators, efficiency, effectiveness**

Кризис нефтеперерабатывающей промышленности России последнего десятилетия оказал разрушительное влияние на состояние отраслевой науки.

Такое положение в отраслевой науке привело к состоянию крайне низкой востребованности отечественных разработок со стороны нефтяных компаний при создании новых и модернизации действующих нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств.

При этом наши институты имеют целый ряд конкурентоспособных разработок в области переработки нефти и нефтехимии, для технологических процессов. Все исследования осуществляются российскими учеными.

Применение в промышленности этих разработок позволит обеспечить достойную конкуренцию по целому ряду направлений как и в продвинутых западных фирмах, поспособствует ускоренному процессу развития отечественной нефтепереработки и нефтехимии.

Снижение доли участия государства в управлении институтами создаст предпосылку потери институтами статуса отраслевых и будет иметь негативные последствия в развитии отраслевой науки.

Эффективность влияния науки на развитие экономики страны в разы выше, чем производства.

Одной из наиболее распространенных форм поддержки деятельности ученых в России и за рубежом являются гранты, выделяемые частными и государственными фондами, общественными организациями или правительствами стран. Согласно

определению, приведенному в ст. 2 Федерального закона № 127-ФЗ, гранты – это денежные и иные средства, передаваемые безвозмездно и безвозвратно гражданами и юридическими лицами, в том числе иностранными гражданами и иностранными юридическими лицами, а также международными организациями, получившими право на предоставление грантов на территории Российской Федерации в установленном Правительством Российской Федерации порядке, на проведение конкретных научных исследований на условиях, предусмотренных грантодателями.

Гранты могут быть классифицированы различными способами. Обычно подразделяют гранты на два основных типа: обусловленные и необусловленные. Первый тип предполагает, что грантор (лицо, которое выдает финансовые средства) определяет цели, на которые реципиент должен использовать выделенные средства. В случае необусловленных грантов реципиент может использовать финансовые средства по своему усмотрению. Данная классификация была предложена более 20 лет назад. В настоящее время эти группы включают в себя новые формы финансовой помощи. Однако основные характеристики системы остались прежними.

Субсидии федерального бюджета на финансирование мероприятий по предоставлению грантов предоставляются с учетом следующих условий:

– гранты направляются вновь зарегистрированным и действующим менее одного года малым предприятиям, включая крестьянские (фермерские) хозяйства и потребительские кооперативы;

– выделена приоритетная целевая группа учредителей малых предприятий (индивидуальных предпринимателей) – получателей грантов: зарегистрированные безработные, работники, находящиеся под угрозой массового увольнения (установление неполного рабочего времени, временная приостановка работ, предоставление отпуска без сохранения заработной платы, мероприятия по высвобождению работников), работники градообразующих предприятий;

– стоимость грантов не превышает 0,3 млн рублей на одного получателя поддержки – физического лица;

– гранты предоставляются после прохождения претендентом краткосрочного обучения и при наличии бизнес-проекта, оцениваемого комиссией с участием представителей некоммерческих организаций предпринимателей;

– гранты могут предоставляться в денежной форме (выплата субсидии) и в натуральной (предоставление в безвозмездное пользование основных средств, предоставление помещений в безвозмездное пользование и т.п.);

– обеспечена координация с региональной программой мероприятий, направленных на снижение напряженности на рынке труда [4].

Как правило, распределение грантов осуществляется на конкурсной основе. При этом ключевую роль в организации конкурсов на получение грантов выполняют механизмы управления конкурсными процедурами, обеспечивающие соблюдение таких основных требований, как открытость, доступность, конкурентоспособность, противодействие коррупции.

Разнообразие подходов к организации и проведению конкурсов прежде всего связано с различными целями и направлениями финансирования научных исследований, требованиями к грантополучателям и способами представления результатов.

Основными особенностями этой формы поддержки являются различные условия предоставления грантов, большое количество участников конкурсов, разработка соответствующей конкурсной документации одновременно для трех разных видов конкурсов и, самое важное, обеспечение организации и сопровождения конкурсов в один и тот же период времени.

При этом следует отметить, что только в 2015 году в конкурсах принимали участие более 4 500 претендентов на гранты, в том числе: молодых ученых кандидатов наук 2 729 на 500 грантов, молодых ученых докторов наук 257 на 100 грантов, ведущих научных школ 1609 на 650 грантов [2].

Несмотря на известную отечественную и зарубежную практику проведения конкурсов в научной сфере, для обеспечения организации и проведения таких масштабных конкурсов (конкурс на получение грантов Президента Российской Федерации) на высоком уровне и в сжатые сроки требуется разработка новых технологий для отбора кандидатов. Поэтому проблема совершенствования механизма организации и управления конкурсами на соискание грантов в научной сфере является весьма актуальной.

Долевое финансирование программ, осуществляемое в виде федеральной надбавки к субнациональным расходам, может стать инструментом, воздействующим на поведение субнациональных органов власти. Оно побуждает региональные и местные правительства вкладывать деньги в те отрасли субнациональных экономик, которые грантор рассматрива-

ет как приоритетные с точки зрения всего общества [2].

Соответствующими нормативными документами утверждаются порядок и условия выплаты грантов:

– для государственной поддержки научных исследований молодых российских ученых – кандидатов и докторов наук – Указом Президента РФ № 146, Постановлением Правительства РФ № 260;

– для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования – Постановлением Правительства РФ от № 220;

– для поддержки творческих проектов общенационального значения в области культуры и искусства – Указом Президента РФ № 1010, Постановлением Правительства РФ № 1061;

– для поддержки творческих проектов ведущих профессиональных коллективов симфонического и академического хорового искусства – постановлениями Правительства РФ № 720, 247, Приказом Минкультуры РФ № 250;

– для государственной поддержки ведущих театров для детей и юношества – Постановлением Правительства РФ № 869, Приказом Минкультуры РФ № 43.

Выбор источников финансирования инновационно-инвестиционных проектов (ИИП) актуален для различных отраслей экономики Российской Федерации, особенно для капиталоемких и фондоемких отраслей, к которым относятся нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Эти отрасли имеют высокую долю в ВВП РФ и в налоговых поступлениях в бюджет.

Предприятиям нефтегазовой промышленности требуются значительные объемы финансирования инновационно-инвестиционной деятельности, поскольку модернизационные процессы поиска, добычи и переработки сырой нефти связаны с необходимостью увеличения геологоразведочных работ, обновления основных производственных фондов, совершенствования технологий переработки сырой нефти и производства нефтепродуктов. Для решения этих вопросов необходим масштабный переход к реализации ИИП. ИИП в капиталоемких и фондоемких отраслях экономики имеют длительные сроки реализации и высокую степень риска, поэтому важно определить наиболее выгодные источники финансирования проектов и их рациональное сочетание. Выбор структуры источников финансирования влияет на уровень прибыльности компаний нефтегазовой отрасли [1].

В экономической литературе недостаточно освещены и обоснованы критерии выбора источников финансирования и формирования их рациональной структуры. Это же можно сказать и об управлении финансовым обеспечением процесса реализации ИИП в нефтегазовой промышленности [5].

Основными показателями финансовых ресурсов науки являются затраты на научные исследования и разработки, в том числе внутренние затраты на работы, выполняемые собственными силами организации, и внешние затраты на работы, выполняемые по договорам сторонними организациями. Затраты научных организаций на исследования и разработки в 2015 г. составили 822,3 млрд рублей, в том числе внутренние затраты – 610,4 млрд рублей и внешние затраты – 211,9 млрд рублей. Удельный вес внутренних затрат на протяжении рассматриваемого периода с 2010 г. ежегодно увеличивался и в 2015 г. в общем объеме затрат составил 74,2 % против 68,6 % в 2010 г. Уровень кооперации, характеризующийся удельным весом затрат, выполненных сторонними организациями, соответственно снижался и в 2015 г. составил 25,8 % против 31,4 % в 2010 г.

В целях модернизации и технологического развития российской экономики и повышения ее конкурентоспособности утверждены приоритетные направления науки, технологий и техники. По приоритетным направлениям науки, технологий и техники в 2015 г. был выполнен объем научных исследований и разработок на 361,6 млрд руб. против 100,4 млрд руб. в 2011 г. В общем объеме внутренних затрат на НИР затраты по этим направлениям увеличились с 34,8 % в 2011 г. до 59,2 % в 2015 г. Более половины объема выполненных научных работ в 2015 г. в Центральном (68,1 %), Сибирском (57,4 %), Северо-Западном (55,2 %), Южном (54,4 %), Дальневосточном (50,9 %) федеральных округах связаны с выполнением работ по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. Выполнение научных работ по приоритетным направлениям науки, технологий и техники в большей мере было сосредоточено в организациях сектора высшего профессионального образования (69 %) и предпринимательском секторе (60 %), в организациях государственного и коммерческого секторов этот объем несколько ниже – 54,8 % и 45,1 % соответственно. Основным источ-

ником финансирования внутренних затрат по приоритетным направления науки, технологий и техники являются бюджетные средства. В разные годы уровень бюджетных средств составлял 56–63 %, в 2015 г. – 58 %. В структуре приоритетных направлений науки, технологий и техники в 2015 г. наибольший удельный вес занимали транспортные и космические системы (41,2 %), информационно-телекоммуникационные системы (12,9 %) [3]. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата персонала, занятого исследованиями и 17 разработками, в рассматриваемом периоде ежегодно увеличивалась и в 2011 г. составила 28387 рублей против 23693 рублей в целом по экономике страны. Заработная плата научных работников в 2007 г. превышала уровень заработной платы в целом по экономике на 4,5 %, в 2010 г. – на 8 %, в 2012 г. – на 11,4 %, в 2013 г. – 18,6 %, в 2014 г. – на 19,5 %, в 2015 г. – на 19,8 %, Уровень заработной платы научных работников организаций федеральных округов был неоднозначен и отличался от среднероссийского уровня в ту или иную сторону. Так, в 2015 г. среднемесячная заработная плата по Уральскому, Центральному, Северо-Западному и Дальневосточным округам была на 2,1–18,5 % выше среднего уровня по стране. В то же время в Сибирском, Приволжском, Южном и Северо-Кавказском федеральных округах на протяжении всего рассматриваемого периода заработная плата научных работников существенно отставала от среднего уровня по России. В 2011 г. разница в оплате труда по этим регионам достигала 55,9 %. На протяжении последних 5 лет заработная плата научных работников предпринимательского сектора деятельности была выше среднего по стране. Сохранилась эта тенденция и в 2015 г., рост составил 102,8 %. Среднемесячная заработная плата научных работников, занятых исследованиями и разработками в академическом секторе, на протяжении 2007–2010 гг. была ниже среднероссийского уровня. В результате мер, принятых Правительством РФ по улучшению материального положения научных работников госакадемий начиная с 2010 г. уровень оплаты труда в данном секторе науки стал несколько возрастать. В 2015 г. средняя заработная плата научных работников в целом по Российской академии наук превысила среднероссийский уровень на 14,4 %, в Сибирском, Уральском и Дальневосточном отделениях Российской академии наук – на 17,1–35,5 %. В то же время в отраслевых академиях наук уровень заработной платы был ниже среднего, за исключением Российской академии архитектуры и строительных наук.

Проанализировав современное состояние механизмов управления и организации конкурсов на соискание грантов в научной сфере, мы установили, что действующее законодательство в области проведения конкурсов на соискание грантов в научной сфере не в полной мере учитывает особенности управления и сопровождения конкурсных процедур. В частности, в нормативной базе по государственным грантам для поддержки российских ученых и ведущих научных школ нет объединяющего документа первого уровня с завершенной логической структурой «кандидат наук – доктор наук – ведущая научная школа» для проведения конкурсов грантов, который позволил бы, с одной стороны, обеспечить значимость и стабильность роли государства в поддержке российских ученых, его заинтересованность в сохранении и развитии научного кадрового потенциала, а с другой стороны, показывал молодым ученым перспективность проведения научных исследований, возможности их роста и востребованности со стороны государства. Отсутствие обобщенного определения ведущей научной школы Российской Федерации и необходимого размера ее финансирования в документах первого уровня влечет за собой ряд негативных последствий. Несмотря на отмеченные недостатки в правовом регулировании выделения государственных грантов в научной сфере, накопленный опыт проведения конкурсов доказывает состоятельность данной формы финансирования отечественной науки как наиболее эффективный метод сохранения и развития кадрового потенциала на государственном уровне.

**Список литературы**

1. Бикметов А.Г. О методах управления персоналом на примере ОАО «Газпром Нефтехим Салават» [Текст] / Бикметов А.Г., Малышева О.С., Хафизов А.М., Капустин Г.В. / Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–5. – С. 992–995.

2. Ермасова Н.Б. Межбюджетные гранты в финансировании инвестиционной деятельности организаций / Н.Б. Ермасова, А.Н. Айриева. – Саратов: Саратовский государственный университет, кафедра финансов и кредита Известия Саратовского университета, 2011. – 67 с.

3. Кузнецов Д.Л. Экономическое обоснование разработки программы диагностирования змеевиков трубчатых печей / Д.Л. Кузнецов, О.С. Малышева, А.М. Хафизов // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2016: материалы Международной научно-методической конференции / редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 342–344.

4. Хафизов А.М. Проблемы корпоративной социальной ответственности в области экологии на примере ПАО «Газпром» [Текст] / А.М. Хафизов, О.С. Малышева, А.И. Само-

шкин, Я.Ф. Хабирова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6–2. – С. 480–484.

5. 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 // Материалы X Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» – Казань: изд-во КГЭУ. – 2015. – С. 11–12.

## References

1. Bikmetov A.G. O metodah upravlenija personalom na primere OAO «Gazprom Neftehim Salavat» [Tekst] / Bikmetov A.G., Malysheva O.S., Hafizov A.M., Kapustin G.V. / Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 12–5. pp. 992–995.

2. Ermasova N.B. Mezhbjudzhetnye granty v finansirovanii investicionnoj dejatelnosti organizacij / N.B. Ermasova, A.N. Ajrieva. Saratov: Saratovskij gosudarstvennyj universitet, kafedra finansov i kredita Izvestija Saratovskogo universiteta, 2011. 67 p.

3. Kuznecov D.L. Jekonomicheskoe obosnovanie razrabotki programmy diagnostirovanija zmeevikov trubchatyh pechej / D.L. Kuznecov, O.S. Malysheva, A.M. Hafizov // Integracija nauki i obrazovanija v vuzah neftegazovogo profilja 2016: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii / redkol.: N.G. Evdokimova i dr. Ufa: Izd-vo UGNTU, 2016. pp. 342–344.

4. Hafizov A.M. Problemy korporativnoj socialnoj otvetstvennosti v oblasti jekologii na primere PAO «Gazprom» [Tekst] / A.M. Hafizov, O.S. Malysheva, A.I. Samoshkin, Ja.F. Habirova // Fundamentalnye issledovanija. 2016. no. 6–2. pp. 480–484.

5. Hafizov A.M. Razrabotka sistemy «uluchshennoe upravlenie» dlja ocenki tehnicheskogo sostojanija jelektrooborudovanija s primeneniem virtualnyh analizatorov dlja predprijatij neftegazovoj otrasli / A.M. Hafizov, T.N. Kilsinbaev, T.I. Hakimov // Materialy X Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii «Tinchurinskie chtenija» Kazan: izd-vo KGJeU. 2015. pp. 11–12.

УДК 336.7:368.1

# К СОДЕРЖАТЕЛЬНЫМ АСПЕКТАМ И МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАНКА И СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

**[1]Медведев А.В., [2]Калачева И.В., [1]Иванченко П.Ю.**

*[1]ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Кемеровский филиал, Кемерово, e-mail: alexm_62@mail.ru, pavel-ivanchenko@hotmail.com;*

*[2]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет, Институт экономики и менеджмента», Кемерово, e-mail: irinakalacheva@mail.ru*

В статье описан процесс интеграции двух важнейших секторов экономики – банковского и страхового. Представлены виды возможного сотрудничества между ними. Одна из форм сотрудничества состоит в минимизации возникающих в ходе профессиональной деятельности банков их специфических рисков. Такая минимизация возможна за счет заключения договоров страхования, где банк выступает в качестве страхователя и страхует себя, как финансовый институт. В работе приведены показатели, на основе которых можно оценить отдельные этапы партнерских отношений банков и страховых компаний. С целью оценки эффективности взаимодействия кредитной и страховой организации построена оптимизационная, двухкритериальная линейная математическая модель, учитывающая наличие договора страхования между банком и страховой фирмой. Модель проанализирована с помощью авторской автоматизированной информационной системы. Получены численные результаты, соответствующие содержательному смыслу процессов взаимодействия банка и страховой фирмы.

**Ключевые слова: банк, страховая компания, интеграция, страхование банковских рисков, математическая модель, задача линейного программирования, страховые премии, финансовый результат**

# TO THE SUBSTANTIAL ASPECTS AND MATHEMATICAL MODELING OF BANK AND INSURANCE COMPANY INTERACTION

**[1]Medvedev A.V., [2]Kalacheva I.V., [1]Ivanchenko P.Yu.**

*[1]Russian Economics University of Plekhanov, the Kemerovo branch, Kemerovo, e-mail: alexm_62@mail.ru, pavel-ivanchenko@hotmail.com;*

*[2]Kemerovo State University, Institute of Economy and Management, Kemerovo, e-mail: irinakalacheva@mail.ru*

This article describes the process of integrating the two most important sectors of the economy – banking and insurance. There are presents the types of possible cooperation between them. One form of cooperation is to minimize arising in the course of professional activity of banks of their specific risks. This can minimize the expense of insurance contracts where the bank acts as an insurer and insures itself as a financial institution. The paper presents indicators on which to assess the individual steps partnership of banks and insurance companies. In order to evaluate the effectiveness of the interaction of credit and insurance organizations. One is based on the optimization, two-criteria linear mathematical model that takes into account the existence of the insurance contract between the bank and the insurance company. The model is analyzed with the help of the author's automated information system. Numerical results corresponding meaningful sense of the interaction of the bank and the insurance company.

**Keywords: bank, insurance company, integration, insurance of bank risks, mathematical model, task of linear programming, insurance premiums, financial result**

Современные экономические условия, сложившиеся как в России, так и в мире, неизбежно сопровождаются процессами интеграции различных сфер экономики, в том числе рынка банковских услуг и рынка страхования.

Процесс интеграции двух секторов финансового рынка развивался постепенно. Изначально все было сведено к оказанию взаимных услуг, когда банк и страховая компания выступали в качестве клиентов друг друга: страховщики размещали в банковские депозиты свои резервы, банки страховали свое имущество, жизнь сотрудников. По мере развития сотрудничества отношения перешли на новый уровень: банки в процессе страхования своей деятельности стали активными агентами страховых компаний, распространяя среди своих клиентов страховые продукты и услуги, а углубление процессов интеграции приводит к созданию страховыми организациями собственных банков, у банков появились дочерние страховые компании.

Одним из направлений сотрудничества кредитных и страховых организаций является страхование специфических банковских рисков, таких как операционный, кредитный риски и т.п. Страхование является одним из способов минимизации рисков банка, которым он может воспользоваться

при отсутствии возможности воздействовать на степень риска иными способами: резервирование средств, хеджирование рисков и прочие.

Использование страхования в качестве основного инструмента покрытия рисков выгодно обеим сторонам сотрудничества: банки имеют возможность при наступлении страховых случаев существенно сократить убытки за счет страхового возмещения и улучшить финансовый результат деятельности, а страховые компании – повысить свою доходную базу за счет полученных страховых премий. Кроме того, факт страхования банком своей основной деятельности способствует увеличению количества вкладов и расширению ресурсной базы деятельности банка.

Анализ и оценка взаимодействия партнеров является необходимым элементом такого сотрудничества, т.к. способствует выявлению проблем, нахождению путей их решения, корректировке действий контрагентов с целью получения положительного эффекта обеими сторонами.

Вопрос выбора показателей для оценки взаимодействия контрагентов при страховании банковских рисков достаточно сложный, т.к. процесс такого сотрудничества разбивается на ряд взаимосвязанных этапов и на каждом этапе используется определенный набор показателей. Так, например, на этапе выбора партнеров в качестве оцениваемых параметров деятельности страховых компаний могут выступать уровень достаточности страховых резервов, уровень выплат, уровень страховой нагрузки и другие. Работу банка на этом же этапе следует оценивать по качеству риск-менеджмента, деловой репутации и т.п. На этапе заключения договора стороны оценивают страховое покрытие, общую сумму договора, сумму страховых премий и т.п. В случае реализации страховой защиты для страхователя определяющим будет уровень страхового возмещения, для страховщика – тяжесть ущерба, коэффициент убыточности и т.п.

Все вышеперечисленные показатели можно определить для каждого конкретного договора страхования банковских рисков. При оценке стратегических интересов банка и страховой фирмы, на наш взгляд, особый интерес представляет вопрос влияния страхования банковских рисков на состояние банковского и страхового секторов финансового рынка.

Основная проблема такой оценки заключается в том, что в финансовой отчетности страховых компаний и кредитных организаций отсутствуют данные по страхованию банковских рисков, т.к. они не выделены в отдельные показатели. Также отсутствует официальная статистика по этому вопросу.

К редким доступным источникам получения данных о страховых премиях по страхованию банковских рисков относится ежегодный обзор рынка банкострахования, проводимый рейтинговым агентством «Эксперт РА» [8]. Этот показатель характеризует сумму доходов, получаемых страховщиками от данного вида страхования. Эффект для кредитных организаций, выступающих в роли страхователей, можно выявить косвенным способом через показатель общего финансового результата по всему банковскому сектору [9]. При этом зависимость страхования и финансовых результатов деятельности банков можно объяснить следующим: увеличение суммы страховых премий свидетельствует о том, что банки расширяют сотрудничество со страховщиками по страхованию банковских рисков, что способствует повышению стабильности кредитных организаций, улучшению их имиджа на рынке и, как следствие, привлечению новых клиентов. Всё это приводит к увеличению ресурсной базы, расширению активных операций, что положительно сказывается на финансовых результатах банковского сектора.

Учитывая сложность описанных процессов и ограниченные возможности по получению соответствующих статистических данных, количественная оценка эффективности взаимодействия банка и страховой компании затруднена без применения методов математического моделирования. Так как указанное взаимодействие двух финансовых институтов носит стратегический характер, то выявление его потенциала требует использования оптимизационных моделей, включающих критерии деятельности, описывающие долгосрочные аспекты и мотивы этого взаимодействия [7].

Рассмотрим следующую содержательную постановку задачи. Пусть коммерческий банк представляет собой организацию, выполняющую основную институциональную функцию финансовой подсистемы в экономике – аккумуляцию временно свободных финансовых ресурсов экономических агентов для предоставления им инвестиционных кредитов. Для этого банк привлекает депозиты по цене банковского депозитного процента и выдает кредиты по цене банковского кредитного процента, котирует свои ценные бумаги на межбанковском рынке капитала, имеет возможность ссужать наличность, несет затраты на осуществление операционной деятельности. Сальдо возникающих потоков определяет стратегическую прибыль банка, которая может дисконтироваться на горизонте планирования по ставке, учитывающей

инфляцию и другие риски деятельности коммерческого банка. Свои кредитные и операционные риски банк страхует, заключая договор со страховой компанией о выплате страховой суммы в случае возникновения страховых случаев. Определить потенциалы банка и страховой компании по извлечению своей прибыли при указанном взаимодействии на заданном горизонте планирования с учетом ограничений внешней рыночной среды. Обозначим

$$X = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)^T,$$

где $X_1$ – ликвидные активы банка (ценные бумаги, свободная наличность, не «играющие» на рынке капитала), д.е.;
$X_2$ – доходные активы банка (кредиты, ценные бумаги), д.е.;
$X_3$ – депозиты юридических лиц, д.е.;
$X_4$ – депозиты физических лиц, д.е.;
$X_5$ – страховая премия, выплачиваемая банком страховой фирме, д.е.;
$b$ – экспертно задаваемый коэффициент, влияющий на привлечение средств клиентов и расширение текущих возможностей банка в связи со страхованием;
$r$ – ставка доходов на капитал (на межбанковском рынке капитала);
$r_1$ – ставка сужения денег (ссудный процент за «живые» деньги);
$r_2$ – ставка кредита;
$r_3$ – ставка депозитов физических лиц;
$r_4$ – ставка депозитов юридических лиц;
$\alpha$ – норма обязательного резервирования;
$\delta_i$ – стоимость обслуживания единицы $X_i (i = 1,\ldots,4)$ (экспертные величины владельцев банковского процесса);
$\mu \in (0; 1)$ – весовой коэффициент, отражающий вес критериев эффективности банка и страховой компании в их выпуклой линейной комбинации;
$M = (1 - \alpha)*(X_3 + X_4) - X_2$ – средства банка на межбанковском рынке капитала;
$SC$ – собственный капитал банка;
$LM$ – максимальный объем выдаваемых кредитов;
$DM$ – максимальный объем привлекаемых депозитов;
$SPM$ – максимальный объем страховой премии.

Тогда прибыль $\Pi_Б(X)$ деятельности банка определим как условие

$$\Pi_Б(X) = r_1X_1 + r_2X_2 - r_3X_3 - r_4X_4 + r((1-\alpha)*(X_3 + X_4) - X_2) - \delta_1X_1 - \delta_2X_2 - \delta_3X_3 - \delta_4X_4 = (r_1 - \delta_1)X_1 + (r_2 - \delta_2 - r)X_2 + (-r_3 - \delta_3 + r(1-\alpha))X_3 + (-r_4 - \delta_4 + r(1-\alpha))X_4 + (b-1)X_5 \to \max, \quad (1)$$

а страховой фирмы – как условие

$$\Pi_C = X_5 \to \max. \quad (2)$$

Сделаем далее несколько замечаний по приведенной модели. Ключевым параметром, описывающим взаимодействие банка и страховой компании, очевидно, является параметр $b$. Его прямое определение не представляется возможным. Вместе с тем эксперт-аналитик в банковской сфере может сделать его оценку, например, аналоговым методом, путем сравнения, например, ряда банков-аналогов, соответственно использующих и не использующих механизмы страхования.

Соотношение баланса активов и пассивов банка, по своему содержательному смыслу, носит стратегический характер, а страховые премии – это текущие расходы банка, отражаемые в его отчетных документах о финансовых результатах. Вместе с тем, в свете того, что основной целью модели является отражение стратегических мотивов взаимодействия банка и страховой компании, страховую премию – как единственный связующий их в модели формализованный поток на всем горизонте планирования – целесообразно, на наш взгляд, включить в несущее стратегический смысл балансовое соотношение активов и пассивов банка. Указанное соотношение в модели будет представлено в виде следующего ограничения-неравенства:

$$X_1 + X_2 - X_3 - X_4 + X_5 \leq SC. \quad (3)$$

Ликвидное ограничение $\ell(X_1 + X_2) \leq X_1$, соответствующее нормативным положениям по уровню ликвидности активов банка, запишем в виде

$$(\ell - 1)*X_1 + \ell*X_2 \leq 0; \quad (4)$$

$$X_2 \leq LM; \text{ (ограничение на объем кредитов)} \quad (5)$$

$$X_3 + X_4 \leq DM; \quad (6)$$
(ограничение на объем депозитов)

$$X_5 \leq SPM; \quad (7)$$
(ограничение на объем страховой премии)

$$X_i \geq 0, \; i = 1,\ldots,5. \quad (8)$$

Приведенная задача может быть представлена в стандартном виде задачи линейного программирования (ЗЛП):

$$AX \leq B, \; CX \to \max, \; X \geq 0, \quad (9)$$

где $A$ – матрица коэффициентов ограничений (3)–(8), $B$ – вектор-столбец ресурсов, $C(\mu) = \mu\Pi_Б + (1 - \mu)\Pi_C$ – вектор коэффициентов целевой функции модели (9), представляющий собой выпуклую линейную комбинацию целевых критериев (1), (2) банка и страховой компании при их стратегическом взаимодействии.

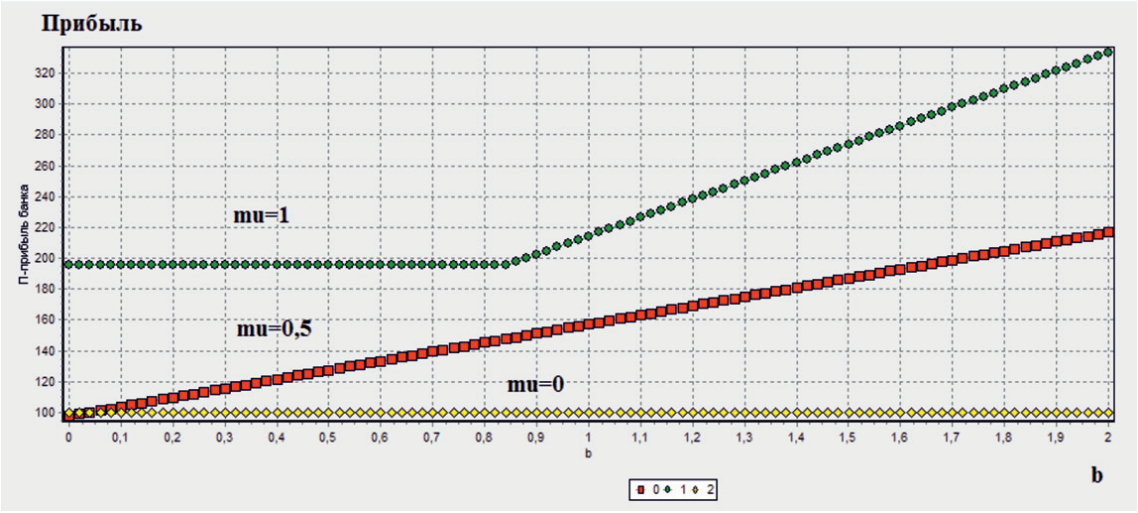



*Рис. 1. Зависимость прибылей банка, страховой компании и их выпуклой линейной комбинации от коэффициента b*

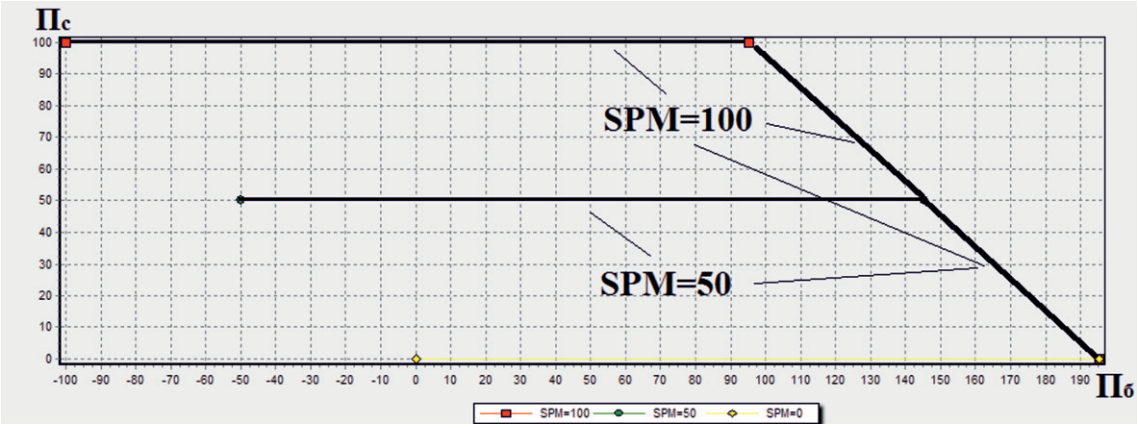



*Рис. 2. Парето-множество задачи (9) в системе координат $\prod_Б$, $\prod_C$ при b < 1*

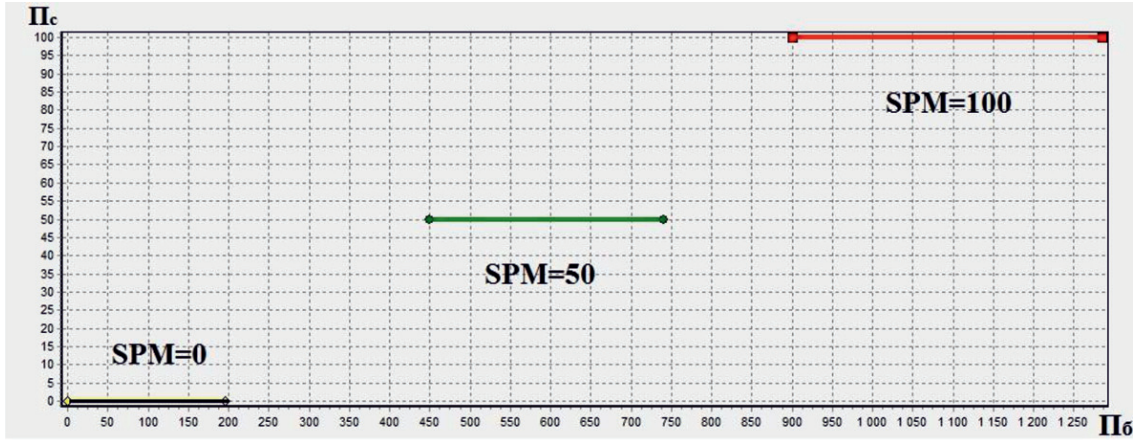



*Рис. 3. Парето-множество задачи (9) в системе координат $П_Б$, $П_C$ при b > 1*

Построенная модель (1)–(8) была протестирована с помощью финансово-аналитического пакета, подробно описанного в работе [1]. Указанный пакет позволяет эффективно осуществлять многокритериальный, многопараметрический анализ задачи линейного программирования и был применен, например, в работе [6] при анализе эффективности деятельности банка по показателю ликвидности его активов.

На рис. 1 приведены результаты численного эксперимента, построенного по модели (1)–(8) со следующими входными данными: $r = 0{,}1123$; $l = 0{,}5$; $\alpha = 0{,}05$; $r_1 = 0{,}2$; $r_2 = 0{,}15$; $r_3 = 0{,}01$; $r_4 = 0{,}1$; $SC = 300$; $LM = 1000$; $DM = 500$; $SPM = 100$; $\delta_1 = 0{,}01$; $\delta_2 = 0{,}02$;$\delta_3 = 0{,}01$;$\delta_4 = 0{,}01$.

Здесь на графиках представлены зависимости $C(1) = П_Б(b)$, $C(0) = П_С(b)$, а также $C(0{,}5) = (П_Б + П_С)/2$, которые, по модели (1)–(8), можно трактовать соответственно как распределение прибылей в интересах только банка, в интересах только страховой компании, а также в случае равномерного учета интересов банка и страховой компании. Анализ рисунка позволяет сделать вывод, что, в заданном диапазоне изменения параметра $b$ – экспертно задаваемого коэффициента, влияющего на привлечение средств клиентов и расширение текущих возможностей банка в связи со страхованием своей деятельности – происходит постоянное увеличение эффекта (в форме линейной комбинации прибылей) от взаимодействия банка и страховой компании (средний график). В связи с этим имеет место количественное подтверждение (в рамках представленной модели) гипотезы о взаимной выгоде от стратегического взаимодействия банка и страховой компании.

На рис. 2–3 представлены Парето-множества, полученные в результате решения задачи (9), при фиксированных значениях страховой премии $SPM = 50$ д.е. и $SPM = 100$ д.е. и при значениях параметра $b < 1$ и $b > 1$ соответственно. Из рис. 2 видно, что с ростом размера страховой премии расширяются возможности преимущественно страховой компании, тогда как рис. 3 иллюстрирует рост возможностей как страховой компании, так и банка. В частности, как видно из рис. 3, если при $SPM = 0$ диапазон значений критерия банка меняется от 0 ($\mu = 0$) до 200 ($\mu = 1$), то при $SPM = 50$ и $SPM = 100$ указанный диапазон лежит в пределах (450; 750) и (900; 1300). Анализ Парето-множеств позволяет осуществлять поддержку принятия решений по выбору размера не только страховой премии, но и любого из присутствующих в модели (1)–(8) параметров. Как показали проведенные с помощью пакета [1] расчеты, все полученные зависимости не противоречат содержательному смыслу параметров, переменных и критериев модели (1)–(8).

Страхование банками своих рисков положительно влияет на финансовый результат их деятельности. Статистические данные свидетельствуют, что выбранные показатели – страховые премии и финансовые результаты деятельности кредитных организаций – коррелируют между собой, то есть увеличение одного показателя соответствует увеличению другого и наоборот. Особенно ярко это прослеживается в период экономических кризисов, когда банки, с целью сокращения своих расходов, отказываются от выбранных страховых продуктов, чтобы сэкономить на страховых премиях. Однако в дальнейшем такая экономия может серьезно сказаться на доходах банка, существенно сокращая их. Например, при наступлении страхового случая банку приходится ликвидировать его последствия за счет собственных средств, что, порой, обходится гораздо дороже, чем сумма страховой премии. Кроме того, отсутствие страхования специфических рисков может негативно сказаться на деловой репутации банка и его конкурентной позиции на рынке, что также отразится на финансовых результатах его деятельности. Указанные выводы в первом приближении подтверждаются результатами моделирования и двухкритериального численного анализа описанных процессов.

**Список литературы**

1. Горбунов М.А., Медведев А.В., Победаш П.Н., Смольянинов А.В. Оптимизационный пакет прикладных программ «Карма» и его применение в задачах бизнес-планирования // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 42–47.

2. Калачева Е.А., Калачева И.В. К определению сущности банковского страхования // Социально-экономические преобразования в России: сборник научных трудов. – 2013.

3. Калачева И.В. О сущности страхования банковских рисков // Социальная роль системы страхования в условиях рыночной экономики России: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции: Казань, Изд-во Казан.ун-та, 2014. – С. 279–282.

4. Калачева И.В., Козлова О.Н. Страхование банковских рисков в системе защиты имущественных интересов банков // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2014 . – № 4(60). – Т. 3. – С. 257–261.

5. Калачева И.В., Козлова О.Н. Управление банковскими рисками методом страхования // Наука и образование в современном обществе: вектор развития: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 3 апреля 2014 года. В 7 частях. Часть III. – М.:«АР-Консалт», 2014. – С. 40–41.

6. Медведев А.В. Модель и пакет программ стратегического планирования деятельности коммерческого банка // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновации в современном мире: проблемы и перспективы». – Волгоград, М.: 2009. – С. 336-339.

7. Медведев А.В., Иванченко П.Ю. Оптимизационная модель стратегического планирования деятельности коммерческого банка // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 10–3. – С. 512–513.

8. Рынок банкострахования в 2015 году: жизнь без кредитов. Рейтинговое агентство «Эксперт РА», 2012–2015; URL: http://www.raexpert.ru/researches/insurance/bancassurance_2015 (дата обращения: 10.09.2016).

9. Финансовые результаты деятельности кредитных организаций. Статистический Бюллетень Банка России. – 2016. – № 1. – С. 113; URL: http://www.cbr.ru/publ/BBS/Bbs1601r.pdf (дата обращения: 10.09.2016 г.).

## References

1. Gorbunov M.A., Medvedev A.V., Pobedash P.N., Smoljaninov A.V. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental Research], 2015, no. 4–0, pp. 42–47.

2. Kalacheva E.A., Kalacheva I.V. Sbornic nauchnykh trudov: Socialno-economicheskie preobrazovaniya v Rossii [Social and economic transformations in Russia: collection of scientific works], 2013.

3. Kalacheva I.V. Socialnaya rol sistemy strakhovaniya v usloviyakh rynochnoi economiki Rossii [Social role of system of insurance in the conditions of market economy of Russia: collection of materials XV of the International scientific and practical conference], 2014, pp. 279–282.

4. Kalacheva I.V., Kozlova O.N. Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Kemerovo State University], 2014, no. 4(60), T. 3, pp. 257–261.

5. Kalacheva I.V., Kozlova O.N. Nauka I obrazovanie v sovremennom obshchestve: vector razvitiya [Science and education in modern society: development vector: The collection of scientific works on materials of the International scientific and practical conference], 2014, pp. 40–41.

6. Medvedev A.V. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovatsii v sovremennom mire: problemy i perspektivy», 2009, pp. 336–339.

7. Medvedev A.V., Ivanchenko P.Yu. Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovanii, 2016, no. 10–3, pp. 512–513.

8. Reitingovoe agentstvo «Expert RA» (Rating agency Expert RA). Available at: http://www.raexpert.ru/researches/insurance/bancassurance_2015/ (accessed 10 September 2016).

9. Finansovye rezul’taty deyatel’nosty kreditnykh organizatsii. Statisticheskiy bulleten Banka Rossii (Bank of Russia Statistical Bulletin). Available at: https://www.cbr.ru/publ/?PrtId = bbs (accessed 10 September 2016).

УДК 338.4:519.866

# ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПТОВЫХ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

**Назимов А.С., Ли С.Р., Сусленкова Ю.В., Лисичкина Е.А.**

*Кемеровский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Кемерово, e-mail: nazimov1979@yandex.ru, sergejli@yandex.ru, suslenkovaU@gmail.com, lisea07@bk.ru*

В данной работе ставится задача оценки экономической эффективности деятельности оптовых торговых предприятий электронной коммерции по предоставлению дилерской услуги в реализации наборов и/или комплектов товаров массового спроса. Для оценки эффективности подобных проектов они представляются как классические инвестиционные, с той разницей, что в качестве продукции в них выступает услуга по оптовым продажам, а основные производственные фонды дополнительно включают наборы и/или комплекты товаров, которые характеризуются номенклатурой и ценой, предназначенные для реализации в течение нескольких экономических циклов через витрину оптового интернет-магазина. В работе рассмотрена специфика оптовой торговли товарами массового спроса, а именно наливной парфюмерии. Приведена содержательная постановка задачи, перечислены основные и оборотные производственные фонды для исследуемого вида деятельности, дается оценка экономической эффективности бизнеса с использованием оптимизационного финансово-аналитического программного продукта. Соответствующие оценки подвергнуты параметрическому анализу, позволяющему определять уровень и диапазон цен на основные средства и предоставляемую услугу, оптимальные объемы требуемых инвестиций и производства услуги с учетом рыночного спроса на нее.

**Ключевые слова: коммерческая деятельность, оптовая торговля, автоматизированная оценка экономической эффективности**

# EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF PROVIDING SERVICES ON TRADE DEALER SET OF CONSUMER GOODS

**Nazimov A.S., Lee S.R., Suslenkova Yu.V., Lisichkina E.A.**

*Kemerovo branch of Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Kemerovo, e-mail: nazimov1979@yandex.ru, sergejli@yandex.ru, suslenkovaU@gmail.com, lisea07@bk.ru*

In this work, the task of evaluating the economic efficiency of the wholesale trade enterprises to provide e-commerce dealer services in the implementation of sets and / or sets of goods of mass demand. To evaluate the effectiveness of such projects, they are presented as a classic investment, with the difference that, as products in their stands Services in wholesale sales, and basic production assets further include kits, and / or sets of goods, which are characterized by the nomenclature and the price, and intended for sale over several economic cycles through the window of the wholesale online store. The paper deals with the specifics of the wholesale trade in goods of mass demand, namely the filling of perfumes. Shows a meaningful statement of the problem, are the main and circulating funds for production of test activity, assesses the cost-effectiveness of the business with the optimization of financial and analytical software. The corresponding estimates subject to parametric analysis, which allows to determine the level and range of the prices of basic tools and the services provided, the optimal volume of investment required and the production of services, taking into account market demand.

**Keywords: commercial activities, wholesale trade, the automated evaluation**

Оптовые торговые предприятия электронной коммерции (ОТПЭК) в настоящее время являются важнейшим звеном в распределительной сети реализации товаров и услуг. Схема (суть) работы ОТПЭК состоит в реализации наборов и/или комплектов товаров розничным торговым предприятиям электронной коммерции (РТПЭК). Под комплектами товаров понимается выборка взаимосвязанных товаров из каталогов предприятия-производителя / ОТПЭК для полного или частичного удовлетворения потребностей покупателя в той или иной области жизнедеятельности (спорт, туризм, парфюмерия и т.д.) [10]. Под наборами товаров понимается выборка невзаимосвязанных товаров из каталогов предприятия производителя / ОТПЭК.

Существенным отличием ОТПЭК от РТПЭК, для оценки их эффективности на базе решения оптимизационной задачи бизнес-планирования, является то, что наборы и/или комплекты товаров РТПЭК должны быть реализованы в течение одного экономического цикла и поэтому являются оборотными производственными фондами, а наборы и/или комплекты товаров ОПТЭК могут реализовываться в течение нескольких экономических циклов и являются основными производственными фондами (ОПФ).

Основными задачами ОТПЭК являются:

– закупка товаров у предприятия-производителя;

– формирование торгового ассортимента, удовлетворяющего запросы потребителей;

– поддержание наличия торгового ассортимента в соответствии с запросами потребителей;

– маркетинговые исследования для предприятия-производителя и РТПЭК.

Такой вид коммерции обеспечивает удобный формат взаимодействия между предприятием-производителем, ОТПЭК (дилером) и РТПЭК.

В качестве примера в данной работе произведена оценка эффективности деятельности ОТПЭК (дилера) по продажам наливной парфюмерии RENI в виде наборов товаров. Рассмотрена схема распространения наливной парфюмерии в РФ через ОТПЭК (дилеров).

Торговля наливной парфюмерией RENI осуществляется в три стадии:

1. Предприятия-производители распространяют наборы товаров между ОТПЭК (дилерами).

2. ОТПЭК (дилеры) распространяют наборы товаров между РТПЭК.

3. РТПЭК распространяют наборы товаров среди населения.

В настоящее время, несмотря на большую популярность ОТПЭК (дилеров), а также оптовых предприятий традиционной торговли, осуществляющих свою деятельность с использованием элементов электронной коммерции, недостаточно развиты методы и средства для оценки экономической эффективности подобных проектов с использованием оптимизационных финансово-аналитических программных продуктов [4].

**Содержательная постановка задачи**

В данной работе решается задача оценки экономической эффективности для оптовых торговых предприятий, работающих в сфере электронной коммерции и оптовых предприятий традиционной торговли, осуществляющих свою деятельность с использованием элементов электронной коммерции.

Основным критерием эффективности функционирования ОТПЭК является обеспечение бесперебойных поставок наборов и/или комплектов товаров в РТПЭК в количестве и ассортименте, необходимом для удовлетворения спроса населения при рациональном использовании всех ресурсов и затрат.

Рассмотрим следующую постановку задачи оценки эффективности деятельности ОТПЭК по торговле комплектами и/или наборами товаров, которые характеризуются номенклатурой и ценой. Здесь использование единого подхода для оценки эффективности деятельности различных ОТПЭК обусловлено универсальностью схемы работы оптового интернет-магазина, которая не зависит от номенклатуры и цены комплектов и/или наборов продаваемых товаров.

Общую стоимость комплектов и/или наборов товаров для оптовых и розничных предприятий электронной коммерции можно записать с помощью формулы

$$z_0 = \sum_{i=1}^{K} \sum_{j=1}^{N_i} z_{i,j} \qquad (*)$$

где $K$ – количество наборов и/или комплектов товаров, реализуемых предприятием-производителем или ОТПЭК (дилером), $N_i$ – количество товаров в $i$-ом наборе/комплекте товаров, $Z_{i,j}$ – цена $j$-ого товара в $i$-ом наборе/комплекте товаров, $Z_0$ – общая стоимость реализованных комплектов и наборов товаров предприятием-производителем или ОПТЭК (дилером).

Пусть инвестор имеет начальный капитал (свободные денежные средства). Ему необходимо приобрести у предприятия-производителя комплекты и/или наборы товаров, организовать их доставку на склады и продажу РТПЭК. Необходимо определить оптимальные количества наборов товаров, выручку от их продаж и объем инвестиций ОТПЭК такие, чтобы чистая приведенная стоимость (NPV) собственных средств инвестора (дисконтированная сумма прибыли и стоимости имущества) была максимальной, при условиях равномерности поставок наборов и/или комплектов товаров предприятием-производителем. При этом предполагается, что выручка от продаж не превосходит маркетинговой оценки спроса на комплекты и/или наборы товаров, а их стоимостной объем ограничен имеющимися возможностями транспортных средств и емкостью складов.

**Основные и оборотные производственные фонды**

К основным производственным фондам (ОПФ) для описываемого вида коммерческой деятельности ОТПЭК, на наш взгляд, целесообразно отнести следующие составляющие:

1) товарные запасы наборов товаров на складе и в пути;

2) складское оборудование (стеллажи для склада);

3) компьютерная и оргтехника (ПК, принтер).

В качестве оборотных производственных средств рассматриваются следующие составляющие:

1) оплата работы кладовщика и курьера;

2) оплата транспортных расходов;

3) оплата упаковочно-фасовочного материала;

4) оплата телефона и доступа в интернет;
5) расходные материалы для оргтехники.

### Оценка уровня спроса на продукцию оптовых предприятий электронной коммерции

Для оценки спроса на продукцию ОТПЭК необходимо оценить, как минимум, количество людей, имеющих интерес к этой продукции. Экспресс-оценка потенциальных клиентов оптового интернет-магазина может быть проведена посредством использования инструментария «Опрос» в социальных сетях. Приблизительная оптимистическая оценка спроса на продукцию ОТПЭК в денежном выражении может быть рассчитана как произведение потенциального количества клиентов и средней стоимости наборов и/или комплектов товаров РТПЭК.

### Численная оценка эффективности деятельности оптового торгового предприятия электронной коммерции

В качестве продукции ОТПЭК рассматривается услуга по дилерской продаже оптом в Кемеровской области наливной парфюмерии RENI.

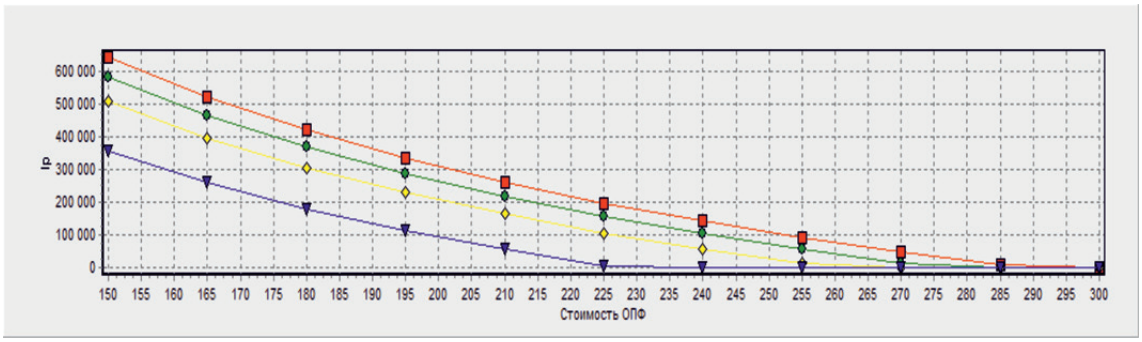



*Рис. 1. Пример зависимости NPV проекта от стоимости ОПФ*

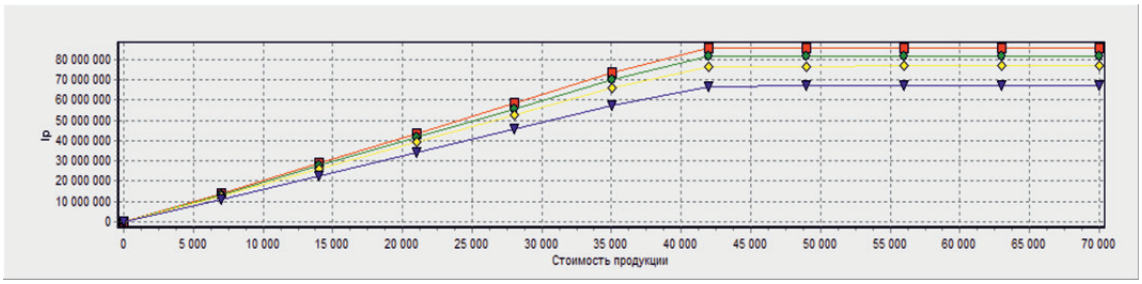



*Рис. 2. Пример зависимости NPV проекта от стоимости услуги*

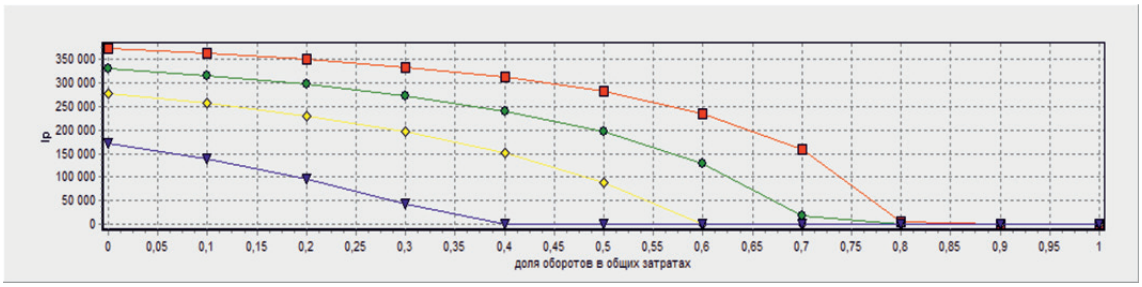



*Рис. 3. Пример зависимости NPV проекта от доли оборотных затрат в общей сумме затрат предприятия*

Учитывая, что оценка эффективности экономической деятельности сводится к оценке эффективности соответствующих инвестиционных проектов (ИП), для решения указанной задачи был выбран предоставленный разработчиками автоматизированный комплекс «Карма», работа которого подробно описана в источниках [1, 5, 8]. Данный программный комплекс основан на решении оптимизационной задачи бизнес-планирования [6, 7], позволяющей определять потенциал деятельности ОТПЭК. Указанный комплекс был апробирован при численном анализе деятельности коммерческой фирмы [9–10].

Указанный комплекс ориентирован на различных пользователей: специалисту-математику он позволяет создавать и корректировать математические модели в форме многокритериальных задач линейного программирования, а также контролировать корректность внесения информации; экономисту-аналитику, бизнесмену – в удобном режиме создавать собственную конфигурацию бизнес-проекта (выделяя блоки характеристик активов, продукции, внешнего окружения проекта, финансовый блок и т.п.) и заносить входную статистическую и экспертную информацию. Результаты расчетов представляются как в виде графиков многопараметрических зависимостей, так и в виде Парето-множеств в критериальном пространстве (двух или трех критериев). К основным преимуществам комплекса, имеющим важное значение для реализации описываемого здесь подхода, можно отнести:

- возможность создания математической модели в пользовательском режиме;
- наличие анализатора математических формул;
- визуальный редактор матриц, задаваемых поблочно, позволяющий заполнять их по заданным формулам, с помощью анализатора формул;
- возможность разделения параметров модели по группам для создания собственной конфигурации проекта;
- построение и параметрический анализ большого количества графиков зависимостей от любых параметров модели на одном рисунке, а также параметрический анализ Парето-множеств;
- гибкая настройка вида графиков (легенда, метки, значения в точках).

В процессе экспертной оценки в качестве исходных значений основных показателей экономической деятельности ОТПЭК по продажам наливной парфюмерии в Кемеровской области, были использованы следующие значения: стоимость единицы основных производственных фондов – 190 руб.; стоимость услуги – 500 руб., фондоотдача – 2,63; трудоемкость – 0,03. Кроме того, считаем, что организация осуществляет услугу в том объеме, в котором продукция имеется в наличии на складе:

$$V_{\text{продукции на складе}} = V_{\text{услуги}}.$$

В качестве примера ниже приведены результаты численного экономического эксперимента для одного из ОТПЭК по продажам наливной парфюмерии в Кемеровской области, торгующего наборами и/или комплектами товаров, отражающего зависимости NPV от следующих параметров финансово-хозяйственной деятельности: стоимость основных производственных фондов (1); стоимость услуги (2); доля оборотных затрат в общей сумме затрат предприятия (3); доля фонда оплаты труда в суммарной выручке от продажи продукции (услуги) (4). На рис. 1–3 представлены зависимости от параметров (1)–(3) при варьировании параметра (4): 0,01;0,05; 0,1;0.2 (сверху вниз).

Из приведенных графиков пользователь может получить полезную информацию об уровне и диапазонах цен на ОПФ и продукцию, делающих данный проект окупаемым, а также об оптимальных объемах требуемых инвестиций и производства продукции. Кроме того, программный продукт представляет широкие возможности пользователю для построения зависимостей эффективности ИП от различных финансово-аналитических параметров модели, в том числе возможности осуществлять их многопараметрический и многокритериальный анализ.

## Заключение

Проведенный численный эксперимент по общему анализу проекта оптовой торговли наливной парфюмерией RENI в Кемеровской области показал, что современные рыночные условия для данного вида деятельности позволяют найти такие соотношения исследуемых параметров, при которых проект на горизонте планирования 12 месяцев, при продажах на уровне 100–150 наборов товаров в месяц позволяет выйти на уровень чистой приведенной стоимости порядка 370 тысяч руб.

## Список литературы

1. Горбунов М.А. Оптимизационный пакет прикладных программ «Карма» и его применение в задачах бизнес-планирования / М.А. Горбунов, А.В. Медведев, П.Н. Победаш, А.В. Смольянинов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 42–47.

2. Ли С.Р. К оценке экономической эффективности электронного бизнеса / С.Р. Ли // Международный журнал

прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 10–2. – С. 130–131.

3. Ли С.Р. Моделирование и автоматизированная оценка эффективности электронного бизнеса / С.Р. Ли, А.С. Назимов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 10–2. – С. 68–71.

4. Медведев А.В. К вопросу финансово-аналитического планирования в электронном бизнесе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 9–3. – С. 174.

5. Медведев А.В. Оптимизационная система поддержки принятия решений в бизнес-планировании // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1–4. – С. 679–683.

6. Медведев А.В. Модель оптимального финансово-инвестиционного планирования деятельности производственного предприятия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 9–4. – С. 622–625.

7. Медведев А.В. Оптимизационное планирование проектов функционирования экономических систем с заемным финансированием деятельности производителя // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 9–2. – С. 273–278.

8. Медведев А.В. Инструменты оперативного принятия решений при оценке эффективности бизнес-проектов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 9–2. – С. 182–186.

9. Назимов А.С. Оценка эффективности коммерческой деятельности по продажам снаряжения для вело-водного туризма в Кемеровской области / А.С. Назимов, С.Р. Ли, С.А. Созинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15288.

10. Назимов А.С. Подход к оценке экономической эффективности деятельности предприятий электронной коммерции по торговле комплектами товаров / А.С. Назимов, С.Р. Ли, Ю.В. Сусленкова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10–3. – С. 606–609.

## References

1. Gorbunov M.A. Optimizacionnyj paket prikladnyh programm «Karma» i ego primenenie v zadachah biznes-planirovanija / M.A. Gorbunov, A.V. Medvedev, P.N. Pobedash, A.V. Smoljaninov // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 4. pp. 42–47.

2. Li S.R. K ocenke jekonomicheskoj jeffektivnosti jelektronnogo biznesa / S.R. Li // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 10–2. pp. 130–131.

3. Li S.R. Modelirovanie i avtomatizirovannaja ocenka jeffektivnosti jelektronnogo biznesa / S.R. Li, A.S. Nazimov // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 10–2. pp. 68–71.

4. Medvedev A.V. K voprosu finansovo-analiticheskogo planirovanija v jelektronnom biznese // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 9–3. pp. 174.

5. Medvedev A.V. Optimizacionnaja sistema podderzhki prinjatija reshenij v biznes-planirovanii // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2015. no. 1–4. pp. 679–683.

6. Medvedev A.V. Model optimalnogo finansovo-investicionnogo planirovanija dejatelnosti proizvodstvennogo predprijatija // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2015. no. 9–4. pp. 622–625.

7. Medvedev A.V. Optimizacionnoe planirovanie proektov funkcionirovanija jekonomicheskih sistem s zaemnym finansirovaniem dejatelnosti proizvoditelja // Fundamentalnye issledovanija. 2016. no. 9–2. pp. 273–278.

8. Medvedev A.V. Instrumenty operativnogo prinjatija reshenij pri ocenke jeffektivnosti biznes-proektov // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2016. no. 9–2. pp. 182–186.

9. Nazimov A.S. Ocenka jeffektivnosti kommercheskoj dejatelnosti po prodazham snarjazhenija dlja velo-vodnogo turizma v Kemerovskoj oblasti / A.S. Nazimov, S.R. Li, S.A. Sozinov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 6; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15288.

10. Nazimov A.S. Podhod k ocenke jekonomicheskoj jeffektivnosti dejatelnosti predprijatij jelektronnoj kommercii po torgovle komplektami tovarov / A.S. Nazimov, S.R. Li, Ju.V. Suslenkova // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 10–3. pp. 606–609.

УДК 338.4:620.9

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА

**Першина Т.А., Пономарева Е.Ю., Поляничко М.В.**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: pershina-tatyana@yandex.ru, k_ponom@mail.ru, polianichcko.mihail@yandex.ru*

Главным фактором эффективного развития экономики России является повышение энергоэффективности и конкурентоспособности предприятий различных отраслей промышленности. Темпы и условия перехода к устойчивому социально-экономическому развитию страны во многом определяются экономической эффективностью предприятий топливно-энергетического комплекса. В статье рассмотрены теоретические подходы к управлению энергоэффективностью предприятий. Выявлены проблемы и тенденции развития энергосбережения в России за счет использования петрогеотермальной энергии. Разработана структурно-логическая модель реализации потенциала энергосбережения предприятия, обоснована ее универсальность и возможность адаптации к уровню отрасли, муниципалитета, региона и всей страны. Сформулированы базовые принципы реализации данной модели, обеспечивающие ее действенность и стимулирование эффектов, и доказано, что данная модель может быть адаптирована к любому уровню управления – отраслевому, муниципальному, региональному и федеральному.

**Ключевые слова: энергоэффективность, модель, потенциал энергосбережения, экономика, комплексный подход, энергетические ресурсы, возобновляемые источники энергии**

# DESIGNING OF MODEL OF IMPLEMENTATION OF POTENTIAL OF ENERGY SAVING OF THE ENTITIES WITH USE OF A INTEGRATED APPROACH

**Pershina T.A., Ponomareva E.Yu., Polyanichko M.V.**

*Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: pershina-tatyana@yandex.ru, k_ponom@mail.ru, polianichcko.mihail@yandex.ru*

The main factor of effective development of the Russian economy is to increase the efficiency and competitiveness of enterprises in various industries. The pace and modalities of transition to sustainable socio-economic development of the country depends largely on the economic efficiency of enterprises of fuel and energy complex. The article deals with theoretical approaches to enterprise energy efficiency management. Identified problems and development trends of energy conservation in Russia through the use of petrogeothermal energy. Developed structural-logical model of implementation of the energy saving potential of the enterprise to prove its versatility and ability to adapt to the level of the sector, municipality, region and the whole country. Formulated the basic principles of the implementation of this model, its effectivity, and stimulating effects, and it is proved that the model can be adapted to any level of management – industrial, municipal, regional and federal.

**Keywords: energy efficiency, model, energy saving potential, economy, integrated approach, energy resources, renewables**

В настоящее время наблюдается низкий конкурентный потенциал промышленных предприятий или его полная утеря ввиду невнимания и не внедрения новшеств в технологии энергосбережения, в экологические программы и проекты экологического строительства и модернизации предприятий промышленности, а ведь именно они могут снизить энергоемкость и энергозатратность экономики, стимулировать эффекты – экономические, бюджетные, экологические, социальные в свете требований модернизации и технологического развития национальной экономики. Именно эта проблема и определяет актуальность данной статьи.

## Теоретические подходы к управлению энергоэффективностью предприятий

Постепенные изменения в обществе и природе являются результатом динамики развития экономики региона и страны. Уровень энерговооруженности жизни является главным показателем данных изменений. Именно это условие развития современного общества определяет необходимость рационального использования энергии, снижения ее затрат во всех сферах деятельности общества.

В экономике встречается множество определений понятия *«энергосбережение»*. В основном имеющиеся определения исходят из технико-технологических аспектов, которые не в полной мере характеризуют сущность данной категории. Е.В. Матарас и Л.В. Олехнович под энергосбережением определяют: «переход к энергоэффективным технологиям во всех отраслях экономики, включая топливно-энергетический комплекс, и, прежде всего, энергоемкие отрасли, а также коммунально-бытовой сек-

тор» [6]. В данном определении требует пояснения понятие *«энергоэффективность»*. Б.В. Копейкин считает, что сбережение энергии должно быть направлено на экономию топлива за счет экономии конкретных видов энергии по этапам ее переработки [4].

Проанализировав российское законодательство и научную литературу, авторы пришли к выводу, что имеющиеся определения термина *«энергосбережение»* не в полной мере отражают сущность данного понятия. Большинство экономистов главным признаком понятия выделяют уменьшение употребления энергии. Сбережение ТЭР может также стать результатом снижения качества выпускаемой продукции и объема производства. Можно выделить основные признаки, характерные для сбережения энергии: уменьшение количества употребляемого ТЭР; эффективное использование невозобновляемых природных ресурсов; привлечение в производство возобновляемых первичных (природных) ресурсов.

Исходя из взглядов О.Л. Данилова, систему энергосбережения на конкретном предприятии полагается представить при помощи двух моментов. Во-первых, уменьшение затрат ТЭР и, во-вторых, проводимые мероприятия, совершенствующие структуру энергетического баланса и производства, а также заменой дефицитных ресурсов, с целью достижения экономического эффекта [3].

Обобщая все вышесказанное, можно сказать, что *энергосбережение* – это реализация мероприятий, которые направлены на сокращение потребления ТЭР в производстве, при этом сохраняющие тот же полезный эффект от их использования, вовлечение возобновляемых ресурсов на предприятии, где получаемый экономический эффект должен превышать затраты.

В экономической науке одной из самых главных частей энергосбережения выделяют *энергоэффективность*. Под энергетической эффективностью подразумевают плодотворное потребление энергоресурсов, что отличается от энергосбережения, целью которого является снижение употребления энергии. Энергоэффективность определяется как характеристика, которая отражает соотношение эффекта от используемых ресурсов и затрат ТЭР.

Таким образом, авторы считают, что управление энергоэффективностью предприятия любой отрасли и сферы деятельности – это, прежде всего, комплекс оптимизационных задач краткосрочного периода, комплекс инновационных задач в среднесрочном периоде, комплекс социокультурных задач – в долгосрочном периоде.

### Тенденции развития энергосбережения и энергоэффективности предприятий

Последние несколько лет в нашей стране тесно связаны с финансовым кризисом и поиском денежных средств на покупку энергоносителей [8]. В России сосредотачивается около 40 % всего энергетического потенциала мира. Наше государство единственное, которое полностью обеспечено всеми собственными энергоресурсами. В России в 1,5 раза меньше потребления энергоресурсов на душу населения, чем в США. При этом энергоемкость ВВП в 2 раза выше (табл. 1).

Большинство российских электростанций свой проектный ресурс отработали, весьма мало на сегодняшний день строится электростанций [5]. Это связано, прежде всего, с прогнозируемым ростом мировых цен на ТЭР, определенным началом процесса их исчерпания в начале XXI в. Строительство новых мощных ТЭС не всегда оправдано, так как затраты не всегда смогут окупиться. Существует социальный предел повышения тарифов на электроэнергию, также строительство станций вызывает ярый социальный протест. Социальный фактор оказывает влияние на выбор площадки для строительства ТЭС. Из-за возрастающей плотности населения все труднее становится найти территорию для строительства, чтобы не вызвать негативной реакции в обществе.

**Таблица 1**

Душевое потребление ТЭР и энергоемкость ВВП в России и США

| Страна | Душевой ВВП по ППС, долл. 2011 | Душевое потребление, т.н.э. | | | | Энергоемкость ВВП, т.н.э. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Первичные ТЭР | | Конечное | | Потребление первичных ТЭР | | Конечное потребление | |
| | | 2014 г. | 2015 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2014 г. | 2015 г. |
| Россия | 8087 | 6,35 | 6,30 | 3,00 | 2,89 | 0,660 | 0,635 | 0,447 | 0,415 |
| США | 36202 | 7,91 | 7,96 | 5,40 | 5,41 | 0,251 | 0,249 | 0,171 | 0,169 |

**Таблица 2**

Запасы и относительные темпы добычи нефти

| Страна, континент | Запасы (в % от мировых) | Обеспеченность (лет) Запасы/годовая добыча |
|---|---|---|
| Россия | 13,9 | 71 |
| Европа (без РФ) | 1,9 | 9 |
| Азия (без РФ) | 62,6 | 74 |
| Африка | 6,6 | 28 |
| Америка | 14,6 | 27 |
| В том числе США | 1,9 | 9,4 |
| Австралия | 0,4 | 16 |
| Мир | 100 | 48,3 |

Источник: составлено авторами на основе [7].

Экономия топливно-энергетических ресурсов во всех отраслях промышленности, сельском хозяйстве и энергетике является одним из путей повышения эффективности экономики. Разлад в административной структуре, в энергетике и в коммунальном хозяйстве приводит к расточительству ТЭР. На всех этапах трансформации топлива в энергию возникают потери: при добыче, транспортировке, преобразовании, потреблении. На сегодняшний день максимальные потери происходят в ЖКХ. Законодательство в сфере энергосбережения носит в большей степени рекомендательный характер, не содержит механизмов масштабной реализации. Потенциал энергосбережения равняется величине примерно 35% энергобаланса ТЭК – это 400 млн т топлива [1]. Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы позволит сэкономить лишь 1% от названного потенциала энергосбережения.

Последние 20 лет ежегодно разрабатываются и вводятся новые законодательные акты и программы. Перед государством стоит необходимость смены стратегии энергосбережения. Потери энергии можно сопоставить с чрезвычайной ситуацией, охватывающей всю страну. На данный момент в России происходит процесс подготовки законодательной базы для перестройки энергетики.

В европейских странах и в США на выбросы углекислого газа установлен налог. В среднем он составляет 10 долларов, а в США практически вдвое больше. Если на территории РФ ввести данный налог, то большинство предприятий – электростанции и котельные просто разорятся. В тот же момент потребуется введение инноваций, усовершенствование технологии, а также доработки систем фильтрации. Все это потребует немалых вложений, что приведет к увеличению тарифов на энергию. Если бы во всех отраслях существовала четкая, отлаженная программа энергосбережения, то это могло бы привести к увеличению ежегодного дохода, который по размеру сравним с затратами на строительство десятков электростанций. На сегодня фонды энергетической отрасли нуждаются в модернизации. По существующей стратегии развития энергетики в России, нам нужно вводить каждый год около 7 млн кВт мощностей, что приравнивается к 5 млрд долларов. Чтобы выполнить данную задачу, энергетикам необходимо повышение тарифов. В связи с нарастающим дефицитом нефти и газа в долгосрочной перспективе размер их поставок на экспорт будет снижен, несмотря на повышение цен на эти ресурсы.

Можно предположить, что данные факторы лет через 15–20 могут привести к экстенсивному пути развития экономики страны. Данную ситуацию невозможно разрешить с помощью переведения энергетики на интенсификацию потребления угля. Это может привести к обострению экологических и социальных проблем, а также к значительным материальным потерям. Атомные технологии абсолютно нерентабельны на практике, а также представляет огромную опасность для всего живого на Земле (табл. 2).

Таким образом, авторы пришли к выводу, что в РФ используется нерациональная схема природопользования. С одной стороны, наносится непоправимый вред окружающей среде, климату всей планеты, а с другой, сжигаются необходимые остатки сырья. Стратегии энергосбережения должны включать разделы, которые освещают альтернативную энергетику. В разработке энергетической стратегии исходной точкой должны быть сроки исчерпания ресурсов, а также ожидаемые темпы энергопотребления. Анализируя все вышесказанное, мож-

но сделать вывод – к середине XXI века темп развития альтернативной энергетики должен обеспечить до 90% энергоснабжения. К 2020 году стратегии энергетики необходимо заместить около 40% используемого топлива на данный момент.

### Проектирование модели реализации потенциала энергосбережения на предприятии

В настоящий момент существует огромное количество различных методов повышения рационального использования имеющихся энергоресурсов и мощностей [9].

Требованиям масштабной энергетики подходит единственный источник возобновляемых источников энергии – это геотермальная энергия. При этом это не та энергия, которую до сих пор используют в нашем регионе и стране. В приоритете здесь должен выступать потенциал постоянно нагретых подземных пород – петрогеотермальная энергия (ПГТЭ), которая во много раз превышает энергетический потенциал термальных вод и также доступна в любой точке Земли.

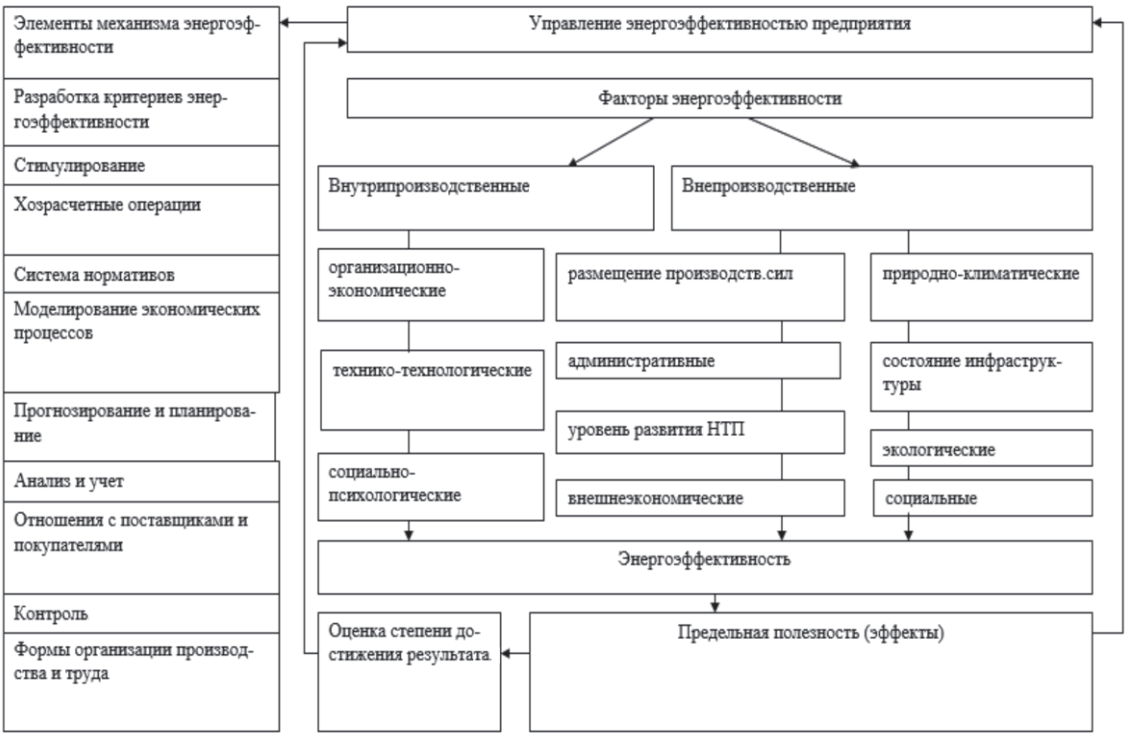
Рассмотрим экономическую сторону предлагаемой схемы преобразования энергии в сравнении с используемой низкотемпературной частью потенциала ПГТЭ. Впервые установки преобразования энергии низкотемпературной термальной воды появились за рубежом. Данные установки в РФ в данный момент имеются в опытном исполнении. Ю.М. Беляев в своей работе [2] выделяет два способа преобразования НТ ПГТЭ:

1) по бинарному циклу;

2) по схеме термовоздушной электростанции.

Экспериментально опробован первый вариант – по бинарному циклу (БЦ). Российская разработка второго способа имеет ряд преимуществ и требует апробации и развития в будущем.

Следует отметить, что сейчас особенно остро встают вопросы использования альтернативной энергетики. Привлечение потенциала ПГТЭ смогло бы решить ряд стратегических проблем покрытия имеющегося дефицита тепловой и электрической энергии. Это позволит ежегодно сэкономить миллионы тонн нефти и кубометры газа. ПГТЭ в отличие от других видов ВИЭ обладает стабильностью и не зависит от сезона, погоды и времени суток. Самое главное преимущество ПГТЭ – ее можно использовать в любом регионе и в любой стране мира. Перевод на такую энергетику позволит стабилизировать и снизить тарифы на энергию.




*Модель реализации потенциала энергосбережения предприятия на основе комплексного подхода. Источник: разработано авторами*

**Таблица 3**

Прогнозные эффекты управления энергоэффективностью
(на примере Волгоградской области)

| № п/п | Наименование показателя (ед. изм.) | 2015 г. (базис) | 2020 г. |
|---|---|---|---|
| 1 | Энергоемкость ВРП (%) | 66,5 | 60,0 |
| 2 | Электроемкость ВРП (%) | 67,7 | 58,3 |
| 3 | Теплоемкость ВРП (%) | 68,6 | 59,2 |
| 4 | Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в промышленности (удельное энергопотребление всех основных видов промышленной продукции, работ (услуг) (%), в том числе: | | |
| | – эффективные системы пароснабжения (%) | | + 50 |
| | – эффективные системы освещения за счет использования энергоэффективных ламп с электронной пускорегулирующей аппаратурой, введение систем контроля за освещением при активизации использования дневного света (замена, %) | | 50 |
| | – вывод из эксплуатации неэкономичного, выработавшего моральный и физический ресурс паросилового оборудования газовых тепловых электростанций и замещение его новыми установками с использованием газотурбинных и парогазовых технологий; модернизация и реконструкция действующих конденсационных и теплофикационных установок и станций с использованием современного энергоэффективного оборудования с коэффициентом полезного действия для вновь вводимого генерирующего оборудования (%) | Не менее 55 | Не менее 60 |
| | – расход топлива на отпуск электроэнергии от тепловых электростанций (т.у.т./кВт.ч) | – 318 | – 300 |
| | – потери в электрических сетях (%) | – 8 | – 15 |

И с т о ч н и к : составлено авторами.

Данную опытную НТ ПГТЭ электростанцию можно построить на окраинах районов г. Волгограда для энергоснабжения. По мнению авторов, строительство таких станций будет способствовать развитию многих инфраструктур и отраслей. В итоге можно сказать, что строительство пробных энергоустановок, которые преобразуют низкотемпературную часть петрогеотермальной энергии, даст возможность реально снизить потребление энергоресурсов. Первоначально на локальном уровне, в регионе, а затем и по всей стране.

Таким образом, авторы выделяют основные направления экономии энергоресурсов:

1) совершенствование технологических процессов на предприятии;

2) совершенствование оборудования;

3) снижение прямых потерь ТЭР;

4) структурные изменения в технологии производства;

5) организационно-технические мероприятия.

Проведение этих мероприятий обуславливается необходимостью экономии энергетических ресурсов, а также важностью учета вопросов охраны окружающей среды при решении энергетических проблем на уровне города. На данном этапе исследования можно ограничиться структурно-логическим представлением модели управления энергоэффективностью предприятия, включающей этапы разработки программы, их содержание и последовательность действий, которая представлена на рисунке. С учетом современных научных представлений об управлении уточним основные принципы, на которых основывается данная модель: *целенаправленность; системность; симметрия; адаптивность; детерминизм; последовательность.* Реализация данной модели реализации потенциала энергосбережения предприятий с позиций комплексного подхода приведет к получению соответствующих эффектов.

В табл. 3 представлены ожидаемые прогнозные эффекты от энергосбережения на уровне региона.

**Выводы**

Эффекты проектирования модели реализации потенциала энергосбережения с использованием комплексного подхода определяются обновлением и модернизацией основных производственных фондов в ТЭК и других секторах экономики, социальной и производственной инфраструктуре на новой технологической и энергоэффективной основе, снижением нагрузки по оплате энергоносителей на федеральный,

региональный и муниципальные бюджеты, обеспечением полного учета и регулирования потребления энергетических ресурсов, а также снижением уровня их потерь. Развитие кадрового потенциала и энергоменеджмента в сферах энергопроизводства и энергопотребления предприятий способствует укреплению информационной и статистической базы управления и мониторинга процессов повышения энергоэффективности предприятий.

### Список литературы

1. Беляев Ю.М. К вопросу о глобальной энергетики [Текст] / Ю.М. Беляев // Экономические стратегии. – 2010. – № 5–6. – С. 36–42.

2. Беляев Ю.М. Стратегия альтернативной энергетики [Текст] / Ю.М. Беляев // Ростов-на-Дону: изд-во СКНЦ ВШ. – 2009. – С. 208.

3. Данилов О.Л. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов [Текст] / О.Л. Данилов – М.: ЗАО «Технопромстрой». – 2011. – С. 668.

4. Копейкин Б.В. Эффективность энергосбережения: опыт ПО «Невский завод им. Ленина» [Текст] / Б.В. Копейкин – Л.: Энергоатомиздат. – 2008. – С. 112.

5. Лобов О.К. Проблемы энергетической безопасности России и их взаимосвязь с энергетической безопасностью Европы [Текст] / О.К. Лобов // Энергия. – 2012. – № 2. – С. 8–15.

6. Матарас Е.В. Реализация основных процессов энергосбережения в Республике Беларусь [Текст] / Е.В. Матарас // Студенческий вестник. – 2007. – № 10.

7. Оганесян Л.В. Минерально-сырьевые ресурсы и экономическое развитие [Текст] / Л.В. Оганесян // Изв. секции наук о Земле РАЕН. – 2009. – Вып. 2. – С. 5.

8. Першина Т.А. Повышение энергоэффективности деятельности предприятий строительного комплекса // Сборник научных трудов Sworld. – 2011. – Т. 20, № 4. – С. 78–82.

9. Пономарева Е.Ю. Модель реализации потенциала энергосбережения как фактор повышения экономического роста России [Текст] / Е.Ю. Пономарева // Труды Вольного экономического общества России – 2016. – Т. 201. – С. 241–250.

### References

1. Beljaev Ju.M. K voprosu o globalnoj jenergetiki [Tekst] / Ju.M. Beljaev // Jekonomicheskie strategii. 2010. no. 5–6. pp. 36–42.

2. Beljaev Ju.M. Strategija alternativnoj jenergetiki [Tekst] / Ju.M. Beljaev // Rostov-na-Donu: izd-vo SKNC VSh. 2009. pp. 208.

3. Danilov O.L. Prakticheskoe posobie po vyboru i razrabotke jenergosberegajushhih proektov [Tekst] / O.L. Danilov M.: ZAO «Tehnopromstroj». 2011. pp. 668.

4. Kopejkin B.V. Jeffektivnost jenergosberezhenija: opyt PO «Nevskij zavod im. Lenina» [Tekst] / B.V. Kopejkin L.: Jenergoatomizdat. 2008. pp. 112.

5. Lobov O.K. Problemy jenergeticheskoj bezopasnosti Rossii i ih vzaimosvjaz s jenergeticheskoj bezopasnostju Evropy [Tekst] / O.K. Lobov // Jenergija. 2012. no. 2. pp. 8–15.

6. Mataras E.V. Realizacija osnovnyh processov jenergosberezhenija v Respublike Belarus [Tekst] / E.V. Mataras // Studencheskij vestnik. 2007. no. 10.

7. Oganesjan L.V. Mineralno-syrevye resursy i jekonomicheskoe razvitie [Tekst] / L.V. Oganesjan // Izv. sekcii nauk o Zemle RAEN. 2009. Vyp. 2. pp. 5.

8. Pershina T.A. Povyshenie jenergojeffektivnosti dejatelnosti predprijatij stroitelnogo kompleksa // Sbornik nauchnyh trudov Sworld. 2011. T. 20, no. 4. pp. 78–82.

9. Ponomareva E.Ju. Model realizacii potenciala jenergosberezhenija kak faktor povyshenija jekonomicheskogo rosta Rossii [Tekst] / E.Ju. Ponomareva // Trudy Volnogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii 2016. T. 201. pp. 241–250.

УДК 330.4

# ЗАДАЧИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОЗНИЧНОЙ СЕТИ: МОДЕЛИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

**Собко Э.О.**

*Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: mr.eddi.13@gmail.com*

В статье исследуются методы решения задач логистики предприятия розничной торговой сети. Предприятие розничной торговой сети имеет ряд особенностей, которые требуют особого подхода к оптимизации запасов, плана и маршрутов перевозки. Целью работы является изучение методов, применение которых дает более точные результаты и позволяет учитывать все наиболее значимые факторы при решении задачи оптимизации логистики предприятия указанного ранее типа. Методологическую базу исследования составили анализ и синтез как общелогические методы научного познания, а также моделирование и формализация как методы теоретического познания. В работе также использовались тренд-сезонные модели прогнозирования, формула Харриса – Уилсона и её модификации, венгерский алгоритм, а также симплекс-метод. В статье проведен обзор методов решения задач оптимизации снабжения предприятия розничной торговой сети. Изучен опыт решения подобных задач в различных условиях с применением модифицированных классических методов решений. Проведена модификация методов нахождения оптимального складского запаса применительно к предприятию розничной торговой сети.

**Ключевые слова: логистика, оптимизация, методы решения, снабжение, запасы, склад, транспортировка**

# LOGISTIC EFFICIENCY PROBLEMS OF RETAIL COMPANY: MODELS AND MATHEMATICAL METHODS OF MAKING DECISIONS

**Sobko E.O.**

*Russian Economic University named G.V. Plehanov, Moscow, e-mail: mr.eddi.13@gmail.com*

The methods of solving the problems of enterprise logistics and retail outlets have investigated in this article. Retail chain has a number of features, which requires a special approach to optimization of inventories, planing and transportation routes. The aim of article is to study methods, the using of which gives more accurate results and allows you to take into account all of the most important factors in solving the problem of optimization of enterprises logistics previously specified. The methodological base of the research was the analysis and synthesis as general-logical methods of scientific knowledge, and modeling and formalization as methods of theoretical knowledge. The paper also used the trend-season forecasting model, the formula of Harris-Wilson, and its modifications, the Hungarian algorithm, as well as the simplex algorithm. The article provides an overview of methods for solving optimization problems enterprise supply retail chain. The experience of solving such problems in a variety of conditions using classical solutions of the modified methods were studied in article. Modification methods of finding the optimal stock level in relation to company's retail chain.

**Keywords: logistics, optimization, mathematical solution methods, supply, stocks, warehouse, transportation**

Необходимость применения логистики и логистических моделей в управлении розничными предприятиями уже давно ни у кого не вызывает сомнений и обуславливается непрерывным стремлением любого руководства предприятия увеличить прибыль, снизить усложнением системы рыночных отношений.

*Рис. 1. Логистика и связанные с ней области науки*

В рамках концепции минимизации издержек перед службами логистики стоит задача снижения затрат на операции хранения и транспортировки. В результате возникает целый комплекс математических задач, решение которых позволяет создать интегрированную логистическую систему розничного предприятия [6].

Рассмотрим бизнес-процесс, связанный с товародвижением в рамках розничного предприятия. В списке ниже представлена последовательность операций над товаром, которая обеспечивает его попадание от поставщика до полки магазина.

1. Формируется заказ на покупку (исходя из предположений о спросе).
2. Товар приходит на склад.
3. Товар принимается и оприходуется на склад.
4. Товар сортируется и помещается в ячейки хранения.
5. Товар поступает в сборку заказа на продажу.
6. Готовый заказ помещается в транспортное средство (ТС).
7. ТС отправляется в рейс.

8. Заказ доставляется покупателю.

Разберем подробно те математические задачи, которые формируются в процессе логистической деятельности розничного предприятия и её последующей оптимизации.

**Определение спроса на товар**

Современные концепции логистики подразумевают, что вопрос определения величины спроса на товар находится в ведении именно логистических служб предприятия, следовательно, и прогнозирование спроса можно отнести к задачам логистики [8].

Пусть розничная сеть продает $n$ товаров. В распоряжении аналитиков имеются данные об объемах запасов товара $i$ в период времени $t$ – $S_t^i$. Необходимо построить прогноз спроса на следующие 2–6 месяцев. Величина спроса $D_t^i$ на $i$-ый товар в период времени $t$ естественно отличается от объема запасов $S_t^i$. $D_t^i$ можно найти следующим образом [4]:

$$D_{t+1}^i = S_{t+1}^i - S_t^i + O_t^i = \Delta S_{t+1}^i + O_{t-1}^i , \quad (1)$$

где $O_{t-1}^i$ – объем заказа $i$-го товара в периоде времени $t$ – 1. Исходя из того, что заказ на доставку товара в периоде $t$ делается в предыдущем периоде – ($t$ – 1)). $\Delta S_{t+1}^i$ представляет собой разность уровней временного ряда, значение которых в общем виде имеет вид

$$S^i(t) = f(T, W, C, \varepsilon), \quad (2)$$

где $T$ – трендовая компонента, $W$ – сезонная компонента, $C$ – циклическая компонента, ε – случайное отклонение [5]. Однако спрогнозированное значение будет точным при условии неизменности количества точек сбыта. Если учесть в рассматриваемой задаче следующие параметры:

– $K$ – количество точек сбыта в период времени $t$;

– $\rho_t^k$ – плотность населения в прилегающей к точке сбыта зоне – $l$ метров;

– $\tau_t^k$ – часы работы точки сбыта k в период $t$;

– и др.,

то получится следующий прогноз спроса для предприятия розничной торговой сети:

$$S^i(t) = \left[ f(T, W, C, \varepsilon) + S^i(t-1) * \frac{K_t - K_{t-1}}{K_{t-1}} \right] * \frac{\overline{\rho_t}}{\overline{\rho_{t-1}}}, \quad (3)$$

где $K_t$ и $K_{t-1}$ – количество точек сбыта в момент времени $t$ и $t$ – 1. $\overline{\rho_t}$ и $\overline{\rho_{t-1}}$ – средняя плотность населения в обслуживаемых точками продаж областях.

**Задача оптимального запаса**

Как известно, вместимость склада величина постоянная, а количество хранимых запасов на нем – величина переменная. Разумеется, данное утверждение справедливо с определенной долей условности. Так, например, предполагается, что площадь склада нельзя увеличить, либо это нецелесообразно, либо принимается в виде условности с целью упрощения модели.

Запасы на складе могут теоретически колебаться от 0 до полной загрузки $V$, однако на предприятиях для каждого склада, как правило, устанавливается «страховой запас» – $K_{стр}$.

Очевидно, объем запасов зависит от:

- Потоков груза на склад (OF);
- Потоков грузов со склада (D).

$$S_{t+1}^i = S_t^i + OF_{t+1}^i - D_{t+1}^i , \quad (4)$$

где $S_{t+1}^i$ и $S_t^i$ – объемы запасов товара $i$ на складе в периодах времени $t$ и $t$ + 1. $OF_{t+1}^i$ – фактическое количество товара $i$, пришедшее от поставщика в период $t$ + 1. $D_{t+1}^i$ – Поток грузов со склада на магазины (принимается равным спросу ввиду наличия страхового запаса) [6].

Фактический объем товара $i$, приходящего в период времени $t$ – $OF_{t+1}^i$ является величиной стохастической и зависит от объема заказа следующим образом:

$$OF_{t+1}^i = P * O_{t+1}^i . \quad (5)$$

Страховой запас, представленный в формуле 6, должен быть не меньше разности между максимальной величиной спроса и минимальным объемом заказа:

$$K^i = \max\{D^i\} - \min\{OF^i\}, \quad (6)$$

$t$ – срок хранения грузов на складе

$T$ – время работы склада (сутки / год)

$h$ – оборачиваемость грузов на складе (ед./год)

$V$ – вместимость склада,

$$h = \frac{T}{t} . \quad (7)$$

**Задача оптимального размера заказа**

Кроме определения вопроса оптимального размера запаса, не менее актуальна задача определения размера заказа и частоты

его осуществления. Собственно, перед менеджером по закупкам стоит задача определения этих двух величин.

На этот вопрос можно получить ответ решая задачу поиска экономического размера заказа Econom*i*c Order Quan*ti*t*y* – EOQ [2]. В традиционной модели общий объем годовых затрат $C_r$ равен

$$C_r = C_r(q) = C_0 \frac{D}{q} + C_h \frac{q}{2} + C_n D . \quad (8)$$

Для максимизации $q$ берется производная

$$\frac{dC_r}{dq} = 0 . \quad (9)$$

В результате решения получим формулу Харриса – Уилсона.

$$q^*_{EOQ} = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_h}} \quad (10)$$

где $C_0$ – накладные расходы на каждую поставку;
$D$ – годовое потребление продукции;
$C_h$ – затраты на хранение единицы продукции в год.

С учетом поправок на неопределенность и процессы естественной убыли [1]:

$$\Pr = \alpha\left[C_s - C_s\left(\varepsilon_н + \Delta\varepsilon\frac{q}{2D}\right)\right]D - \left(C_0\frac{D}{q} + C_h\frac{q}{2} + C_n D\right). \quad (11)$$

При этом оптимальный размер заказа находится по формуле 12 и равен

$$q^*\left(C_{s(\mathrm{mod})}\right) = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_h + \alpha C_s \Delta\varepsilon}} . \quad (12)$$

В то же время при условии наличия статистических данных с точки зрения спроса задачу нельзя классифицировать как задачу в условиях неопределенности. И, подставляя прогнозное значение величины спроса в условие задачи, получим следующее выражение для оптимального объема заказа, представленное в формуле:

$$q^*\left(C_{s(\mathrm{mod})}\right) = \sqrt{\frac{2C_0\, f(T,S,C,\varepsilon)}{C_h + \alpha C_s \Delta\varepsilon}} . \quad (13)$$

Периодичность заказа при этом исходя из классической задачи определяется остатками товара на складах [3].

Кроме поправок на неопределенность и процессы естественной убыли менеджер, принимающий решение о необходимости формирования нового заказа и его объеме, может учитывать временную ценность денег. Это в свою очередь позволяет принимать во внимание специфику денежных потоков в цепи поставок предприятия и оптимизировать данный сегмент логистической деятельности с учетом обозначенного фактора.

С учетом приведения денежных потоков к одному моменту времени, а также используя формулу начисления простых процентов задача максимизации интенсивности потока доходов приводится к следующему виду:

$$\frac{1}{T}\left[q\left(C_п + P_п - L_п - C_h T\right) - \left(1 + rT\right)\left(C_0 + d_п q C_п\right)\right] \quad (14)$$

где $C_n$ – стоимость единицы товара (у.е.);
$r$ – годовая процентная ставка, характеризующая преобразование оборотного капитала в прибыль для соответствующей цепи поставок;
$d_n$ – дисконтирующий множитель, который равен

$$d_п = \frac{1}{1 + r\Delta_п}. \quad (15)$$

$P_n$ – прибыль от реализации единицы товара (у.е.);
$T$ – период времени между поставками, который связан с показателем объема заказа ($T = q / D$) и является оптимизируемой величиной.

Таким образом оптимальный заказ и оптимальное значение интервала времени для следующего заказа найдется по формулам

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{C_0 D}{C_h + r\, d_п C_п}} \quad (16)$$

и

$$T_{opt} = \sqrt{\frac{C_0}{D\left(C_h + r\, d_п C_п\right)}} . \quad (17)$$

**Задача формирования плана перевозок от группы поставщиков группе покупателей**

Поставщиками применительно к предприятию розничной торговой сети являются склады предприятия, а потребителями – магазины.

Критерий транспортной задачи:

$$c_{11}x_{11} + \ldots + c_{ij}x_{ij} + \ldots + c_{mn}x_{mn} \to \min , \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \to \min, \tag{19}$$

где $i = 1,2,\ldots,m$, а $j = 1,2,\ldots,n$.

Ограничения

$$\begin{cases} x_{i1} + x_{i2} + \ldots + x_{ij} + \ldots + x_{in} = a_i \text{ или} \sum_{j=1}^{m} x_{ij} = a_i \\ x_{1j} + x_{1j} + \ldots + x_{ij} + \ldots + x_{mj} = b_j \text{ или} \sum_{i=1}^{n} x_{ij} = b_j \end{cases}. \tag{20}$$

Кроме того, при решении классической задачи о назначениях накладывается условие, что одну перевозку может совершать одно транспортное средство (применительно к рассматриваемой задаче). Эти условия имеют вид

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1.$$

На рис. 2 представлен обзор методов решения задачи маршрутизации или задачи о назначениях [7].

Классические методы решения задачи оптимизации плана развозки накладывают ограничения, которые не позволяют решать практические задачи. Количество складов, используемых транспортных средств и точек доставки в большинстве случаев не совпадает. Кроме того, не все транспортные средства может понадобиться использовать, равно как и доставка может осуществляться не во все магазины.

Задачу составления оптимального плана доставки следует решать в следующем порядке:

- Задача размещения подготовленных заказов в транспортных средствах. Ограничениями в данной задаче являются тоннажность ТС и их палето-вместимость.
- Задачу закрепления ТС за точками доставки.

Актуальная проблема состоит в том, как решить эти две задачи одновременно с учетом того, что результат одной зависит от решения, другой и наоборот.

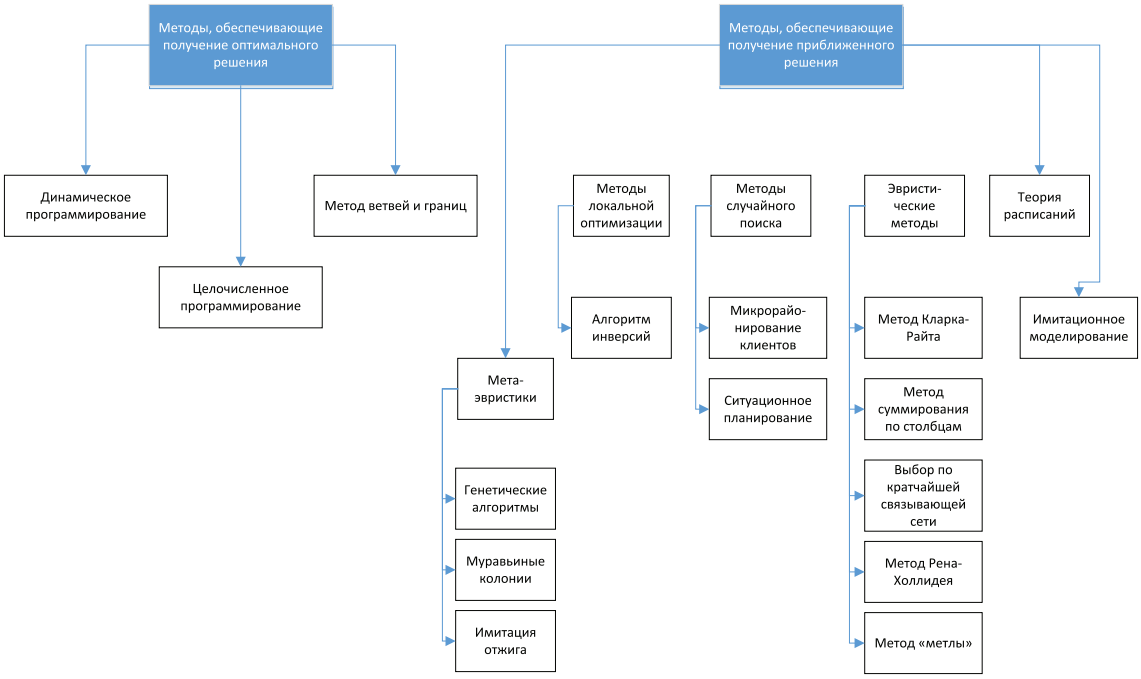



*Рис. 2. Методы решения задачи маршрутизации или задачи о назначениях*

Если же данную задачу решить не удастся, то следует прибегнуть к методам, представленным на рис. 2, обеспечивающим приближенные решения.

## Список литературы

1. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: процедуры оптимизации: учебник для студ. учреждений высш. образования / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 288 с. – (Сер. Бакалавриат).

2. Бродецкий Г.Л. Новый формат EOQ–моделей оптимизации запасов с отсрочками оплаты заказов при аренде мест хранения // Логистика сегодня. – 2016. – № 3. – С. 162–175.

3. Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А. Специальные алгоритмы многокритериальной оптимизации в цепях поставок (на примере задач выбора маршрута) // Логистика сегодня. – 2011. – № 6. – С. 346–361.

4. Бродецкий Г.Л., Перепечина Б.В. Многономенклатурная оптимизация запасов: проблема выбора при учете рентабельности // Логистика сегодня. – 2012. – № 4. – С. 204–221.

5. Дуброва Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов: учеб. пособие / Т.А. Дуброва. – 2-е изд. Испр. И доп. – М.: Маркет ДС, 2010. – 192 с. (Университетская серия).

6. Лубенцова В.С. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособ./ В.С. Лубенцова. Под редакцией В.П. Радченко. – Самара. самар. гос. техн. Ун-т, 2008: ил.

7. Никоноров В.М. Оптимизация логистических показателей мелкопартионных перевозок на автомобильном транспорте.: дис. канд. экон. наук. – С-П., 2013. – С. 51.

8. Сергеев В.И. Логистика снабжения: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.И. Сергеев, И.П. Эльяшевич; под общ. ред. В.И. Сергеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство «Юрайт», 2016. – 398 с. – Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс.

## References

1. Brodeckij G.L. Jekonomiko-matematicheskie metody i modeli v logistike: procedury optimizacii: uchebnik dlja stud. uchrezhdenij vyssh. obrazovanija / G.L. Brodeckij, D.A. Gusev. 2-e izd., ster. M.: Izdatelskij centr «Akademija», 2014. 288 p. (Ser. Bakalavriat).

2. Brodeckij G.L. Novyj format EOQ–modelej optimizacii zapasov s otsrochkami oplaty zakazov pri arende mest hranenija // Logistika segodnja. 2016. no. 3. pp. 162–175.

3. Brodeckij G.L., Gusev D.A. Specialnye algoritmy mnogokriterialnoj optimizacii v cepjah postavok (na primere zadach vybora marshruta) // Logistika segodnja. 2011. no. 6. pp. 346–361.

4. Brodeckij G.L., Perepechina B.V. Mnogonomenklaturnaja optimizacija zapasov: problema vybora pri uchete rentabelnosti // Logistika segodnja. 2012. no. 4. pp. 204–221.

5. Dubrova T.A. Prognozirovanie socialno-jekonomicheskih processov: ucheb. posobie / T.A. Dubrova. 2-e izd. Ispr. I dop. M.: Market DS, 2010. 192 p. (Universitetskaja serija).

6. Lubencova V.S. Matematicheskie modeli i metody v logistike: ucheb. posob./ V.S. Lubencova. Pod redakciej V.P. Radchenko. Samara. samar. gos. tehn. Un-t, 2008: il.

7. Nikonorov V.M. Optimizacija logisticheskih pokazatelej melkopartionnyh perevozok na avtomobilnom transporte.: dis. kand. jekon. nauk. S-P., 2013. pp. 51.

8. Sergeev V.I. Logistika snabzhenija: uchebnik dlja bakalavriata i magistratury / V.I. Sergeev, I.P. Jeljashevich; pod obshh. red. V.I. Sergeeva. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Izdatelstvo «Jurajt», 2016. 398 p. Serija: Bakalavr i magistr. Akademicheskij kurs.

УДК 334.7: 519.863

# МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В СТРУКТУРЕ МНОГООТРАСЛЕВОГО КЛАСТЕРА

**Федосова М.Н.**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, e-mail: fedo-margarita@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследования функционирования многоотраслевых кластерных комплексов, выявлены особенности деятельности таких объединений, на основе которых сформулированы теоретические положения разработанной автором экономико-математической модели. Раскрывается математическая постановка разработанной модели оптимизации производственно-сбытовой деятельности промышленного предприятия в структуре многоотраслевого кластерного образования, объединяющей принципы партнерского взаимодействия предприятий в составе кластерных структур и условия достижения межотраслевого баланса, проведена её апробация на примере действующего многоотраслевого кластера – Воронежский областной кластер производителей нефтегазового оборудования. Представленная модель позволяет определить экономическую эффективность вступления промышленного предприятия в состав многоотраслевого кластера и оптимизировать производственно-сбытовую деятельность предприятия за счет определения рационального соотношения объемов продаж продукции для свободного рынка и для внутреннего партнерам по кластеру.

**Ключевые слова: многоотраслевой кластер, промышленное предприятие, производственно-сбытовая стратегия, межотраслевой баланс**

# MATHEMATICAL MODEL FOR OPTIMIZATION INDUSTRIAL ENTERPRISE'S PRODUCTION AND SALES STRATEGY IN DIVERSIFIED CLUSTERS'S STRUCTURE

**Fedosova M.N.**

*Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: fedo-margarita@yandex.ru*

Results of a research of diversified clusters's functioning are presented in the article, features of activity of such associations based on which theoretical provisions of the economic-mathematical model developed by the author are formulated are revealed. Mathematical statement of developed model of optimization of production and sales activities of industrial enterprise in the diversified cluster's structure, uniting the partner interaction's principles and a condition of achievement of cross-industry balance, reveals approbation on the example of the operating diversified cluster – the Voronezh regional cluster of producers of the oil and gas equipment is carried out it. The provided model allows to determine cost efficiency of the entry of industrial enterprise in structure of a diversified cluster and to optimize production and sales activities of the entity due to determination of a rational ratio of sales volumes of products for the free market and for internal to partners in a cluster.

**Keywords: diversified cluster, industrial enterprise, production and marketing strategy, interindustry balance**

Вектор кластерной политики Российской Федерации направлен на создание и поддержание деятельности межотраслевых кластерных объединений в соответствии с условиями, продиктованными требованиями к промышленным кластерам, утвержденными Правительством РФ с целью применения к ним мер стимулирования деятельности и оказания государственной поддержки. В структуре данного вида кластерных образований обычно явно выделено ядро – одно или несколько предприятий, выпускающих конечную продукцию для реализации на внутренних и внешних рынках, а также другие предприятия – участники кластера, реализующие функцию обеспечения деятельности ядра.

Многоотраслевые кластеры довольно часто изначально представлены системой из одного крупного предприятия, реализующего конечную продукцию на рынке, и сети предприятий-посредников, выполняющих определенные обеспечивающие функции деятельности данного крупного предприятия, т.е. осуществляющих взаимодействие на условиях сорсинга. Существенное различие между системой из крупного предприятия с сетью предприятий-посредников и межотраслевыми кластерными объединениями заключается в том, что в первом случае цели участников такой системы будут разрознены, каждый ее элемент будет стремиться к повышению эффективности своей деятельности, максимизации «личной» прибыли. Во втором случае деятельность участников кластерного объединения характеризуется наличием единой цели, так как все они помимо «личных» целей стремятся наращивать эффективность деятельности всего кластера [4].

Одним из эффектов партнерского взаимодействия в рамках многоотраслевого кла-

стерного образования является снижение цен на ресурсы, что возможно при организации межотраслевого потребления между предприятиями – участниками кластера. Следовательно, предприятию в составе такого кластера необходимо вносить изменения в производственно-сбытовую деятельность, учитывая объемы производства продукции, необходимой для реализации партнерам по кластеру. При формировании многоотраслевого кластера может возникнуть такая ситуация, при которой предприятие не сможет полностью выполнить требуемый объем производства продукции для межотраслевого потребления, однако она открывает возможности для включения нескольких малых предприятий одной сферы деятельности в состав многоотраслевого кластера при условии разделения ответственности по объемам выпуска продукции для межотраслевого потребления. При принятии решения о вступлении промышленного предприятия в состав многоотраслевого кластера для определения объемов выпуска продукции предприятия партнерам по кластерному объединению необходимо учитывать межотраслевые производственные взаимосвязи, что возможно при применении модели межотраслевого баланса.

В соответствии с вышесказанным, целесообразно проведение исследования, направленного на разработку экономико-математической модели, объединяющей принципы партнерского взаимодействия предприятий в структуре многоотраслевых кластеров и условия достижения межотраслевого баланса.

Первоначально для математической постановки модели частично использовались идеи, сформулированные в работах Л.Г. Матвеевой [2] и И.О. Стефанкова [6].

Пусть объектом исследования является промышленное предприятие, претендующее на вхождение в состав действующего многоотраслевого кластера на условиях выполнения обеспечивающей функции для других участников кластерного образования. Для упрощения модели, что не окажет влияния на достижение целей исследования, предполагается, что данные предприятия, как и все участники кластера, производят однородную продукцию и их деятельность осуществляется в рамках одной отрасли.

Объем производства исследуемого предприятия определяется его производственной функцией $q = f(x_b)$, где $x_b$ – количество ресурса $b$ (1,…, $m$), используемого для производства единицы продукции, $q$ – объем производства продукции предприятия – потенциального участника многоотраслевого кластера.

Предположим, что заданы рыночная цена ($p$) производимой предприятием продукции и вектор цен на используемые ресурсы $W = (w^1, w^2,\ldots, w^n)$, где $w^b$ – цена затрат ресурсов $b$.

Выручка от реализации промышленным предприятием всей своей продукции по рыночной цене задается как $pq$, а затраты на используемые в процессе производства продукции ресурсы

$$\sum_{b=1}^{m} w^b x_b.$$

Следовательно, прибыль исследуемого предприятия рассчитывается по формуле

$$\pi = pq - \sum_{b=1}^{m} w^b x_b.$$

Пусть рассматриваемые объекты – отдельно функционирующее промышленное предприятие и действующий многоотраслевой кластер, состоящий из $n - 1$ промышленных предприятий других отраслей, принимают решение об объединении, при котором предприятие – претендент на вступление в кластер встраивается в технологическую цепочку производства конечной продукции кластера, что предполагает реализацию продукции предприятия партнерам по кластеру для использования её в качестве ресурсов. Исходя из теории кластеров и кластерной политики, участники кластера не заинтересованы в завышении цен на продукцию и ресурсы для своих партнеров, так как каждый из них ориентирован на повышение эффективности функционирования всего кластера.

Промышленному предприятию, чья продукция является ресурсами для предприятий-партнеров по кластеру и будет реализовываться на внутреннем рынке по соответственно внутренним ценам, невыгодна данная ситуация, так как она приводит к сокращению выручки, однако, учитывая другие положительные эффекты от вступления кластер, а именно снижение цен на необходимые ресурсы и рост объемов производства внутри кластера, показатели прибыли организации могут быть существенно увеличены.

Для того чтобы оценить эффект от вхождения промышленного предприятия в состав многоотраслевого кластера, необходимо в первую очередь провести оптимизацию производственно-сбытовой стратегии данного предприятия с учетом достижения межотраслевого баланса в кластере для определения требуемых объемов продукции поставляемой предприятиям партнерам по кластеру и реализующейся на свободном рынке.

**Таблица 1**

Характеристика участников Воронежского областного кластера производителей нефтегазового оборудования

| № п/п | Название организации | Год вхождения | Отрасль | Выручка за 2015 г. (тыс. руб.) | Затраты за 2015 г. (тыс. руб.) | Прибыль за 2015 г. (тыс. руб.) | Выручка до вступления в кластер (тыс. руб.) | Выручка после вступления в кластер (тыс. руб.) | Прирост выпуска продукции (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ОАО «Борхиммаш» | 2009 | Производство машин и оборудования | 3 213 083 | 3 094 930 | 118 153 | 775 109 | 964 858 | 24,48 |
| 2 | ФГУП «Воронежский механический завод» | 2009 | | 7 540 000* | 4 370 927* | 3 169 073* | – | – | – |
| 4 | ООО «Грибановский машиностроительный завод» | 2009 | | 1 397 254 | 1 391 608 | 5 646 | 224 886 | 428 387 | 90,49 |
| 3 | ЗАО «Гидрогаз» | 2009 | Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий | 839 256 | 813 595 | 25 661 | 367 764 | 314 539 | -14,47 |
| 5 | ЗАО «Лискимонтажконструкция» | 2009 | Химическое производство | 4 100 893 | 880 954 | 3 219 939 | 2 216 069 | 2 409 679 | 8,74 |
| 6 | ЗАО МГК «ИНТЕХРОС» | 2013 | Оптовая и розничная торговля | 78 083 | 73 146 | 4 937 | 124 438 | 207 650 | 66,87 |
| 7 | ООО «Некст Трейд» | 2012 | | 332 840 | 320 551 | 12 289 | 238 068 | 233 940 | – 1,73 |
| 8 | ООО НПО «Нефтегаздеталь» | 2009 | | 793 821 | 762 237 | 31 584 | 274 004 | 281 459 | 2,72 |
| 9 | ООО «РГМ-Нефть-Газ-Сервис» | 2012 | | 164 726 | 160 112 | 4 614 | 52 952 | 16 749 | – 68,37 |
| 10 | ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ» | 2009 | Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых | 2 810 022 | 2 720 811 | 89 211 | 1 139 838 | 1 263 353 | 10,84 |

Примечание. *Рассчитан на основе показателей деятельности ФГУП «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева».

Рассмотрим изменения в производственно-сбытовой деятельности рассматриваемого промышленного предприятия после вступления в кластерное образование с учетом межотраслевого взаимодействия.

Пусть $Q_i^P$ – объем производства продукции *i*-го предприятия для свободного рынка, а $Q^P = \left(Q_1^P, Q_2^P, Q_3^P, \ldots, Q_n^P\right)$ – вектор конечного выпуска (для конечного потребления) всех *n* предприятий в кластере. Задается матрица *K* технологических коэффициентов, элементы ($k_{j,i}$) которой отражают необходимый объем продукции *i*-ого предприятия-участника кластера для производства единицы продукции *j*-ого предприятия-партнера по кластеру. А совокупный выпуск предприятия *i* в структуре многоотраслевого промышленного кластера состоит из двух компонент: выпуска продукции для свободного рынка – $Q_i^P$; выпуска продукции для межотраслевого потребления предприятий-партнеров по кластеру, определяемого с помощью матрицы технологических коэффициентов:

$$Q_i^O = \sum_{j=1}^{n} k_{j,i} Q_j .$$

Следовательно, совокупный объем производства *i*-го предприятия, входящего в состав многоотраслевого промышленного кластера, определяется по формуле

$$Q_i = Q_i^P + \sum_{j=1}^{n} k_{j,i} Q_j .$$

А совокупный объем производства всего многоотраслевого кластера соответственно равен

$$Q = \sum_{i=1}^{n} (Q_i^P + \sum_{j=1}^{n} k_{j,i} Q_j) .$$

Также следует учесть и другие аспекты включения промышленного предприятия в состав многоотраслевого кластера, путем введения в модель вектора внутренних цен ($P^0$) на продукцию данного предприятия и вектора внутренних цен на затраты единицы ресурса

$$W^0 = \left(w^{01}, w^{02}, \ldots, w^{0n}\right) .$$

Консолидированная формула для расчета прибыли промышленного предприятия, интегрированного в действующий многоотраслевой кластер, будет рассчитываться по следующей формуле:

$$\pi_i^{\text{кл}} = p_i l_i Q_i^P + p_i^0 \sum_{j=1}^{n} k_{j,i} Q_j - \sum_{b=1}^{m} m^b w^b x_b ,$$

где $l_i$ – коэффициент роста объемов выпуска продукции промышленного предприятия *i* для свободного рынка;

$m^b$ – коэффициент снижения цен на используемые ресурсы *b*-го вида в производстве продукции промышленным предприятиям в составе кластера.

Таким образом, представленная в данной работе экономико-математическая модель позволяет, во-первых, определить экономическую эффективность вступления промышленного предприятия в состав многоотраслевого кластера, которая достигается при условии $\pi_i^{\text{кл}} > \pi$, во-вторых, оптимизировать производственно-сбытовую деятельность предприятия за счет определения соотношения объемов продаж продукции для свободного рынка ($Q_i^P$) и для внутреннего ($Q_i^O$) партнерам по кластеру, при котором $\Delta\left(\pi_i^{\text{кл}} - \pi\right) \to \max$.

Апробация разработанной экономико-математической модели выполнена на примере Воронежского областного кластера производителей нефтегазового оборудования, ключевой специализацией которого является производство машин и оборудования (в т.ч. станков и спецтехники, подъемного и гидропневматического оборудования, роботов). Некоторые показатели деятельности и характеристика предприятий в составе данного кластера представлены в табл. 1.

Для апробации разработанной модели рассматривается модельная ситуация: предприятие ПАО «ТНС энерго Воронеж», крупнейший поставщик электрической энергии на территории Воронежской области, выступает в роли претендента на включение в состав Воронежского областного кластера производителей нефтегазового оборудования при условии, что часть продукции данного предприятия будет реализовываться партнерам по кластеру по трансфертным ценам. Источниками входных данных для расчета модели явились годовые бухгалтерские отчеты предприятий – участников кластера [1] и система таблиц «Затраты – Выпуск» России [5].

Коэффициенты снижения цен на ресурсы и снижения цен на продукцию предприятия, используемые в модели, являются входными параметрами, для которых установлены минимальные и максимально возможные значения, определяемые экспертным путем в зависимости от реальных условий функционирования исследуемого предприятия в кластерном образовании.

По данным табл. 1 только для 60% предприятий – участников рассматриваемого кластерного образования объемы выпуска продукции росли после вхождения в кластер, при этом диапазон изменений данного показателя достаточно широк: от 2,72% до 90,49%, что привело к невозможности

определения коэффициента роста объемов выпуска продукции предприятия на основе эмпирических данных функционирования рассматриваемого кластера, и для данного коэффициента определено минимальное значение, при котором достигается экономический эффект от вхождения ПАО «ТНС энерго Воронеж» в Воронежский областной кластер производителей нефтегазового оборудования.

Технологические коэффициенты для каждой из отраслей (табл. 2), представленной в рассматриваемом кластерном образовании, были определены с помощью таблицы «Коэффициенты прямых и полных затрат» системы таблиц «Затраты – Выпуск» России. В соответствии с данными коэффициентами при действующем уровне объемов выпуска продукции предприятий – участников рассматриваемого кластера, ПАО «ТНС энерго Воронеж» для межотраслевого потребления требуется реализовывать продукции на 1 020 084,47 тыс. руб. при настоящем объеме выпуска предприятия – 18 873 085,00 тыс. руб., что составляет 5,4 % (табл. 2).

В табл. 3 представлены результаты апробации разработанной экономико-математической модели для ПАО «ТНС энерго Воронеж» при различных значениях коэффициентов роста цен на продукцию предприятия и снижения цен на используемые ресурсы. По данным таблицы видно, что при снижении цен на используемые рассматриваемым предприятием ресурсы менее чем на 0,005 % и снижении цены на продукцию предприятия более 5 % экономическая эффективность ПАО «ТНС энерго Воронеж» от вступления в кластер не будет достигнута.

Таким образом, представленная в данной работе экономико-математическая модель носит универсальный характер, позволяя определить эффективность от включения промышленных предприятий в состав кластерных образований и рациональное соотношение объемов выпуска продукции предприятия для свободного рынка и для межотраслевого потребления предприятиями-партнерами по кластеру. Представленная экономико-математическая модель оптимизации производственно-сбытовой деятельности промышленного предприятия в структуре многоотраслевого кластера расширяет инструментарий поддержки принятия решений руководства промышленных предприятий при выборе наиболее эффективных вариантов реализации партнерских взаимодействий в структуре многоотраслевых кластерных комплексов.

**Таблица 2**

Входные параметры для расчета разработанной модели для ПАО «ТНС энерго Воронеж»

| Объем выпуска продукции предприятия до вступления в кластер (тыс. руб.) | Затраты предприятия до вступления в кластер (тыс. руб.) | Прибыль предприятия до вступления в кластер (тыс. руб.) | Коэффициент роста объемов продаж |
|---|---|---|---|
| 18873085 | 18437037 | 436048 | 0,25% |

| Коэффициенты полных затрат на электрическую энергию (в тыс. руб. на тыс. руб. продукции) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Производство машин и оборудования | Производство строительных металлических изделий | Химическое производство | Оптовая и розничная торговля | Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых |
| 0,03652 | 0,07018 | 0,09669 | 0,00761 | 0,03933 |

**Таблица 3**

Результаты расчета разработанной модели для ПАО «ТНС энерго Воронеж»

| Прибыль предприятия после вступления в кластер (тыс. руб.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Снижение цены на продукцию предприятия | Снижение цены на используемые ресурсы | | | | |
| | 0,001% | 0,005% | 0,05% | 0,1% | 1,5% |
| 5% | 436085,09 | 436822,33 | 445116,19 | 454331,6 | 712362,97 |
| 10% | 434906,18 | 435641,42 | 443912,87 | 453103,36 | 710437,17 |
| 15% | 433727,27 | 434460,52 | 442709,54 | 451875,12 | 708511,37 |
| 20% | 432548,36 | 433279,61 | 441506,21 | 450646,88 | 706585,57 |
| 25% | 431369,45 | 432098,71 | 440302,89 | 449418,64 | 704659,77 |

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 15-32-01013.*

## Список литературы

1. Бухгалтерская отчетность ОАО «Борхиммаш», ФГУП «Воронежский механический завод», ООО «Грибановский машиностроительный завод», ЗАО «Гидрогаз», ЗАО «Лискимонтаж-конструкция», ЗАО МГК «ИНТЕХРОС», ООО «Некст Трейд», ООО «НПО «Нефтегаздеталь», ООО «РГМ-Нефть-Газ-Сервис», ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ», ПАО «ТНС энерго Воронеж» за 2008–2015 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.spark-interfax.ru/ (дата обращения: 10.10.2016 г.).

2. Матвеева Л.Г. Методологические основы оценки потенциала крупных корпораций в системе региональной экономики // Terra Economicus. – 2003. – Т. 1, № 2.

3. О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров: постановление Правительства РФ от 31 июля 2015 г. № 779. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=205164#0 (дата обращения: 08.10.2016 г.).

4. Партнерские технологии активизации инновационного развития промышленности юга России: монография / под общ. ред. проф. А.Ю. Никитаевой. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2016.

5. Система таблиц «Затраты-Выпуск» России за 2003 год: статистический сборник. – М.: Росинформагротех, 2006. – 116 с.

6. Стефанков И.О. Модели оценки целесообразности создания промышленного кластера импортозамещения в регионе // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17572.

## References

1. Buhgalterskaja otchetnost OAO «Borhimmash», FGUP «Voronezhskij mehanicheskij zavod», OOO «Gribanovskij mashinostroitelnyj zavod», ZAO «Gidrogaz», ZAO «Liskimontazh-konstrukcija», ZAO MGK «INTEHROS», OOO «Nekst Trejd», OOO «NPO «Neftegazdetal», OOO «RGM-Neft-Gaz-Servis», OOO FPK «Kosmos-Neft-Gaz», PAO «TNS jenergo Voronezh» za 2008–2015 gg. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.spark-interfax.ru/ (data obrashhenija: 10.10.2016 g.).

2. Matveeva L.G. Metodologicheskie osnovy ocenki potenciala krupnyh korporacij v sisteme regionalnoj jekonomiki // Terra Economicus. 2003. T. 1, no. 2.

3. O promyshlennyh klasterah i specializirovannyh organizacijah promyshlennyh klasterov: postanovlenie Pravitelstva RF ot 31 ijulja 2015 g. № 779. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=205164#0 (data obrashhenija: 08.10.2016 g.).

4. Partnerskie tehnologii aktivizacii innovacionnogo razvitija promyshlennosti juga Rossii: monografija / pod obshh. red. prof. A.Ju. Nikitaevoj. Rostov-na-Donu: JuFU, 2016.

5. Sistema tablic «Zatraty-Vypusk» Rossii za 2003 god: statisticheskij sbornik. M.: Rosinformagroteh, 2006. 116 p.

6. Stefankov I.O. Modeli ocenki celesoobraznosti sozdanija promyshlennogo klastera importozameshhenija v regione // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1–1; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17572.

УДК 658.15

# КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

**Фокина Е.А., Трухляева А.А., Бондаренко П.В.**

*ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волгоград,*
*e-mail: fokina-ea@mail.ru, ann.tru@mail.ru, bondarenko.volsu@gmail.com*

В статье показана актуализация возможностей применения и развития современных информационных технологий в рассматриваемой области для обеспечения целесообразного, оптимизированного процесса оценки финансового состояния предприятия. Представлены бизнес-процессы проведения оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта, связанные с формированием основных компонент его информационно-аналитического обеспечения. Исследовано информационно-аналитическое обеспечение в регламенте, определенном многогранной системой процедур, методик и увязкой этапов процесса оценки финансового состояния. Рассматривается использование концептуального метода анализа и моделирования применительно к оценке финансового состояния предприятия. Разработана концептуальная модель системы оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта. Информационно-аналитическая среда рассматриваемой предметной области позволяет получить информацию в разрезе показателей бизнес-деятельности, объективно определяющих основные направления автоматизации.

**Ключевые слова: бизнес-модель, этапы оценки финансового состояния, бизнес-процесс, концептуальная модель, функциональное моделирование**

# CONCEPTUAL BASES OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT IS ASSESSING THE FINANCIAL CONDITION OF ECONOMIC ENTITIES

**Fokina E.A., Trukhlyaeva A.A., Bondarenko P.V.**

*Federal State Autonomous Institution of Higher Education, Volgograd State University, Volgograd,*
*e-mail: fokina-ea@mail.ru, ann.tru@mail.ru, bondarenko.volsu@gmail.com*

The article shows the actualization of possibilities application and development of modern information technologies in the area under consideration to ensure the expedient, optimized process for assessing the financial condition of the company. Presented business – processes of the process of assessing the financial condition of economic entities associated with the formation of the main components of its information and analytical support. The information and analytical support was studied in the regulations of certain multi-faceted system of procedures, methods and steps linking the financial condition of the evaluation process. We consider the use of conceptual modeling and analysis method applied to the evaluation of the financial condition of the company. We have developed the conceptual model of a system assess for the financial condition of the managing subject. Information-analytical environment of considered subject area makes it possible to obtain information in the context of the business activity indicators, to objectively determine the main directions of automation.

**Keywords: business model, stages of the financial condition assessment, business process, conceptual model, functional simulation**

В настоящее время при сложившихся рыночных отношениях эффективность деятельности субъекта хозяйствования в значительной мере зависит от информационно-аналитического обеспечения системы оценки финансового состояния предприятия. Возможность долгосрочного успешного функционирования предприятия предопределяется улучшением имущественного положения и структуры источников средств, обеспечением ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, оптимизацией показателей оборачиваемости, повышением плановых показателей прибыли, рентабельности.

Под информационно-аналитическим обеспечением оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта понимается совокупность исходных данных и итоговой информации в контуре бизнес-модели.

Бизнес-модель – это описание предприятия как сложной системы, с заданной точностью. Форма представления бизнес-модели и уровень ее детализации определяются целями моделирования [1, с. 6]. Бизнес-модель подобна стратегическому плану, который претворяется в жизнь через организационные структуры, процессы и системы [3, с. 21].

Комплексная система оценки финансового состояния предприятия представлена как многоэтапный процесс. Многошаговые задачи, ориентированные на достижение практического результата, имеют следующую структуру деятельности: цель (определяется система действий); предмет потребности (выбор направленности деятельности); действия (основные элементы деятельности, направленные на реализацию цели); задачи, требования (задается направ-

ленность и последовательность действий); условия, в которых задаются данные требования [4, с. 379].

1. Начальный этап – ориентирующий. На данном этапе проводится содержательный анализ, целостное и системное описание информационного обеспечения оценки финансового состояния предприятия. Основной информационный материал, необходимый для проведения оценки финансового состояния, извлекается непосредственно из бухгалтерской отчетности предприятия.

Бухгалтерская информационная система обеспечивает выявление и извлечение финансовой информации; регистрацию и систематизацию собранной информации; предоставление информации в форме, удобной для пользователей [5, с. 31].

Этап заключается в определении цели и выборе методов ее реализации. Предварительная систематизация бухгалтерской информации происходит с учетом ее качественных характеристик в целях достоверности последующих расчетов финансовых коэффициентов и аналитического заключения по результатам оценки финансового состояния предприятия. В соответствии с условиями, в которых задается данное требование (цель), выделяется ряд смежных отчетных периодов. Количество анализируемых отчетных периодов может варьироваться в зависимости от поставленных задач. Оценка финансового состояния выполняется на уровне отдельных субъектов хозяйствования (конкретного предприятия по отчетным периодам деятельности), либо группы субъектов (предприятий одной или нескольких отраслей).

2. В рамках формирующего этапа предполагается постановка, формулирование и уяснение задач, обработка информации, составление плана действий, концептуализация и моделирование предметной области. Данный этап характеризуется установлением соотношения известных исходных данных и поставленных задач, осознанием требования, выявлением связей между компонентами исследуемой системы.

Понятие «план решения» рекомендуется воспринимать как идею решения, а не полный перечень всех действий и операций. План включает общую схему представления решения поставленных задач, посредством которой будет достигнута приближенность к достижению конечного результата (цели). Цель и соподчиненная система задач определяют соответствующие направления оценки: имущественное положение и структура капитала; ликвидность и платежеспособность; финансовая устойчивость; деловая активность; прибыль и рентабельность; вероятность банкротства; интегральные финансовые коэффициенты и др.

Итеративный процесс постановки задач по оценке финансового состояния предприятия зависит от требований внешних пользователей: программистов высокого уровня, финансовых аналитиков и прочих заинтересованных лиц.

Формальное представление предметной области является обязательным этапом создания информационно-аналитической среды. Предметная область представляет собой некоторую тщательно проработанную совокупность объектов и их свойств, выделяемых в соответствии с назначением системы. Формальное представление предметной области приводит к необходимости проведения так называемого концептуального анализа, результатом которого является концептуальная модель.

Концептуальной моделью называются формально выраженные знания об объектах и свойствах предметной области. В рамках представляемой модели единица данных имеет внутреннюю структуру и трактуется как информационный объект.

На этапе построения концептуальной модели необходима структуризация данных и выявление взаимосвязей между объектами без рассмотрения особенностей реализации и вопросов эффективности обработки. На основании анализа предметной области выделяются следующие сущности: предприятие; документ итоговой отчетности; показатель оценки.

Сущность «Предприятие» хранит информацию о предприятии – самостоятельном хозяйствующем субъекте, осуществляющем различные виды деятельности, целью которого является обеспечение общественных потребностей, извлечение прибыли и приращение капитала.

Сущность «Документ итоговой отчетности» характеризует основные документы, служащие источниками информации для оценки финансового состояния предприятия. Сущность «Документ итоговой отчетности» в базе данных реализуется как таблица документов, где накапливаются и хранятся значения статей бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах. Данные представляются в стоимостной оценке на отчетную дату.

Сущность «Показатель оценки» предназначена для хранения информации об измеряемых финансовых показателях. На основе данных показателей проводится оценка финансового состояния предприятия.

Для каждой сущности можно выделить характеристики, существенные на данном уровне абстракции. Документ итоговой от-

четности: вид документа; период документа (рассматриваемый отчетный период); наименование документа (форма № 1 «Бухгалтерский баланс» и форма № 2 «Отчет о финансовых результатах»); код показателя документа (номер строки отчета); показатель документа (наименование статьи отчета). Показатель оценки включает финансовые коэффициенты по тематическим направлениям: приводится наименование показателя (например, коэффициент финансовой независимости и др.); единица измерения; период исчисления; расчетное значение; методика определения.

С учетом описания атрибутов каждой из сущностей концептуальную модель рассматриваемой предметной области можно представить в следующем виде (рис. 1). Процесс моделирования предметной области включает описание параметров наиболее важных блоков. Происходит формализация бизнес-модели, определяются производимые действия, обеспечивается их соорганизация в рамках информационно-аналитического обеспечения системы оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта.

Методология предусматривает разбиение процесса на несколько стадий, каждая из которых, в свою очередь, состоит из нескольких этапов. Основным методом разбиения на этапы является функциональная декомпозиция, заключающаяся в разбиении системы на функциональные подсистемы с целью выяснения роли и назначения каждой из них, а также степени влияния на общую эффективность бизнес-модели. При этом система сохраняет целостное представление, в которой все функциональные компоненты взаимоувязаны.

Представленная модель отображает процесс проведения оценки финансового состояния предприятия. Модель состоит из диаграмм: родительской диаграммы ($A_0$) (рис. 2), диаграммы, представляющей ее декомпозицию ($A_0$) (рис. 3). Построение модели процесса оценки финансового состояния предприятия реализовано в инструментальной среде Ramus Educational.

Для оптимизации деятельности по проведению оценки финансового состояния предприятия необходимо понимание взаимосвязи отдельных групп финансовых показателей, как совокупности тематических направлений оценки. Общими элементами подобных моделей являются структурные компоненты и правила, определяющие отношения между ними.

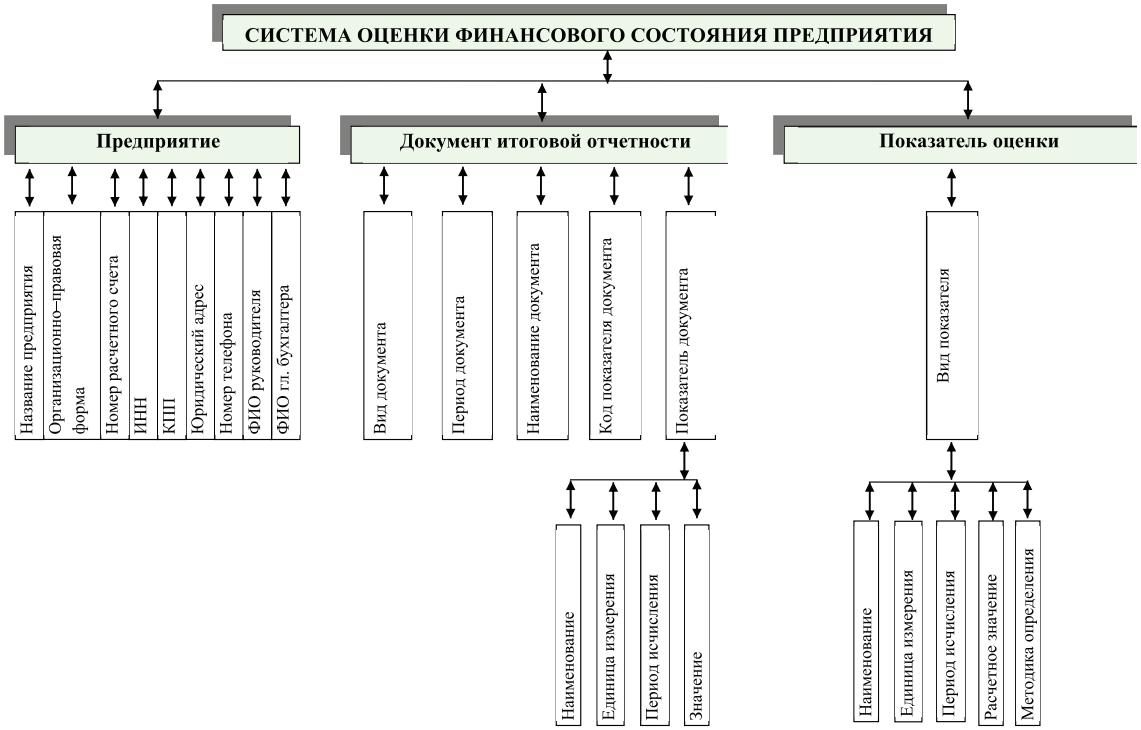



*Рис. 1. Концептуальная модель системы оценки финансового состояния предприятия*

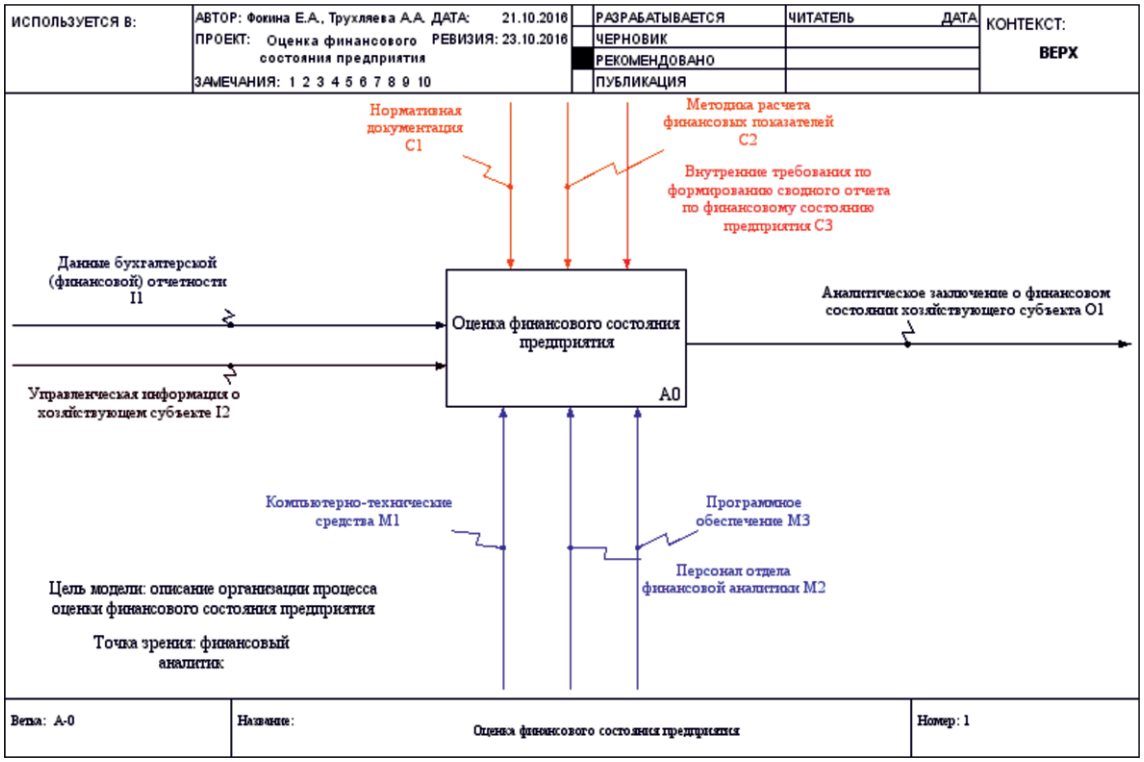



*Рис. 2. Контекстный уровень модели процесса «Оценка финансового состояния предприятия»*

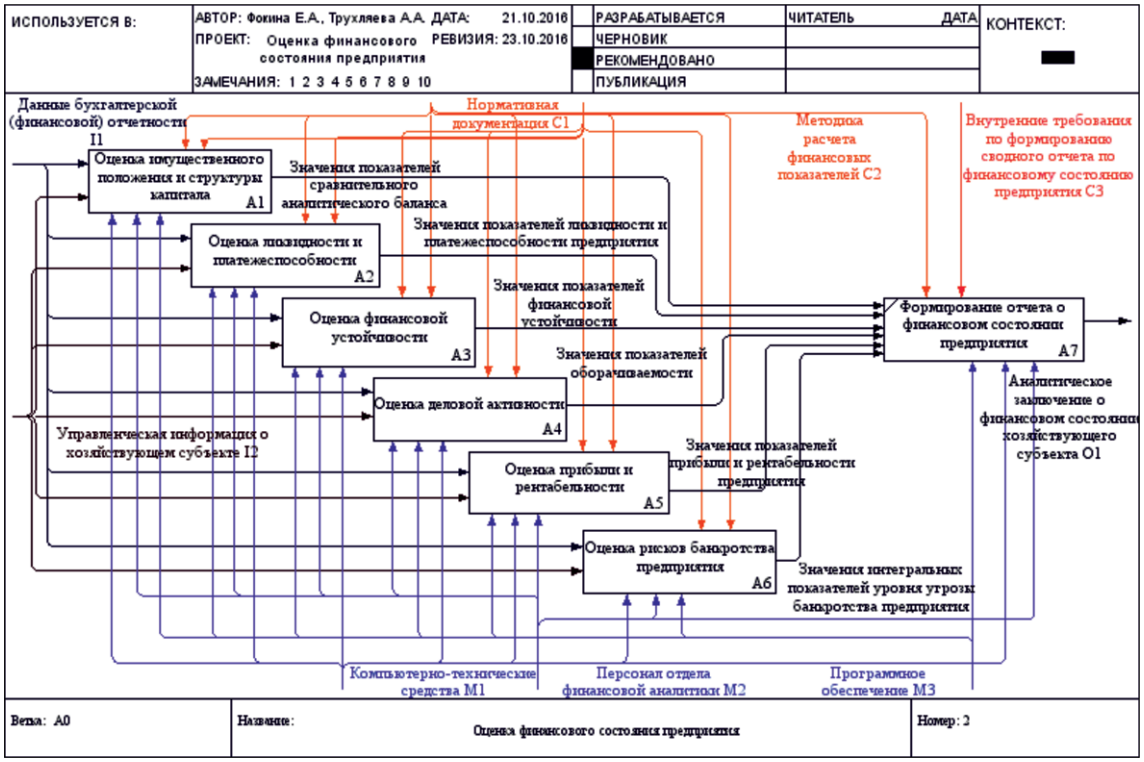



*Рис. 3. Декомпозиция контекстной диаграммы*

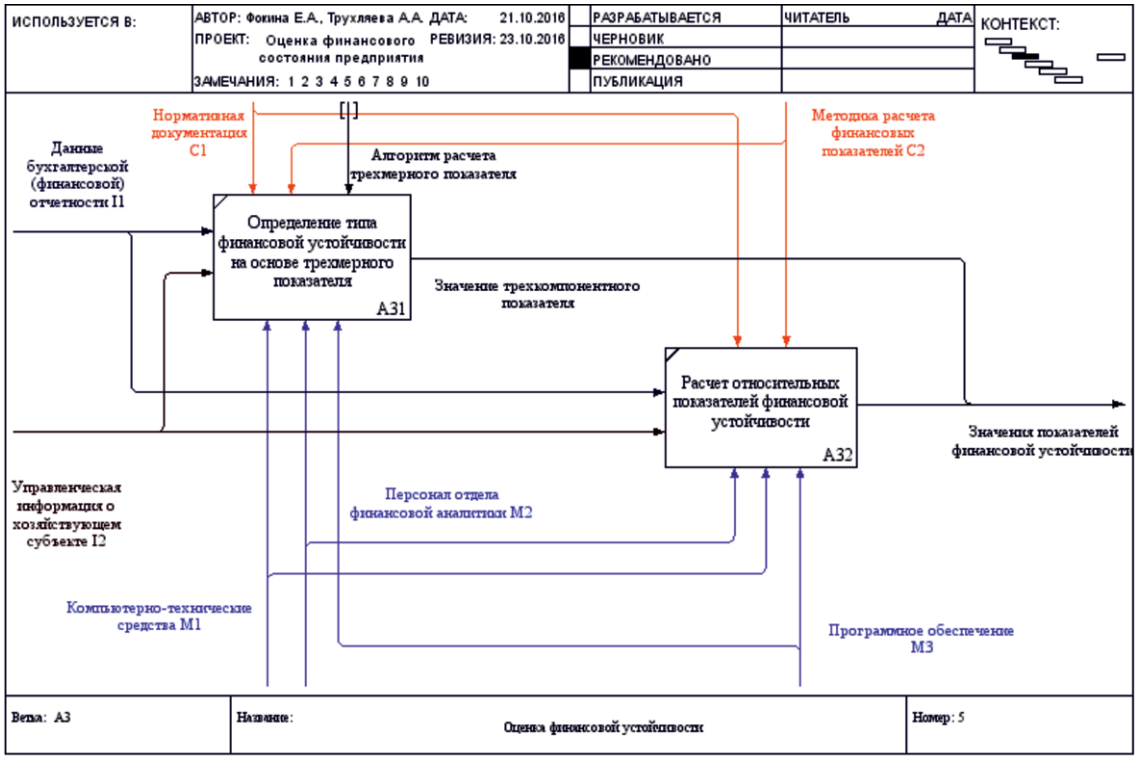



*Рис. 4. Диаграмма процесса «Оценка финансовой устойчивости»*

На контекстной диаграмме в качестве входа представлена бухгалтерская отчетность и внутренняя управленческая информация, выходом является итоговый аналитический отчет. Управляющее воздействие на функцию оказывают нормативная документация, методика проведения оценки финансового состояния предприятия. Диаграмма второго уровня содержит функциональные блоки, отображающие процесс оценки финансового состояния предприятия по актуальным направлениям. Пример декомпозиции процесса оценки финансовой устойчивости ($A_3$) отображен на рис. 4.

Подсистемы и входящие в них аналитические показатели зависят от специфики бизнес-деятельности, уровня развития субъекта хозяйствования, от переменных факторов внешней и внутренней среды. Количество уровней детализации определяется потребностями решаемых аналитических задач.

3. Расчетно-аналитический этап. Процесс от постановки до решения основных задач состоит в целенаправленном преобразовании исходных данных (бухгалтерская отчетность) в результативную информацию (сводные аналитические таблицы). В результате осуществляется группировка данных на каждом этапе и расчет значимых финансовых показателей.

4. Интегрирующий этап ориентирован на оценку результативности, формулирование выводных положений. На данном этапе определяются взаимосвязи финансовых показателей и влияние отдельного или группы показателей на финансовое состояние и результаты деятельности предприятия. Анализ финансовых показателей позволяет выявить основные направления изменения указанных показателей, оценить последствия положительных и отрицательных тенденций.

Завершающий этап предполагает формулирование критериев, позволяющих прослеживать закономерности в изменениях финансовых показателей, установление причин выявленных отклонений. Операциональное формулирование оценочных суждений относительно данных в целостности их связей и характеристик обеспечивает создание общего обоснованного практического вывода [2, с. 527].

В заключение следует отметить, что информационно-аналитическое обеспечение процесса оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта инициирует использование новых подходов, методов и технологий при ее проведении.

## Список литературы

1. Гламаздин Е.С. Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели [Текст] / Е.С. Гламаздин, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 159 с.

2. Голубь О.В., Фокина Е.А. Оптимизация мыслительно-познавательной деятельности при решении аналитико-диагностических задач [Текст] / О.В. Голубь, Е.А. Фокина // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11. – С. 525–528.

3. Остервальдер А. Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора модели [Текст] / А. Остервальдер, Ив. Пинье; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 288 с.

4. Фокина Е.А., Бондаренко П.В., Трухляева А.А. Системно-деятельностный подход в финансовом анализе [Текст] / Е.А. Фокина, П.В. Бондаренко, А.А. Трухляева // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 12. – С. 379–383.

5. Этрилл П. Финансовый менеджмент и управленческий учет для руководителей и бизнесменов [Текст] / П. Этрилл, Э. Маклейни; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 648 с.

## References

1. Glamazdin E.S. Upravlenie korporativnymi programmami: informacionnye sistemy i matematicheskie modeli [Tekst] / E.S. Glamazdin, D.A. Novikov, A.V. Cvetkov. M.: IPU RAN, 2003. 159 p.

2. Golub O.V., Fokina E.A. Optimizacija myslitelno-poznavatelnoj dejatelnosti pri reshenii analitiko-diagnosticheskih zadach [Tekst] / O.V. Golub, E.A. Fokina // Fundamentalnye issledovanija. 2013. no. 11. pp. 525–528.

3. Ostervalder A. Postroenie biznes-modelej: Nastolnaja kniga stratega i novatora modeli [Tekst] / A. Ostervalder, Iv. Pine; per. s angl. M.: Alpina Pablisher, 2012. 288 p.

4. Fokina E.A., Bondarenko P.V., Truhljaeva A.A. Sistemno-dejatelnostnyj podhod v finansovom analize [Tekst] / E.A. Fokina, P.V. Bondarenko, A.A. Truhljaeva // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2015. no. 12. pp. 379–383.

5. Jetrill P. Finansovyj menedzhment i upravlencheskij uchet dlja rukovoditelej i biznesmenov [Tekst] / P. Jetrill, Je. Maklejni; per. s angl. M.: Alpina Pablisher, 2012. 648 p.