

---

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

---

№ 6 2015  
Часть 2

ISSN 1812-7339

Журнал издается с 2003 г.

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

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

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

## *Главный редактор*

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

## *Зам. главного редактора*

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

## *Ответственный секретарь редакции*

*Бизенкова Мария Николаевна*

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

д.т.н. 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.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар), 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., проф., к.ф.-м.н. Мишин В.М. (Пятигорск), д.э.н., проф. Савон Д.Ю. (Ростов-на-Дону), д.э.н., проф. Макринова Е.И. (Белгород), д.э.н., проф. Роздольская И.В. (Белгород), д.э.н., проф. Коваленко Е.Г. (Саранск), д.э.н., проф. Зарецкий А.Д. (Краснодар), д.э.н., проф. Тяглов С.Г. (Ростов-на-Дону)

---

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

Все публикации рецензируются.  
Доступ к журналу бесплатен.

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

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

---

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

Подписано в печать 24.07.2015  
Формат 60х90 1/8  
Технический редактор Кулакова Г.А.  
Корректор Галенкина Е.С.  
Усл. печ. л. 31,63.  
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2015/6

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МАКРОФИТОБЕНТОСА<br>РАЙОНА ВЫПУСКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД<br>ПНБ «ШЕСХАРИС» (ЦЕМЕССКАЯ БУХТА, ЧЕРНОЕ МОРЕ)<br><i>Березенко Н.С.</i> .....                                                                                                                                | 219 |
| УМЕНЬШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ГИДРОСИСТЕМАМИ<br>ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ<br><i>Вольнов О.И.</i> .....                                                                                                                                                                                                | 225 |
| ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ВИБРОЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО<br><i>Демин А.В., Хамитов Р.Н.</i> .....                                                                                                                                                                                                                      | 230 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ<br>И СИГНАЛЬНОЙ НАСТРОЙКОЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ<br>ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ<br><i>Зиятдинов И.Р., Кавалеров Б.В., Бахирев И.В.</i> .....                                                                                                             | 235 |
| АНАЛИЗ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ В ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ<br><i>Иванов В.А., Еркаев Н.В.</i> .....                                                                                                                                                                                                                   | 241 |
| ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ<br>ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ<br><i>Кобрунов А.И., Мотрюк Е.Н., Ломинский Д.О.</i> .....                                                                                                                                                             | 246 |
| ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ<br>НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДТП<br><i>Корчагин В.А., Ляпин С.А., Клявин В.Э., Ситников В.В.</i> .....                                                                                                                                       | 251 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГРАФОВ<br>ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ГЕТЕРОГЕННОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ<br>БАЗЫ ДАННЫХ УРОВНЯ ПРЕДПРИЯТИЯ<br><i>Лаврентьев К.А., Пономарчук Ю.В., Фалеева Е.В.</i> .....                                                                                                                       | 257 |
| АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ ФРИКЦИОННЫХ<br>ЭПИЦИКЛИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ С ЗСТК С ДИАМЕТРАМИ<br>РАЗНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРИ ВЕДУЩЕМ НАРУЖНОМ КОЛЬЦЕ<br><i>Мерко М.А., Меснянкин М.В., Кайзер Ю.Ф., Мерко И.С., Колотов А.В., Лысянников А.В.,<br/>Лысянникова Н.Н., Литвинов П.С., Кузнецов А.В.</i> ..... | 263 |
| ОГРАНИЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА,<br>ПЕРЕМЕЩАЕМОГО МОСТОВЫМИ КРАНАМИ<br><i>Мещеряков В.Н., Колмыков В.В., Мигунов Д.В.</i> .....                                                                                                                                                                                  | 268 |
| ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСА В РФ,<br>СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ<br><i>Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В.</i> .....                                                                                                                                                                                   | 273 |
| ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ<br>ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ<br><i>Мотрюк Е.Н., Кобрунов А.И., Ломинский Д.О.</i> .....                                                                                                                                      | 277 |
| К ВОПРОСУ О ЦЕЛЯХ, ДОСТИГАЕМЫХ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ<br>РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ<br><i>Редреев Г.В., Окунев Г.А.</i> .....                                                                                                                                                                   | 282 |

|                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРИМЕНЕНИЕ ПРОВОЛОКИ ИЗ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ<br>ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭКРАНОВ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ<br>НА СРЕДНЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ<br><i>Савченко В.Г., Труфанова Н.М., Щербинин А.Г., Субботин Е.В., Терлыч А.Е.</i> ..... | 287 |
| АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ОБЪЕКТОВ ФАУНЫ<br>С ПОМОЩЬЮ АЭРОФОТОСЪЕМКИ<br><i>Талбонен А.Н., Рогов А.А., Калинин А.В., Тимонин А.О.</i> .....                                                          | 291 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТА В ВИДЕ ЗАГЛАЖЕННОГО НЕПРОВАРА<br>ПОСЛЕ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ<br>ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ<br><i>Филиппов А.В., Тарасов С.Ю., Колубаев Е.А., Рубцов В.Е.</i> .....                     | 296 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ В ЗАДАЧЕ КОРРЕКЦИИ<br>НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ<br><i>Цибизова Т.Ю., Шэнь Кай, Неусытин К.А.</i> .....                                                           | 301 |
| РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ<br><i>Чигиринский Ю.Л., Щепетнов И.А., Чигиринская Н.В.</i> .....                                                                                                 | 306 |
| МЕХАНИЗМ ДЕГИДРОКСИЛАЦИИ МИНЕРАЛОВ<br>С ПОЗИЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ<br><i>Шишелова Т.И., Липовченко Е.Л.</i> .....                                                                                                    | 311 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ<br>МОЩНЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ<br><i>Хисматуллин А.С., Камалов А.Р.</i> .....                                                                                          | 316 |

#### Экономические науки

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОЖДАЕМОСТИ<br>ПО ГОРОДАМ И РАЙОНАМ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН<br><i>Абдулманапов П.Г.</i> .....                                                                                      | 320 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗМОВ<br>ГОСУДАРСТВЕННО-КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ<br>НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ<br><i>Аникина И.Д., Кусмарцева Ю.В., Гукова А.В., Бисчекова Ф.Р.</i> ..... | 326 |
| МОНИТОРИНГ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ЗВЕНЬЯХ ЦЕПИ ПОСТАВОК<br>ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА<br><i>Гильц Н.Е., Белякова Е.В., Широченко Н.В., Белякова А.А.</i> .....                                                   | 331 |
| НЕКОТОРЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ<br>РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ<br><i>Гриванов Р.И., Завальный Т.Д.</i> .....                                                       | 336 |
| ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ –<br>СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ<br><i>Захаров Н.Н., Черданцев В.П., Тренина М.В.</i> .....                                                     | 340 |
| ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ КОРПОРАТИВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ –<br>ОТ СОЦИАЛЬНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ К ОБЩИМ ЦЕННОСТЯМ<br><i>Иванова Т.Е.</i> .....                                                                        | 344 |



|                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ<br>КАЧЕСТВОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ<br>В ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННЫХ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЯХ<br><i>Калажаскова Ю.А.</i> .....                                  | 349 |
| СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ<br>ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ СФЕРЫ РЕГИОНА<br><i>Кантемирова М.А., Дзакоев З.Л.</i> .....                                                                     | 355 |
| ОТРАЖЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ АКТИВОВ<br>В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ<br><i>Кривцов А.И.</i> .....                                                                                                            | 362 |
| АНАЛИЗ РЕКРЕАЦИОННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА НАЛЬЧИК<br><i>Кулюшина Н.Е., Лигидов Р.М.</i> .....                                                                                              | 366 |
| ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ<br>КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА<br><i>Лускатова О.В., Шебанкова Е.С.</i> .....                                                    | 371 |
| РАЗВИТИЕ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЫНКА АУКЦИОННЫХ ПРОДАЖ<br>ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА<br><i>Люлькина Н.М.</i> .....                                                                   | 375 |
| РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРА ИНСТРУМЕНТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ<br>ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ РЕГИОНА<br>НА ЭТАПЕ АКТИВИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ<br><i>Роздольская И.В., Осадчая С.М.</i> ..... | 380 |
| ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ<br>«АГЕНТСТВО ПО СТРАХОВАНИЮ ВКЛАДОВ»:<br>ВОЗМОЖНО ЛИ ОЦЕНИТЬ СОЦИАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ?<br><i>Соболева Е.Н., Архипова Т.В.</i> .....                             | 390 |
| ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА<br>К ПРОЦЕССУ СТРАТЕГИЧЕСКОГО БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ<br><i>Старикова Т.В., Богомазова О.И.</i> .....                                                   | 395 |
| ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ<br>КАК ФАКТОР РЕШЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ<br><i>Старченко Е.Н., Вержицкий Д.Г., Копышева Т.В.</i> .....                                                 | 401 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА<br>В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ<br><i>Тихомирова Т.А., Степанов А.А.</i> .....                                                    | 406 |
| ГОСУДАРСТВЕННОЕ И МУНИЦИПАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ<br>ТОВАРНЫХ РЫНКОВ В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОЙ ЭКОНОМИКИ<br><i>Харитонов Е.Л.</i> .....                                                                 | 411 |
| ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ<br>В ОРГАНИЗАЦИЯХ<br><i>Чжан-Сен А.Ю., Пархомчук М.А.</i> .....                                                                             | 415 |
| СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ<br>ЭНЕРГОРЕСУРСОВ БЮДЖЕТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ<br><i>Якупова Н.М., Кундакян Р.М., Андреев А.В.</i> .....                                        | 420 |

---

## CONTENTS

### Technical sciences

|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| EKOLOGO-TAKSONOMICHESKIY STRUCTURE OF THE MACROPHYTOBENTHOS OF THE AREA OF PRODUCTION OF PETROCONTAINING SHESKHARIS PNB SEWAGE (TSEMES BAY, THE BLACK SEA)                                              |     |
| <i>Berezenko N.S.</i> .....                                                                                                                                                                             | 219 |
| REDUCING ENERGY COSTS BY HYDRAULIC PROCESS EQUIPMENT                                                                                                                                                    |     |
| <i>Volnov O.I.</i> .....                                                                                                                                                                                | 225 |
| ELECTRO-PNEUMATIC VIBRATION PROTECTION DEVICE                                                                                                                                                           |     |
| <i>Demin A.V., Khamitov R.N.</i> .....                                                                                                                                                                  | 230 |
| THE ELECTRIC ENERGY GAS TURBINE POWER WITH A REFERENCE MODEL AND A SIGNAL SETTING IS INVESTIGATION CONTROL SYSTEM                                                                                       |     |
| <i>Ziyatdinov I.R., Kavalerov B.V., Bakhirev I.V.</i> .....                                                                                                                                             | 235 |
| ANALYSIS OF ELASTIC DEFORMATION IN SLIDING BEARINGS                                                                                                                                                     |     |
| <i>Ivanov V.A., Erkaev N.V.</i> .....                                                                                                                                                                   | 241 |
| CONSTRUCTION OF MODELS OF COMPLEX GEOLOGICAL ENVIRONMENTS OF GRAVIMETRIC DATA                                                                                                                           |     |
| <i>Kobrunov A.I., Motryuk E.N., Lominskiy D.O.</i> .....                                                                                                                                                | 246 |
| IMPROVING TRAFFIC SAFETY BASED ON EMERGENCY ANALYSIS AND ROAD ACCIDENT EMULATION                                                                                                                        |     |
| <i>Korchagin V.A., Lyapin S.A., Klyavin V.E., Sitnikov V.V.</i> .....                                                                                                                                   | 251 |
| APPLICATION OF DIGRAPHS IN DESIGN OF A SCHEME FOR HETEROGENEOUS DISTRIBUTED DATABASE AT ENTERPRISE LEVEL                                                                                                |     |
| <i>Lavrentev K.A., Ponomarchuk Y.V., Faleeva E.V.</i> .....                                                                                                                                             | 257 |
| THE ANALYSIS OF THE LIMITING FREQUENCIES OF ROTATION OF THE LINKS FRICTIONAL EPICYCLIC MECHANISMS WITH A CLOSED SYSTEM OF ROLLING ELEMENTS WITH DIAMETERS OF DIFFERENT SIZES, LEADING ON THE OUTER RING |     |
| <i>Merko M.A., Mesnyankin M.V., Kayser Y.F., Merko I.S., Kolotov A.V., Lysyannikov A.V., Lysyannikova N.N., Litvinov P.S., Kuznetsov A.V.</i> .....                                                     | 263 |
| RESTRICTION OF CARGO SWINGING FOR BRIDGE CRANES                                                                                                                                                         |     |
| <i>Mescheryakov V.N., Kolmykov V.V., Migunov D.V.</i> .....                                                                                                                                             | 268 |
| PROBLEMS OF INDUSTRIAL PHOSPHOGYPSUM PROCESSING IN RUSSIA, STATE AND PROSPECTS                                                                                                                          |     |
| <i>Mescheryakov Y.G., Fedorov S.V.</i> .....                                                                                                                                                            | 273 |
| FEATURES OF TECHNOLOGY CONSTRUCTION OF MODELS OF COMPLEX GEOLOGICAL ENVIRONMENTS FOR GRAVIMETRIC DATA                                                                                                   |     |
| <i>Motryuk E.N., Kobrunov A.I., Lominskiy D.O.</i> .....                                                                                                                                                | 277 |
| ON THE QUESTION OF PURPOSE, ACHIEVED WHILE ENSURING EFFICIENCY OF MACHINE-TRACTOR UNITS                                                                                                                 |     |
| <i>Redreev G.V., Okunev G.A.</i> .....                                                                                                                                                                  | 282 |
| APPLICATION OF ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS WIRE FOR POWER CABLE SCREEN MANUFACTURING ON MEDIUM VOLTAGE                                                                                                 |     |
| <i>Savchenko V.G., Trufanova N.M., Scherbinin A.G., Subbotin E.V., Terlych A.E.</i> .....                                                                                                               | 287 |

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AUTOMATIZATION OF SPECIFIC FAUNA OBJECTS COUNTING<br>USING AERIAL PHOTOGRAPHS                                              |     |
| <i>Talbonen A.N., Rogov A.A., Kalinin A.V., Timonin A.O.</i>                                                               | 291 |
| DEFENITION OF DEFECTS IN FORM SMOTHEDED INCOMPLITE FUSION<br>AFTER FRICTION STIR WELDING WITH USING NONDESTRUCTIVE TESTING |     |
| <i>Filippov A.V., Tarasov S.Y., Kolubaev E.A., Rubtsov V.E.</i>                                                            | 296 |
| ASSESSMENT ALGORITHMS' RESEARCH IN CORRECTION PURPOSES<br>OF AIRCRAFT NAVIGATION SYSTEMS                                   |     |
| <i>Tsibizova T.Y., Shen Kay, Neusypin K.A.</i>                                                                             | 301 |
| REGRESSION MODEL OF LASER HARDENING PROCESS                                                                                |     |
| <i>Chigirinskiy Y.L., Schepetnov I.A., Chigirinskaya N.V.</i>                                                              | 306 |
| QUANTUM-MECHANICAL REPRESENTATION<br>OF THE MECHANISM OF DEHYDROXYLATION MINERALS                                          |     |
| <i>Shishelova T.I., Lipovchenko E.L.</i>                                                                                   | 311 |
| IMPROVING THE EFFICIENCY<br>OF THE COOLING SYSTEM POWERFUL POWER TRANSFORMERS                                              |     |
| <i>Khismatullin A.S., Kamalov A.R.</i>                                                                                     | 316 |

### **Economic sciences**

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DIFFERENTIATION OF CHILDBIRTH FIGURES BY CITIES<br>AND DISTRICTS OF DAGESTAN REPUBLIC                                          |     |
| <i>Abdulmanapov P.G.</i>                                                                                                       | 320 |
| DEVELOPMENT PROSPECTS PUBLIC-CORPORATE GOVERNANCE<br>AT PROCESSING ENTERPRISES                                                 |     |
| <i>Anikina I.D., Kusmartseva Y.V., Gukova A.B., Bischeikova F.R.</i>                                                           | 326 |
| MONITORING OF LOGISTICS OPERATIONS<br>IN THE SUPPLY CHAIN DEALERSHIP                                                           |     |
| <i>Gilts N.E., Belyakova E.V., Shirochenko N.V., Belyakova A.A.</i>                                                            | 331 |
| SOME TRENDS OF RUSSIAN BANKING SYSTEM DEVELOPMENT:<br>FEATURES OF PRIMORSKIY REGION                                            |     |
| <i>Grivanov R.I., Zavalnyy T.D.</i>                                                                                            | 336 |
| PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN EDUCATION – SOCIO-ECONOMIC ASPECT                                                                |     |
| <i>Zakharov N.N., Cherdantsev V.P., Tronina M.V.</i>                                                                           | 340 |
| THE EVOLUTION OF THE CONCEPTS OF CORPORATE RESPONSIBILITY –<br>SOCIAL SUSCEPTIBILITY TO SHARED VALUES                          |     |
| <i>Ivanova T.E.</i>                                                                                                            | 344 |
| ASSESSMENT OF CUSTOMER SATISFACTION WITH QUALITY OF SCIENTIFIC<br>AND TECHNICAL WORKS IN VERTICALLY INTERGROWING OIL COMPANIES |     |
| <i>Kalazhokova Y.A.</i>                                                                                                        | 349 |
| FEATURES OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT<br>OF THE REGION IN THE FIRST DECADE OF XXI CENTURY                                     |     |
| <i>Kantemirova M.A., Dzakojev Z.L.</i>                                                                                         | 355 |
| REFLECTION OF INVESTMENT ASSETS IN THE ACCOUNTING                                                                              |     |
| <i>Krivtsov A.I.</i>                                                                                                           | 362 |

---

|                                                                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANALYSIS OF RECREATIONAL NEEDS OF RESIDENTS OF NALCHIK<br><i>Kulyushina N.E., Ligidov R.M.</i> .....                                                                                                         | 366 |
| ECONOMIC DIVISION OF THE VLADIMIR REGION INTO DISTRICTS<br>AS A TOOL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION<br><i>Luskatova O.V., Shebankova E.S.</i> .....                                               | 371 |
| DEVELOPMENT OF THE MUNICIPAL<br>MARKET AUCTION SALE LAND FOR HOUSING<br><i>Lyulkina N.M.</i> .....                                                                                                           | 375 |
| BROADENING THE RANGE OF INSTRUMENTS OF SOCIAL RESPONSIBILITY<br>OF BUSINESS ENTITIES IN THE REGION AT THE STAGE OF ACTIVATION<br>OF ECONOMIC TRANSFORMATION<br><i>Rozdolskaya I.V., Osadchaya S.M.</i> ..... | 380 |
| STATE CORPORATION «DEPOSIT INSURANCE AGENCY»<br>IT IS POSSIBLE TO EVALUATE ITS SOCIAL IMPACT?<br><i>Soboleva E.N., Arkhipova T.V.</i> .....                                                                  | 390 |
| APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS METHODOLOGY<br>FOR THE STRATEGIC BUDGET PLANNING PROCESS<br><i>Starikova T.V., Bogomazova O.I.</i> .....                                                                      | 395 |
| INCREASE OF THE FINANCIAL LITERACY POPULATION<br>AS A FACTOR OF THE SOCIAL PROBLEMS SOLUTION<br><i>Starchenko E.N., Verzhitskiy D.G., Kopysheva T.V.</i> .....                                               | 401 |
| THE TEACHER'S PROFESSIONAL CONTESTS AS ELEMENT<br>OF THE PROCESSING IN THE MANAGEMENT OF EDUCATION<br>ORGANIZATION PERSONNEL<br><i>Tikhomirova T.A., Stepanov A.A.</i> .....                                 | 406 |
| THE STATE AND MUNICIPAL REGULATION OF TRADE MARKETS<br>IN CONDITIONS OF TURBULENT ECONOMICS<br><i>Kharitonova E.L.</i> .....                                                                                 | 411 |
| EVALUATION OF CONDITIONS OF CRISIS MANAGEMENT<br>FORMATION IN ORGANIZATIONS<br><i>Chzhan-Sen A.Y., Parkhomchuk M.A.</i> .....                                                                                | 415 |
| IMPROVING ESTIMATES OF ENERGY CONSUMPTION<br>OF BUDGET ORGANIZATIONS<br><i>Yakupova N.M., Kundakchyan R.M., Andreev A.V.</i> .....                                                                           | 420 |

УДК 574.587

# **ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МАКРОФИТОБЕНТОСА РАЙОНА ВЫПУСКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ПНБ «ШЕСХАРИС» (ЦЕМЕССКАЯ БУХТА, ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

**Березенко Н.С.**

*ФГБОУ ВПО «Государственный морской университет  
им. адм. Ф.Ф. Ушакова», Новороссийск, e-mail: mail@nsma.ru*

Приведен анализ эколого-таксономического состава осеннего макрофитобентоса районов старого и нового выпусков нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис» в Цемесской бухте Чёрного моря. Альгофлора исследованных районов насчитывает 57 видов макрофитов, относящихся к 33 родам, 21 семейству, 17 порядкам отделов *Chlorophyta*, *Phaeophyta* и *Rhodophyta*. По разнообразию таксономического и видового составов водорослей доминирует *Rhodophyta*, в его составе – порядок *Ceramiales*. Таксономическая структура в районе старого выпуска нефтесодержащих сточных вод более вариабельна, чем у нового выпуска. Сходство альгофлор подчеркивается доминированием количественных показателей отделов в последовательности *Rhodophyta* → *Chlorophyta* → *Phaeophyta*. Совпадение видовых таксонов увеличивается в ряду *Phaeophyta* → *Chlorophyta* → *Rhodophyta*. В районе нового выпуска сточных вод таксономическая структура макрофитобентоса упрощенная.

**Ключевые слова:** Цемесская бухта, ПНБ «Шесхарис», макрофитобентос, макроводоросли, таксономический состав, встречаемость, сходство, нефтяное загрязнение

## **EKOLOGO-TAKSONOMICHESKIY STRUCTURE OF THE MACROPHYTOBENTHOS OF THE AREA OF PRODUCTION OF PETROCONTAINING SHESKHARIS PNB SEWAGE (TSEMES BAY, THE BLACK SEA)**

**Berezenko N.S.**

*FGBOU VPO «The state sea university of adm. F.F. Ushakov», Novorossiysk, e-mail: mail@nsma.ru*

The analysis of ekologo-taxonomical structure of an autumn macrophytobenthos of areas of old and new production of petrocontaining sewage PNB «Sheskharis» is provided in Tsemesskaya Bay of the Black Sea. Algoflora of the studied areas totals 57 types макрофитов, relating to 33 childbirth, 21 families, 17 orders of departments of *Chlorophyta*, *Phaeophyta* and *Rhodophyta*. On a variety of taxonomical and specific structures of algae *Rhodophyta*, in its structure – *Ceramiales* order dominates. The taxonomical structure around a back issue of petrocontaining sewage is more variable, than at new release. Similarity an algoflor is emphasized with domination of quantitative indices of departments in sequence of *Rhodophyta* → *Chlorophyta* → *Phaeophyta*. Coincidence specific таксонов increases among *Phaeophyta* → *Chlorophyta* → *Rhodophyta*. Around new production of sewage taxonomical structure of a macrophytobenthos the simplified.

**Keywords:** Tsemes Bay, PNB «Sheskharis», macrophytobenthos, macroalgas, taxonomical structure, occurrence, similarity, oil pollution

Прибрежная зона моря является первым уровнем, на который поступает основное количество загрязняющих веществ от источников, расположенных на его берегах. В этом плане, морские водоросли, являясь первичными продуцентами органического вещества, играют решающую роль в функционировании всей экосистемы водоёма и отдельных ее компонентов. Макрофитобентос выполняет роль мощного фильтра различных загрязняющих веществ, поступающих в его пределы, участвует в потреблении, распределении, переработке этих веществ и, по сути, обеспечении питания других структурных уровней шельфовой зоны моря.

Цемесская бухта по масштабам портово-промышленной и транспортной деятельности и, следовательно, по совокупности

антропогенных воздействий на морскую среду не имеет себе равных в Азово-Черноморском регионе России. Существенный вклад в загрязнение прибрежной зоны восточного побережья бухты вносят нефтепродукты, попадающие в море в составе сточных вод перевалочной нефтебазы «Шесхарис» (далее по тексту – ПНБ «Шесхарис»). Начиная с 1963 и до 1977 г. сброс частично очищенных нефтесодержащих сточных вод предприятия осуществлялся из системы прудов-отстойников через подводный дюкер. В последующие 35 лет сточные воды отводятся в море в другом районе и только через глубоководный выпуск (удаление от берега 600 м). Расстояние от оголовка нового выпуска сточных вод предприятия до старого выпуска из прудов-отстойников составляет около 1 км.



Макрофиты, являясь прикрепленными организмами моря, представляют главную мишень воздействия нефтепродуктов, они особенно остро реагируют на любые изменения качества водной среды. Изучение видового состава и функционирования прибрежных водорослевых сообществ в условиях нефтяного загрязнения моря тесно связано с познанием процессов самоочищения водной среды и скорости восстановления фитоценозов.

Актуальность этой проблемы, исходя из требований российского законодательства в области охраны окружающей среды, а также с точки зрения решения практических задач гидротехнического и рекреационного строительства, очевидна.

Макрофитобентос Цемесской бухты относительно хорошо изучен. Большая часть работ посвящена изучению водорослей в летний период и в наиболее экологически напряженных районах (порт и прилегающая акватория). На сегодняшний день отсутствуют данные о современном состоянии макрофитобентоса в районе старого выпуска нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис» из системы прудов-отстойников, а по району нового глубоководного выпуска имеются лишь разрозненные данные разных лет исследований, выполненные в летний период года.

**Цель данной работы** – исследование эколого-таксономического разнообразия осеннего макрофитобентоса в районах старого и нового выпусков нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис».

## Материал и методы исследований

Объектом исследований являлись водорослевые бентосные сообщества районов старого и нового выпусков нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис» (рис. 1).

Работы выполнялись на участке шельфа восточного побережья Цемесской бухты от нефтегазавани до прудов-отстойников. Отбор качественных проб осуществлялся в конце сентября – начале октября 2013 г. по общепринятой гидробиотической методике (Калугина, 1969) с помощью водолаза с берега (глубины до 3 м) и малых плавсредств (глубины до 10 м). Всего было отобрано и обработано 32 качественных пробы водорослей. Видовой состав макрофитов определяли по «Определителю зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР» [1] с учетом современных номенклатурных изменений [2–4]. Водоросли определены до вида. Для сравнительной оценки видовой структуры макрофитобентоса в районах наблюдений применены коэффициенты встречаемости ( $R$ ), флористического сходства ( $K$ ), флористический ( $P_{\text{флор}}$ ), предложенный Д.Т. Ченеем [7–9].

## Результаты исследований и их обсуждение

На участке исследований прибрежная зона моря характеризуется выраженным микрорельефом дна с резко нарастающими глубинами. От уреза воды до глубины 5–7 м дно складывается галечниково-валунным материалом, пересечено скальными грядами, в складках – накопления мелкого гравийного материала с песком и признаками заиливания. Глубже микрорельеф сглаживается, уступая место алевроито-пелитовым илам. На галечниках до глубины 0,3–0,5 м макроводоросли не обнаружены, что связано с высокой прибойностью и характером сложения донных грунтов.



Рис. 1. Карта-схема расположения районов исследований макрофитобентоса в Цемесской бухте

Проведенные исследования в двух районах (нового и старого выпусков) позволили обнаружить 57 видов макрофитов, относящихся к 33 родам, 21 семейству, 17 порядкам отделов *Chlorophyta*, *Phaeophyta* и *Rhodophyta* (таблица). По разнообразию таксономического состава водорослей доминируют виды отдела *Rhodophyta*, составляя более 57% общего числа видов и родов,

48% семейств, 41% порядков. Наиболее многочисленный в видовом отношении порядок *Ceramiales* (3 семейства и 9 родов) включает 35,1% общего числа видов макрофитобентоса. Основу видового разнообразия составляют семейства *Ceramiales* и *Rhodomelaceae*, на долю которых в сумме приходится 57,6% общего числа видов данного отдела водорослей.

Видовой состав макрофитобентоса в районах выпусков нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис» (28.09. – 04.10.2013 г.)

| № п/п                     | Отдел, вид                                      | Экологические показатели* | Район        |               |
|---------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|--------------|---------------|
|                           |                                                 |                           | Новый выпуск | Старый выпуск |
| 1                         | 2                                               | 3                         | 4            | 5             |
| <b><i>Phaeophyta</i></b>  |                                                 |                           |              |               |
| 1.                        | <i>Myrionema balticum</i> (Reinke) Foslie       | М                         | –            | +             |
| 2.                        | <i>Ectocarpus confervoides</i> (Roth) Le Jolis  | М                         | –            | +             |
| 3.                        | <i>Entonema oligosporum</i> (Strömf.)           | М                         | +            | +             |
| 4.                        | <i>Nereia filiformis</i> (J.Ag.) Zanard.        | О                         | –            | +             |
| 5.                        | <i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) Ag.           | М                         | +            | +             |
| 6.                        | <i>Cladostephus verticillatus</i> (Lightf.)     | О                         | +            | +             |
| 7.                        | <i>Cystoseira barbata</i> (Good. et Wood.) Ag.  | М                         | +            | +             |
| 8.                        | <i>C. crinita</i> Bory                          | О                         | +            | +             |
| 9.                        | <i>Padina pavonia</i> (L.) Gaill.               | О                         | +            | –             |
| <b><i>Chlorophyta</i></b> |                                                 |                           |              |               |
| 1.                        | <i>Acrosiphonia centralis</i> (Lyngb.) Kjellm.  | О                         | –            | +             |
| 2.                        | <i>Enteromorpha prolifera</i> (O. Müll.) J. Ag. | М                         | +            | +             |
| 3.                        | <i>E. linza</i> (L.) J. Ag.                     | М                         | +            | –             |
| 4.                        | <i>E. intestinalis</i> (L.) Link.               | П                         | +            | +             |
| 5.                        | <i>E. flexuosa</i> (Wulf.) J. Ag.               | М                         | +            | –             |
| 6.                        | <i>Chaetomorpha aërea</i> (Dillw.) Kütz.        | М                         | +            | +             |
| 7.                        | <i>Cladophora echinus</i> (Bias.) Kütz.         | О                         | –            | +             |
| 8.                        | <i>C. albida</i> (Huds.) Kütz.                  | П                         | +            | +             |
| 9.                        | <i>C. laetevirens</i> (Dillw.) Kütz.            | П                         | +            | +             |
| 10.                       | <i>C. vadorum</i> (Aresch.) Kütz.               | М                         | +            | +             |
| 11.                       | <i>C. liniformis</i> Kütz.                      | П                         | +            | –             |
| 12.                       | <i>C. sericea</i> (Huds.) Kütz.                 | М                         | –            | +             |
| 13.                       | <i>C. dalmatica</i> Kütz.                       | О                         | –            | +             |
| 14.                       | <i>Cladophoropsis membranacea</i> (Ag.) Börg.   | П                         | +            | +             |
| 15.                       | <i>Codium vermilara</i> (Oliv.) Delle Chiaje    | О                         | +            | +             |
| <b><i>Rhodophyta</i></b>  |                                                 |                           |              |               |
| 1.                        | <i>Asterocytis ramosa</i> (Thw.) Gobi           | П                         | –            | +             |
| 2.                        | <i>Goniotrichum elegans</i> (Chauv.) Zanard.    | М                         | –            | +             |
| 3.                        | <i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J.Ag.     | П                         | –            | +             |
| 4.                        | <i>Kylinia secundata</i> (Lyngb.) Papenf.       | М                         | +            | +             |
| 5.                        | <i>K. virgatula</i> (Harv.) Papenf.             | М                         | +            | –             |
| 6.                        | <i>Gelidium crinale</i> (Turn.) Lamour.         | О                         | +            | +             |
| 7.                        | <i>G. latifolium</i> (Grev.) Born. et Thur.     | М                         | +            | +             |
| 8.                        | <i>Melobesia farinosa</i> Lamour.               | ?                         | +            | +             |
| 9.                        | <i>Corallina mediterranea</i> Aresch.           | О                         | +            | +             |
| 10.                       | <i>C. granifera</i> Ell. et Soland.             | О                         | –            | +             |
| 11.                       | <i>Jania rubens</i> (L.) Lamour.                | О                         | +            | –             |
| 12.                       | <i>Gracilaria verrucosa</i> (Huds.) Papenf.     | О                         | –            | +             |

## Окончание таблицы

| 1     | 2                                                    | 3 | 4  | 5  |
|-------|------------------------------------------------------|---|----|----|
| 13.   | <i>Phyllophora nervosa</i> (DC.) Grev.               | O | +  | +  |
| 14.   | <i>Antithamnion plumula</i> (Ell.) Thur.             | Π | –  | +  |
| 15.   | <i>Ceramium ciliatum</i> (Ell.) Ducl.                | O | +  | +  |
| 16.   | <i>C. rubrum</i> (Huds.) Ag.                         | Π | +  | +  |
| 17.   | <i>C. elegans</i> Ducl.                              | Π | +  | +  |
| 18.   | <i>C. tenuissimum</i> (Lyngb.) J. Ag.                | M | –  | +  |
| 19.   | <i>C. diaphanum</i> (Lightf.) Roth.                  | Π | –  | +  |
| 20.   | <i>Callithamnion corymbosum</i> (J. E. Smith) Lyngb. | M | +  | –  |
| 21.   | <i>Spermothamnion strictum</i> (Ag.) Adriss.         | M | +  | +  |
| 22.   | <i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turn.) J. Ag.         | M | +  | +  |
| 23.   | <i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.) Kütz.          | O | +  | +  |
| 24.   | <i>P. subulifera</i> (Ag.) Harv.                     | M | +  | +  |
| 25.   | <i>P. breviararticulata</i> (Ag.) Zanard.            | ? | –  | +  |
| 26.   | <i>P. opaca</i> (Ag.) Zanard.                        | M | +  | +  |
| 27.   | <i>P. pulvinata</i> Kütz.                            | O | –  | +  |
| 28.   | <i>Lophosiphonia reptabunda</i> (Suhr) Kylin         | M | –  | +  |
| 29.   | <i>Chondria tenuissima</i> (Good. et Wood) Ag.       | O | +  | +  |
| 30.   | <i>Ch. dasyphylla</i> (Wood.) Ag.                    | O | –  | +  |
| 31.   | <i>Laurencia paniculata</i> J. Ag.                   | O | –  | +  |
| 32.   | <i>L. obtusa</i> (Huds.) Lamour.                     | M | +  | +  |
| 33.   | <i>L. hybrida</i> (DC.) Lenorm.                      | O | –  | +  |
| Всего |                                                      |   | 36 | 50 |

Пр и м е ч а н и е . \* – O – олигосапробы, M – мезосапробы, Π – полисапробы; ? – не известно.

Количество видов *Chlorophyta* в 1,7 раза превышает *Phaeophyta*. Среди *Chlorophyta* по таксономическому составу доминирует порядок *Cladophorales* (60% общего числа видов), у *Phaeophyta* распределение видов по отдельным надвидовым таксонам примерно одинаковое.

Большинство семейств (57,1%) и родов (69,7%) относятся к монотипическим. Высоким видовым разнообразием характеризуются *Cladophoraceae*, *Rhodomelaceae* и *Ceramiceae*, на их долю приходится до 49% общего числа зарегистрированных видов водорослей. Наибольшую видовую насыщенность имеет род *Cladophora* (7 видов), в составе родов *Polysiphonia* и *Ceramium* – по 5 видов. Среднее число видов в роде составляет 2,6.

Отличительной особенностью структуры фитоценозов исследованных районов является высокое видовое разнообразие (87,7 общего числа видов) сообществ у старого выпуска. Ведущее положение в структуре имеют *Phaeophyta* и *Rhodophyta* (составляют в сумме более 66% видов). При этом в таксономической структуре *Phaeophyta* число родов и порядков не зависит от принадлежности

сообщества к тому или иному исследованному району. Из *Chlorophyta* высоким видовым разнообразием отличается *Cladophoraceae* (66,7% от общего числа видов отдела).

В районе нового выпуска зарегистрировано на 28% видов меньше, чем у старого выпуска. Макроводоросли, принадлежащие к порядку *Dictyotales*, отмечены только в районе нового выпуска. Коэффициент флористического сходства состава выделенных таксонов альгофлор варьирует в интервале 32,7–35,7. По количеству видов наибольшее отличие обнаружено у *Rhodophyta*. Особенностью родовой структуры альгофлоры района нового выпуска является более низкая видовая насыщенность *Polysiphonia*, *Ceramium* и *Cladophora* и более высокая – *Enteromorpha*. Сопоставление изменчивости таксономической структуры отделов в каждом из характеризующих районов показало, что наибольший предел вариаций числа видов прослеживается у порядков *Rhodophyta* и *Chlorophyta*, у семейств – *Rhodomelaceae*, *Ceramiceae* и *Cladophoraceae*.

Малое количество бурых видов водорослей в исследованных районах (15,8%



общего числа видов), являющихся индикаторами чистых вод, определило высокое значение флористического коэффициента Чени ( $P_{\text{флор}} = 5,3$ ), что характерно для районов со средней степенью загрязнения морской воды (пределы  $P_{\text{флор}}$  от 3 до 6). Распределение видов по группам сапробности показало превалирование олигосапробов в районе старого выпуска (38 % общего числа видов). Это позволяет сделать вывод, что основным фактором, влияющим на флористический состав макроводорослей в районе нового выпуска, является хроническое нефтяное загрязнение.

В целом макрофитобентос исследованных районов характеризуется выраженной индивидуальностью флористического состава (рис. 2). На это указывает и тот факт, что виды 4 порядков (*Chordariales*, *Sporochinales*, *Goniotrichales*, *Bangeales*) отмечены только у старого выпуска.

Анализ распределения видов макроводорослей по величине коэффициента встречаемости показал, что в составе альгофлоры районов наибольшее количество видов (56,1 % общего числа видов) имеют низкий показатель ( $R = 1 - < 20\%$ ) и относятся к I классу постоянства [5]. Доля видов, отнесенных к наивысшему V классу ( $R = 81-100\%$ ), составляет всего 15,8 % общего числа видов.

### Закключение

Район произрастания макроводорослей, а вернее уровень нефтяного загрязнения вод, определенным образом влияет на основные характеристики его водорослевых сообществ.

Альгофлора исследованных районов старого и нового выпусков нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис» насчитывает 57 видов макрофитов, относящихся

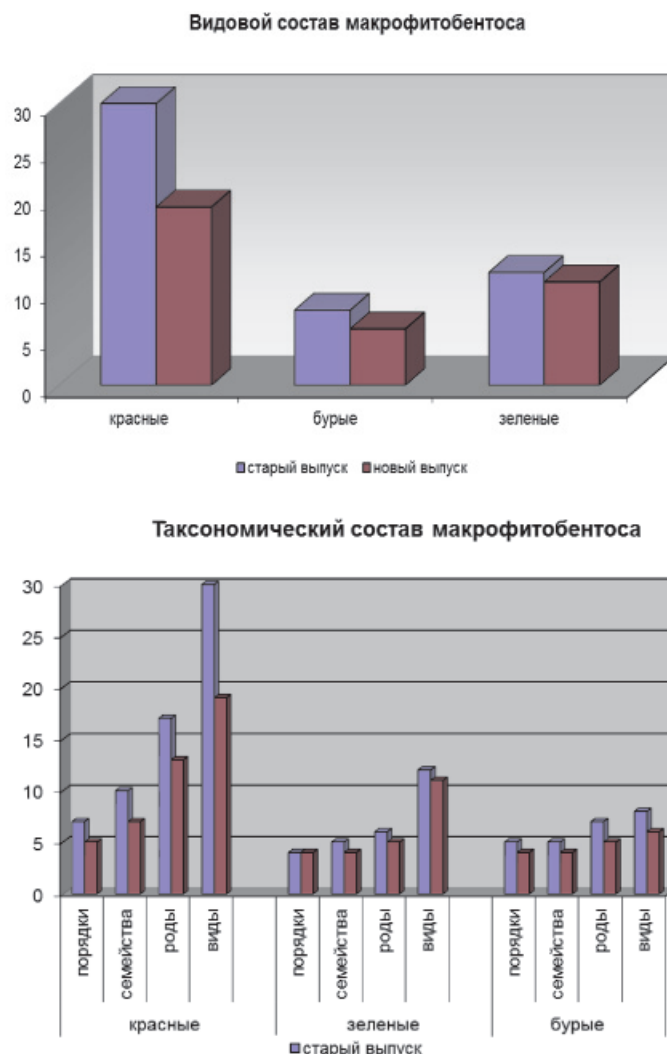


Рис. 2. Флористическая структура макрофитобентоса в районах старого и нового выпусков нефтесодержащих сточных вод ПНБ «Шесхарис»

к 33 родам, 21 семейству, 17 порядкам отделов *Chlorophyta*, *Phaeophyta* и *Rhodophyta*. По разнообразию таксономического и видового составов водорослей доминирует *Rhodophyta*, в его составе – порядок *Ceramiales*.

Таксономическая и видовая структура фитоценозов изученных районов имеет выраженные качественные различия. В составе макрофитобентоса районов отмечено около половины одинаковых видов. Сходство альгофлор подчеркивается доминированием количественных показателей отделов в последовательности *Rhodophyta* → *Chlorophyta* → *Phaeophyta*. Совпадение видовых таксонов увеличивается в ряду *Phaeophyta* → *Chlorophyta* → *Rhodophyta*.

В районе нового выпуска нефтесодержащих сточных вод таксономическая структура макрофитобентоса упрощенная, что обусловлено хроническим нефтяным загрязнением водной среды. У старого выпуска фитобентос находится в стадии естественных сукцессионных процессов, направленных на восстановление видового разнообразия и структуры сообществ.

#### Список литературы

1. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – Л.: Наука, 1967. – 400 с.
2. Мильчакова Н.А. Бурые водоросли Черного моря: систематический состав и распространение // Альгология. – 2002. – 12, № 3. – С. 324–337.
3. Мильчакова Н.А. Систематический состав и распространение зеленых водорослей-макрофитов (*Chlorophyceae Wille s.l.*) Черного моря // Альгология. – 2003. – 13, № 1. – С. 70–82.
4. Мильчакова Н.А. Красные водоросли (*Rhodophyceae Rabenh.*) Черного моря. *Ceramiales*: систематический состав и распространение // Альгология. – 2004. – 17, № 1. – С. 73–85.
5. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
6. Калугина А.А. Исследование донной растительности Чёрного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. – М.: Наука, 1969. – С. 105–113.
7. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова Думка, 1975. – 248 с.
8. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
9. Cheney D.T. R + C/P – a new and improved ratio for comparing seaweed floras // J. Phycol. – 1977. – 13, № 2. – P. 12.

#### References

1. Zinova A.D. *Opredelitel zelenih, burih i krasnih vodorosley yuznih morey SSSR* [The determining book of green, brown and red seaweeds of southern seas of USSR]. Moscow-Leningrad.: «Nauka», 1967. 398 p.
2. Milchakova N.A. Burye vodorosli Chernogo morja: sistematicheskij sostav i rasprostranenie // Algologija. 2002. 12, no. 3. pp. 324–337.
3. Milchakova N.A. Sistematicheskij sostav i rasprostranenie zelenyh vodoroslej-makrofitov (*Chlorophyceae Wille s.l.*) Chernogo morja // Algologija. 2003. 13, no. 1. pp. 70–82.
4. Milchakova N.A. Krasnye vodorosli (*Rhodophyceae Rabenh.*) Chernogo morja. *Ceramiales*: sistematicheskij sostav i rasprostranenie // Algologija. 2004. 17, no. 1. pp. 73–85.
5. Mirkin B.M., Rozenberg G.S., Naumova L.G. Slovar ponjatij i terminov sovremennoj fitocenologii. M.: Nauka, 1989. 223 p.
6. Kalugina A.A. Issledovanie donnoj rastitelnosti Chornogo morja s primeneniem legkovodolaznoj tehniki // Morskie podvodnye issledovanija. M.: Nauka, 1969, pp. 105–113.
7. Kalugina-Gutnik A.A. Fitobentos Chernogo morja. Kiev: Naukova Dumka, 1975. 247 p.
8. Shennikov A.P. Vvedenie v geobotaniku. L.: Izd-vo LGU, 1964. 447 p.
9. Cheney D.T. R + C/P a new and improved ratio for comparing seaweed floras // J. Phycol. 1977. 13, no. 2. pp. 12.

#### Рецензенты:

Туркин В.А., д.т.н., профессор, начальник кафедры «Техносферная безопасность на транспорте», ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова», г. Новороссийск;  
Страхова Н.А., д.т.н., профессор кафедры «Техносферная безопасность на транспорте», ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова», г. Новороссийск.

УДК 0077. 52-62

## УМЕНЬШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ГИДРОСИСТЕМАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Вольнов О.И.**

*ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: volnovoleg@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена анализу применяемых в различных приводах универсальных и специальных металлорежущих станков, автоматических линий и автооператоров насосных агрегатов, насосных установок и станций гидропривода. Анализируются энергетические потери в насосных установках при работе технологического оборудования на различных этапах технологического процесса обработки изделий. Отмечаются недостатки гидравлических систем с насосами постоянной и регулируемой производительности, предлагаются методы их устранения. Уточняется область применения различных насосных установок, даются рекомендации по минимизации энергетических потерь. Предлагаются схемы насосных установок с автоматически регулируемыми насосами и пропорциональными клапанами давления, управляемых с помощью программных устройств. Предлагаемые насосные установки предназначены для универсального и специального технологического оборудования, работающего в условиях мелкосерийного и серийного производств.

**Ключевые слова:** гидросистемы, технологическое оборудование, энергетические затраты

## REDUCING ENERGY COSTS BY HYDRAULIC PROCESS EQUIPMENT

**Volnov O.I.**

*Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,  
e-mail: volnovoleg@yandex.ru*

The present article is devoted to the analysis used in various actuators of the universal and special metal-cutting machines, the automatic lines and attendant pumping units, pumping plants and stations of the hydraulic drive. Analyzes the energy loss in the technological equipment at various stages of technological process of processing of products. Otcena is the scope of the various pumping systems, provides recommendations for minimizing energy-energy losses. The schemes of pumping systems with automatically controlled pumps and proportional valves pressure operated device software. The pumping plants are designed for the universal and special technological equipment for small-lot and the mass production.

**Keywords:** hydraulics, process equipment, energy costs

Схема насосной установки с одним насосом постоянной производительности и клапаном давления КД1 с ручной регулировкой представлена на рис. 1. Она проста и надежна, поэтому часто применяется в универсальных и специальных металлорежущих станках.

Рассмотрим самый распространенный цикл работы станка: быстрый подвод заготовки, обработка, быстрый отвод, остановка для снятия-установки изделия.

Расчет статических параметров таких гидросистем показывает, что потери энергии при быстром подводе заготовки к инструменту и отводе от него происходят из-за настройки давления клапана КД1 выше необходимого для преодоления сил трения в направляющих стола станка (если не используется вся производительность насоса). В процессе обработки изделия (например, обработка сталей и чугунов) энергия теряется из-за низкой скорости стола станка. При этом небольшая часть масла используется для движения стола, а большая – вытесняется в бак через клапан КД1, настроенный на высокое давление. На последнем этапе

цикла, остановке станка, процент непроизводительных затрат мощности – максимальный (если не отключается электродвигатель насоса). После прекращения работы всех гидродвигателей вся гидравлическая мощность, равная произведению давления настройки клапана КД1 на производительность насоса, идет на нагрев масла. Анализ показывает, что применение подобных насосных установок целесообразно для технологического оборудования, работающего на постоянных режимах (скорости, нагрузки). Например, станки для обработки легких металлов, автооператоры. Уменьшение потерь при кратковременных остановках оборудования достигается введением в гидросистему полной или частичной разгрузки насоса.

В гидросистемах металлорежущих станков с большим числом гидродвигателей применяются насосные установки с двумя нерегулируемыми насосами. Чаще всего насосы имеют разную производительность. Как правило, насос малой производительности работает с напорным клапаном, настроенным на высокое давление, а насос большой производительности – с клапаном,

настроенным на низкое давление. Применяемые в таких насосных установках разделительные гидропанели [1] объединяют потоки обоих насосов при низких давлениях и разделяют их при высоких. Такие насосные установки применяются, например, в гидросистемах специальных фрезерных станков, приводы подачи которых работают, как правило, последовательно. В этом случае, после расчета основных параметров гидросистемы, удастся выбрать производительность насосов в соответствии с потребляемыми расходами.

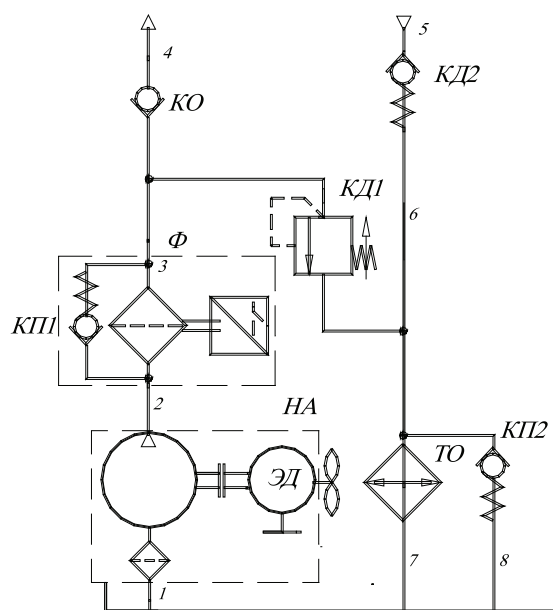


Рис. 1. Насосная установка с насосом постоянной производительности:

НА – насосный агрегат;  
КП1 и КП2 – предохранительные клапаны;  
КД1 и КД2 – клапаны давления; КО – обратный клапан; ТО – теплообменник

Однако если в гидросистему включен гидроцилиндр уравнивания вертикально перемещаемого узла станка, работающего параллельно с гидродвигателем подъема-опускания этого узла, то производительность насоса высокого давления выбирается по суммарному расходу масла в оба гидродвигателя. Энергетические потери в гидросистеме с уравнивающим цилиндром можно значительно сократить, если применить для привода такого цилиндра отдельную насосную установку. К достоинствам отдельного привода следует отнести возможность поддержания постоянного давления в напорной линии цилиндра, постоянной уравнивающей силы и независимость их от работы остальных гидродвигателей.

Объединение потоков обоих насосов происходит при понижении давления в напорной линии гидросистемы, когда гидродвигатели перемещаются с большими скоростями. Гидродвигатели подачи используют такой большой объем масла на 80...90 %, а гидродвигатели вспомогательных движений, ввиду малых размеров, в лучшем случае на 50 %. Остальной поток масла вытесняется через напорный клапан низкого давления в бак.

После разделения потоков насос низкого давления и большой производительности вытесняет все масло в бак. Для уменьшения энергетических потерь на этом этапе цикла работы оборудования следует применять разгрузку насоса, полную или частичную, как, например, в гидропанели 2ПГ53-2 [2]. Но при кратковременной остановке работы гидродвигателей или станка, для снятия-установки обрабатываемого изделия, насос малой производительности будет вытеснять масло в бак через клапан высокого давления, не производя полезной работы. Уменьшить энергетические потери при использовании такой гидропанели можно, добавив еще один распределитель для разгрузки насоса.

Насосная установка типа Г48-4 может применяться в универсальных и специальных станках. Она оснащается двумя не регулируемыми насосами и одним напорным клапаном с ручной регулировкой. Гидропанель установки автоматически, по потребляемому гидродвигателями расходу масла, подключает насосы к гидросистеме по одному или вместе. При подаче масла в гидросистему одним насосом другой насос разгружается в бак. Такое последовательное, хотя и дискретное, увеличение производительности способствует снижению энергетических потерь. Недостатком насосной установки является невозможность разгрузки обоих насосов при кратковременной остановке работы гидросистемы. Один клапан давления для обоих насосов настраивается на максимальное давление необходимое для работы гидродвигателя подачи. Все остальные гидродвигатели, подключенные к напорной линии, будут работать тоже с этим высоким давлением, либо подключаться к насосам через редуцирующий клапан. В обоих случаях вспомогательные гидродвигатели работают с низким КПД. Кроме того, гидропанель со встроенными гидроаппаратами сложна в изготовлении, сборке и эксплуатации. Несмотря на эти недостатки, насосная установка Г48-4 является лучшей с точки зрения энергетических потерь.

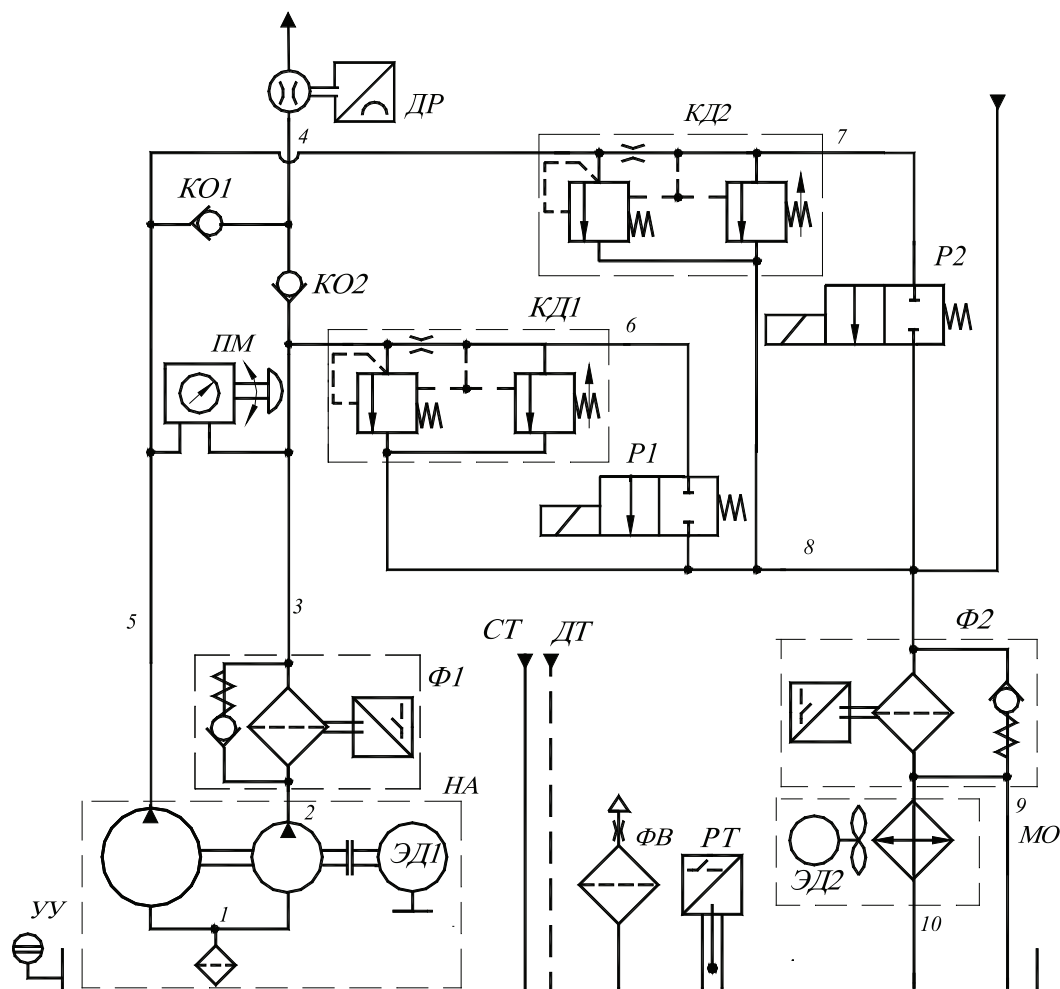


Рис. 2. Насосная установка с двумя нерегулируемыми насосами:  
 НА – насосный агрегат; ЭД1, ЭД2 – электродвигатели; Ф1, Ф2 – фильтры;  
 КО1, КО2 – обратные клапаны; КД1, КД2 – клапаны давления; Р1, Р2 – распределители;  
 МО – маслоохладитель; ФВ – фильтр воздушный; РТ – реле температуры;  
 ДР – датчик расхода; СТ и ДТ – сливной и дренажный трубопроводы; УУ – указатель уровня

Насосная установка (рис. 2) работает по принципу установки Г48-4. Отличается она отсутствием гидропанели, двумя клапанами давления и возможностью разгрузки обоих насосов. Все гидроаппараты, кроме фильтров, стыкового монтажа, допускающего быструю смену аппаратов. Каждый из двух насосов соединяется с клапаном давления непрямого регулирования, к которому подключен распределитель с электромагнитным управлением. Включение электромагнита приводит к срабатыванию клапана давления и полной разгрузке соответствующего насоса. Обратные клапаны КО1 и КО2 защищают насосы от обратного потока масла и обеспечивают разгрузку насосов. Датчик расхода ДР подает сигнал о фактическом расходе масла в систему управления УУ,

которая включает и отключает электромагниты распределителей.

Из описания насосной установки видно, что в ней устранены недостатки установки Г48-4. Однако потери энергии в обеих установках есть, и причина их – дискретное изменение подачи насосов. Подключение насоса большей производительности происходит в момент, когда расход масла в гидродвигатели превышает производительность насоса малой производительности. Если это превышение незначительное, то неиспользуемый объем масла будет вытесняться через клапан давления в бак. Исключить такие потери энергии можно только с помощью регулируемых насосов.

Насосная установка (рис. 3) может применяться в условиях мелкосерийного и серийного производств [3]. В гидросистеме



с этой насосной установкой применяется метод объемно-дрессельного регулирования скорости гидродвигателей. Насосом регулируются скорости холостых ходов гидродвигателей подачи и ускоренные движения остальных гидродвигателей. Дросселями настраиваются скорости рабочих подач и замедленных движений остальных гидродвигателей. При этом производительность насоса должна быть немного больше расхода, требуемого для реализации медленных скоростей. Перед началом работы гидросистемы для конкретного изделия, для каждого элемента цикла работы оборудования, рассчиты-

ваются требуемые расходы и давления. Учитываются потери в редуционных клапанах, параллельная работа гидродвигателей, постоянная работа механизмов уборки стружки, работа уравнивающего цилиндра, необходимость плавного разгона и торможения массивных звеньев станка, плавное переключение скорости холостого хода на рабочую подачу. Все данные расчета записываются в программу управляющего устройства. Такие насосные установки очень экономичны, хотя и требуют сравнительно больших первоначальных затрат на покупку насосного агрегата и клапана давления [4].

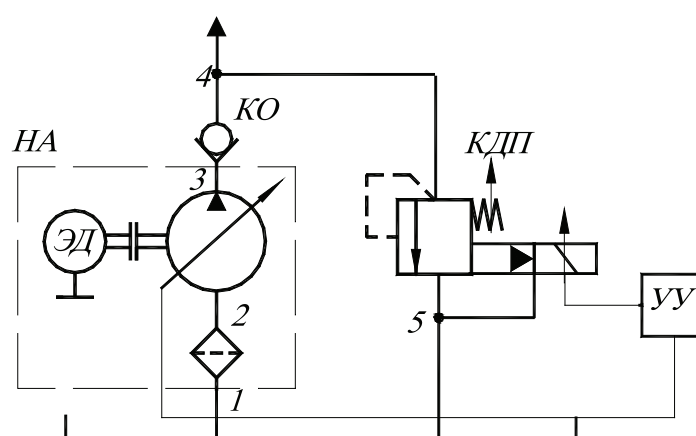


Рис. 3. Насосная установка с регулируемым насосом и пропорциональным клапаном давления:  
НА – насосный агрегат; КДП – пропорциональный клапан давления;  
КО – обратный клапан; УУ – управляющее устройство

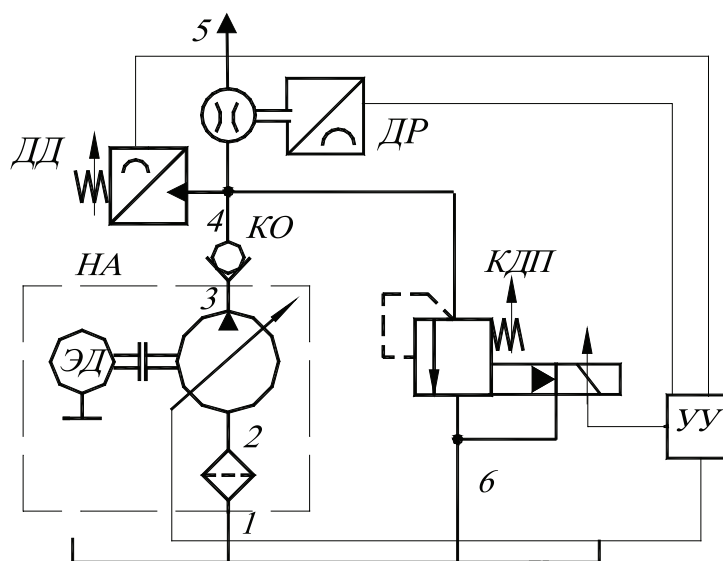


Рис. 4. Насосная установка с датчиками давления и расхода:  
НА – насосный агрегат; КО – обратный клапан; КДП – пропорциональный клапан давления;  
УУ – управляющее устройство; ДД и ДР – датчики давления и расхода



Насосная установка, представленная на рис. 4, отличается от рассмотренной ранее наличием датчиков расхода ДР и давления ДД. Она тоже может применяться в условиях мелкосерийного и серийного производств. Датчик расхода ДР устанавливается в напорную линию насоса, а датчик или датчики давления ДД монтируются в напорных линиях гидродвигателей. Обратные связи по давлению и расходу позволяют экспериментально проверить рассчитанные параметры, оптимизировать процесс обработки изделия и свести к минимуму потери энергии [5].

### Заключение

Подводя итог, стоит отметить, что минимизация энергетических затрат при эксплуатации гидросистем возможна в результате тщательного расчета их статических параметров. Предлагаемые варианты насосных установок с автоматическим и адаптивным управлением могут быть использованы при проектировании гидрофицированного технологического оборудования, которое имеет минимальные энергетические потери и обеспечивает высокие экономические показатели при работе в мелкосерийном и серийном производствах.

### Список литературы

1. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: справ. / В.К. Свешников, А.А. Усов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.

2. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справ. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2012. – 640 с.

3. Чеботаев В.Ф. Гидропневмоприводы и гидропередачи транспортных машин: учеб. пособие / В.Ф. Чеботаев, А.А. Малыгин; НГТУ им. Р.А. Алексеева Дзерж. политехн. ин-т (фил.). – Н.Новгород: [Б.и.], 2014. – 107 с.

4. Иванов А.А. Проектирование систем автоматизированного машиностроения: учебник. – М.: Форум. 2014. – 320 с.

5. Емельянов С.Г. Адаптивные нечетно-логические системы управления / С.Г. Емельянов, В.С. Титов, М.В. Бобырь. – М.: АРГАН-МЕДИА.2013. – 184 с.

### References

1. Sveshnikov V.K. Stanochnye gidroprivody: sprav. / V.K. Sveshnikov, A.A. Usov. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1995. 448 p.

2. Sveshnikov V.K. Stanochnye gidroprivody: Sprav. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 2012. 640 p.

3. Chebotaev V.F. Gidropnevmoprivody i gidropere-dachi transportnyh mashin: ucheb. posobie / V.F. Chebotaev, A.A. Malygin; NGTU im. R.A. Alekseeva Dzerzh. politehn. in-t (fil.). N. Novgorod: [B.i.], 2014. 107 p.

4. Ivanov A.A. Proektirovanie sistem avtomatizirovannogo mashinostroenija: uchebnik. M.: Forum. 2014. 320 p.

5. Emeljanov S.G. Adaptivnye nechetno-logicheskie sistemy upravlenija / S.G. Emeljanov, V.S. Titov, M.V. Bobyr. M.: ARGANAK-MEDIA.2013. 184 ps.

### Рецензенты:

Панов А.Ю., д.т.н., заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика», ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород;

Кретинин О.В., д.т.н., профессор кафедры «Автоматизация машиностроения», ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород.

УДК 62-567/629.113.012.8

**ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ВИБРОЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО****Демин А.В., Хамитов Р.Н.***ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»,  
Омск, e-mail: deminksander@gmail.com*

Настоящая статья посвящена исследованию устройства гашения колебаний, а именно влияния электромагнитного компенсатора жесткости на свободные колебания груза весом 1500 килограммов. Разработана математическая модель устройства и проведено моделирование в режиме свободных колебаний в программном комплексе Matlab Simulink. Расчет усилия, развиваемого соленоидом, осуществлялся при помощи программного пакета ELCUT Профессиональный. В статье сравнивается модель компенсатора в виде генератора линейного усилия с моделью соленоида и оценивается разница влияния на колебания груза. Выявлено, что при применении соленоида, развивающего усилие в 150 Н только на ходе отбоя, время свободных колебаний сокращается на 23 %. Применение подобных устройств в транспортных системах позволит увеличить плавность хода и скорость передвижения транспортных средств.

**Ключевые слова:** имитационная модель, резинокордная оболочка, электромагнитный компенсатор жесткости, Simulink, ELCUT, математическая модель

**ELECTRO-PNEUMATIC VIBRATION PROTECTION DEVICE****Demin A.V., Khamitov R.N.***Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Omsk state technical university», Omsk, e-mail: deminksander@gmail.com*

This article is associated with researching of damping device, the effect of electromagnetic stiffness compensator on free oscillations of the cargo weighing 1,500 kilograms. A mathematical model was developed and a simulation of device in the free vibration mode was produced in the software package Matlab Simulink. Calculation of force developed by a solenoid, carried out with the help of a software package Quickfield Professional. The article compares the model of the compensator in the form of a linear generator efforts and the solenoid model and evaluated the impact of the difference in the oscillation of the load. It was found that when using a solenoid, a force of 150 N developing only during the curfew time of free oscillations is reduced by 23 %. The use of such devices in transport systems will increase the smoothness and speed of movement of vehicles.

**Keywords:** a simulation model, rubber-shell, electromagnetic stiffness compensator, Simulink, QuickField, mathematical model

Пассивные системы виброзащиты (подрессоривания) с постоянными характеристиками транспортных средств являются наиболее распространенными в настоящее время. Потенциальные возможности подобных систем виброзащиты в удовлетворении требований к плавности хода транспортных средств ограничены. В связи с этим пассивные системы сдерживают повышение виброзащиты водителя, комфортности пассажиров, сохранности перевозимых грузов, виброзащиты собственных агрегатов и узлов транспортного средства и препятствуют росту эксплуатационных скоростей его движения. В связи с этим создание управляемых систем виброзащиты с целью повышения плавности хода транспортных средств является актуальной проблемой, одним из путей ее решения является построение электромеханических виброзащитных систем [4].

**Целью данных исследований** является рассмотрение возможностей повышения демпфирующих свойств системы пассивной виброзащиты за счет дополнения ее управляемым электромагнитным элементом.

В качестве амортизирующих конструкций в виброзащитных системах различных объектов могут быть использованы: пружинные, гидравлические, пневмогидравлические, пневматические, инерционные, резиновые, пластические амортизаторы. Опыт эксплуатации виброзащитных систем крупногабаритных объектов показал, что весьма перспективными являются пневматические упругие элементы на основе резинокордной оболочки (РКО).

В таких устройствах отсутствует металлический контакт между поддрессоренными и неподдрессоренными частями амортизируемого объекта (АО), и передача вибрационных нагрузок осуществляется через резинокордную стенку и сжатый рабочий газ [2]. Подобный амортизирующий элемент имеет множество достоинств, таких как высокая грузоподъемность, низкая цена, повышенная плавность хода автотранспортных систем на основе этого элемента. Для улучшения характеристик гашения колебаний в данный пневматический элемент предлагается внести управляемый электромагнитный компенсатор жесткости соленоидного типа, аналогично техническому решению

по патенту № 2481506 [5]. В устройстве используется РКО Н-48.

Для исследования виброзащитной системы рассмотрены свободные колебания в одноступенной системе. Свободные колебания АО и давление рабочего газа пневмоамортизатора (ПА) с электромагнитным компенсатором описываются следующей математической моделью [1]:

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} = -\frac{k \cdot P \cdot S_g \cdot \dot{z}}{V_0 + S_g \cdot z}; \\ M \cdot \ddot{z} + (P - P_0) \cdot S_g + R_{\Sigma} \cdot \text{sign } \dot{z} + F_{\Sigma\text{М}} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $P$  – текущее давление рабочего газа (воздуха) в резинокордной оболочке;  $P_0$  – давление в резинокордной оболочке ПА при статическом положении;  $z_0$  – высота подъема АО;  $V_0$  – рабочий объем ПА при статическом положении АО;  $M, g$  – масса амортизированного объекта и ускорение силы тяжести;  $k$  – показатель адиабаты;  $S_g$  – эффективная площадь ПА;  $z, \dot{z}, \ddot{z}$  – относительные перемещение, скорость и ускорение АО;  $R_a$  – сила трения в РКО;  $F_{\Sigma\text{М}}$  – электромагнитная сила, развиваемая компенсатором.

В случае пассивной виброзащитной системы  $F_{\Sigma\text{М}} = 0$  Н.

$$\text{sign } \dot{z} = \begin{cases} 1 & \text{при } \dot{z} < 0, \\ -1 & \text{при } \dot{z} > 0. \end{cases} \quad (2)$$

При составлении уравнений приняты следующие допущения.

1. Рабочий газ в ПА подчиняется законам идеальных газов.
2. Температура окружающей среды постоянна и равна  $T_c$ .
3. Рабочий процесс в ПА считается адиабатическим.
4. Движение АО происходит только в вертикальном направлении.
5. Эффективная площадь ( $S_g$ ) ПА при движении АО не меняется.
6. Утечки газа из ПА отсутствуют.
7.  $R_{\Sigma} = 0,01 \text{ Mg}$  (для случая примененной резинокордной оболочки Н-48, определено экспериментально).

В процессе исследования была создана модель пневмоамортизатора в программном комплексе Matlab-Simulink (рис. 1). Начальные условия для системы: при  $t = 0$ ,  $z = z_0 = 0,1 \text{ м}$ ,  $\dot{z} = 0$ . В модель введен импульсный электромагнитный генератор силы в качестве компенсатора жесткости, который создает расчетное противодействующее усилие упругой силе пневмоамортизатора.

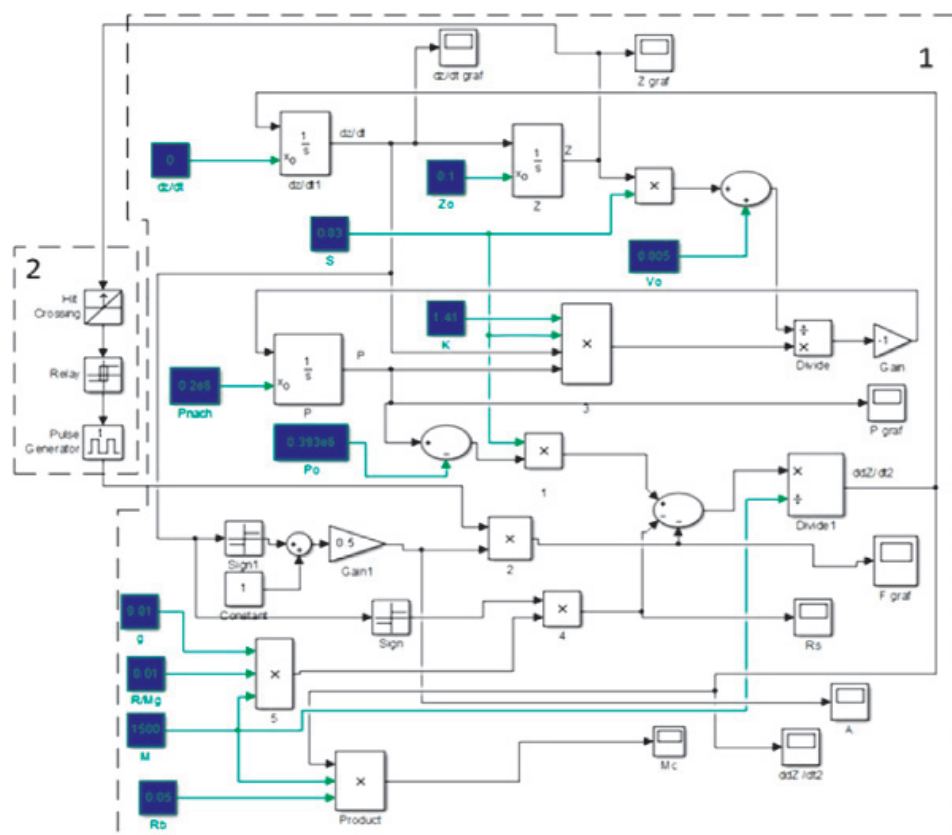


Рис. 1. Имитационная модель пневматического амортизатора (1) с устройством демпфирования колебаний (модель компенсатора жесткости в виде генератора линейного усилия) (2)

Модель позволит определить параметры технического задания для проектирования электромагнитного компенсатора жесткости пневматического упругого элемента виброзащитной системы, ориентированной на нагрузки порядка 1 тонны и выше. Данный тип компенсатора обладает следующими преимуществами: управляемость, изменяемые параметры усилия, адаптивные характеристики в зависимости от профиля дороги, высокая эксплуатационная надежность, необслуживаемость и др.

Было проведено исследование влияния значения электромагнитной силы компенсатора жесткости на время переходного процесса при гашении колебаний (рис. 2). Введение в состав виброзащитного устройства компенсатора жесткости позволило сократить время свободных колебаний с 12 до 8,4 с при использовании компенсатора только на ходе отбоя. В ходе исследования было установлено, что оптимальным является усилие в 400 Н, так как на дальнейшее уменьшение времени переходного процесса требует приложения больших сил и больших энергозатрат (рис. 2).

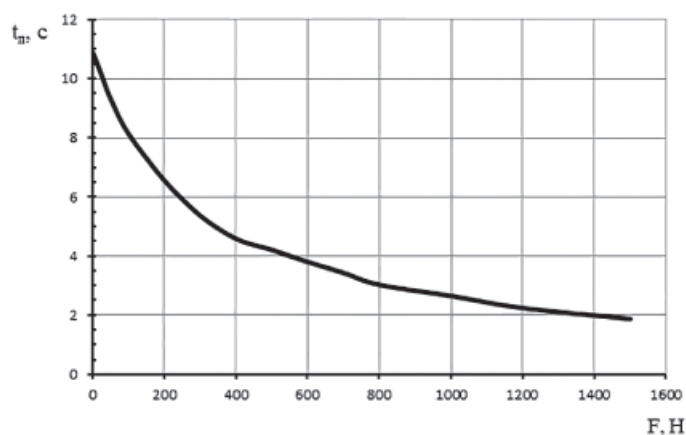


Рис. 2. Зависимость времени переходного процесса от амплитуды электромагнитной силы компенсатора жесткости

Исходя от габаритных размеров пневмобаллона и необходимого усилия, были рассчитаны параметры соленоида и его режима работы: сечение провода – 3 мм<sup>2</sup>, амплитуда тока при повторно-кратковременном режиме работы – 20 А, количество витков – 330, количество слоев – 10, внешний шихтованный магнитопровод из электротехнической стали 3411(Э310).

В ходе исследований в комплексе программ «ELCUT 5.6 Профессиональный» оценивалось влияние различных материалов сердечника на силу втягивания сердечника. Так, при полностью втянутом сердечнике сила, рассчитанная программным

комплексом ELCUT, составляет 0,023 Н, что подтверждается теорией и может быть принято за погрешность. Параметры задачи в ELCUT: тип задачи – магнитостатика, модель осесимметричная, число ампер-витков обмотки – 6600, относительная магнитная проницаемость ( $\mu/\mu_0$ ) обмотки – 1,  $\mu/\mu_0$  электротехнической стали – 4000, модель окружена воздухом, граничные условия – магнитный потенциал, равный нулю. При расчетах принималось, что сердечник выдвинут из катушки на 10 мм.

В ходе расчетов было определено, что сила, развиваемая соленоидом при заданных габаритах и стальном сердечнике, имеет значение ~150 Н.

Математическая модель соленоида описывает процессы в электрической подсистеме на основе уравнения, составленного по второму закону Киргофа:

$$u = R \cdot i + \frac{d\Psi}{dt};$$

$$\Psi = L(x) \cdot i;$$

$$u = R \cdot i + L(x) \cdot \frac{di}{dt} + i \cdot \frac{dL(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt};$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L(x)} \cdot \left[ u - R \cdot i - i \cdot \frac{dL(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} \right], \quad (3)$$

где  $u$  – номинальное напряжение питания соленоида;  $R$  – сопротивление катушки соленоида;  $L(x)$  – индуктивность катушки соленоида;  $i$  – ток в катушке соленоида;  $x$  – координата перемещения сердечника соленоида;  $\Psi$  – потокосцепление катушки соленоида.

На основе магнитного сопротивления магнитной цепи соленоида определим его индуктивность в виде зависимости от координаты перемещения сердечника соленоида:

$$L(x) = \frac{N^2}{R_m} = \frac{\mu_0 \cdot \pi \cdot a \cdot d \cdot N^2}{g} \cdot \left( \frac{x}{a+x} \right) = L' \cdot \frac{x}{a+x};$$

$$L' = \frac{\mu_0 \cdot \pi \cdot a \cdot d \cdot N^2}{g}, \quad (4)$$

где  $R_m$  – магнитное сопротивление системы;  $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума;  $N$  – число витков катушки соленоида;  $L$  – индуктивность соленоида;  $a$  – толщина магнитопровода;  $d$  – ширина воздушного зазора в магнитопроводе;  $g$  – величина воздушного зазора между сердечником и катушкой.

Электромагнитная сила определяется в предположении линейной магнитной системы и постоянства тока при изменении координаты перемещения сердечника соленоида:

$$F_{\text{эм}} = \frac{dW}{dx} = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dL(x)}{dx} = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{a \cdot L'}{(a+x)^2};$$

$$\frac{dL(x)}{dx} = \frac{a \cdot L'}{(a+x)^2}, \quad (5)$$

где  $W$  – энергия магнитного поля соленоида.

Модель соленоида, реализованная в программном комплексе Matlab-Simulink, включена в модель виброзащитного устройства (рис. 4). В ходе исследований использовался неуправляемый импульсный источник питания соленоида с частотой, соответствующей частоте собственных колебаний виброзащитного устройства с амортизируемым объектом, – 1,25 Гц, период – 0,8 с, длительность импульса – 35% периода, амплитуда импульсов питания – 12 В.

В ходе исследования имитационных моделей построены временные графики колебаний, тока в обмотке, напряжения и давления в пневматической подушке (рис. 3). Из анализа графиков видна разница между имитационными моделями, при переходе от идеального генератора линейного усилия к имитационной модели соленоида (рис. 4), время гашения колебаний увеличивается незначительно (на величину порядка 10%).

Результаты моделирования работы электромагнитного компенсатора жесткости в составе пневматического виброзащитного устройства: максимальная сила, развиваемая соленоидом со стальным сердечником ~ 150 Н, максимальный ток в обмотке соленоида ~ 20 А, среднее значение тока ~ 7,57 А, исходя из среднего значения тока возможно уменьшение сечения провода катушки до 2 мм<sup>2</sup>, время затухания колебаний – 8,41 с.

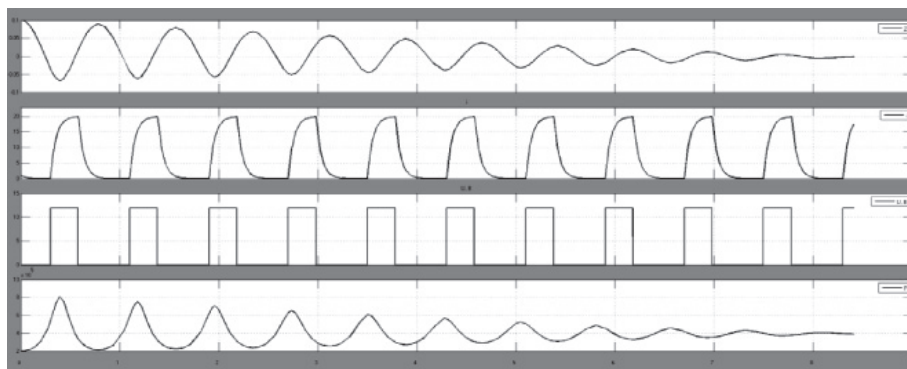


Рис. 3. Графики перемещения, тока в обмотке, напряжения питания и давления в пневматическом амортизаторе соответственно

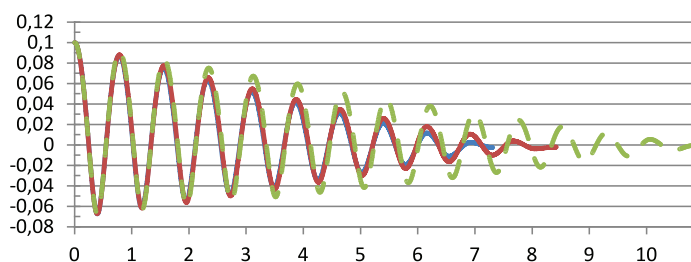


Рис. 4. Сравнение свободных колебаний (штрих-пунктирная линия), виброзащитного устройства с генератором линейного усилия (сплошная линия), модели соленоида (штриховая линия) при усилии в 150 Н



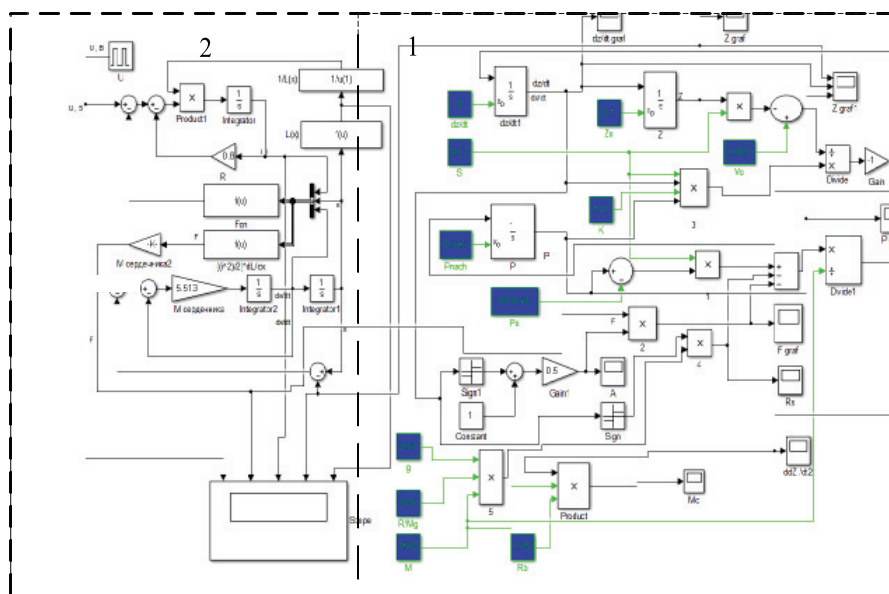


Рис. 5. Имитационная модель электропневматического устройства (1) с электромагнитным компенсатором жесткости (2)

В транспортных средствах, очевидно, необходимо сделать привязку управляющих сигналов соленоида к одному из регулируемых параметров виброзащитной системы, в качестве которых возможно выбирать, например, вертикальную координату колебаний амортизируемого объекта [3], давление рабочего тела в пневмобаллоне [1] и др.

Таким образом, введение в состав виброзащитного устройства компенсатора жесткости позволяет сократить время свободных колебаний до 25–40% при использовании компенсатора только на ходе отбоя. Внедрение подобных систем требует дополнительных исследований возможностей различных конструкций компенсаторов, их оптимизации, алгоритмов их работы в различных дорожных условиях, возможностей системы энергообеспечения транспортного средства.

#### Список литературы

1. Дьяков А.С., Олейников А.С. Активная система пневматического поддрессоривания со ступенчатым изменением жесткости // Прогресс транспортных средств и систем – 2013: материалы международной научно-технической конференции. – Волгоград: ВолГТУ, 2013. – С. 48–49.
2. Вибрации в технике. Справочник в 6 томах. Том 2. Колебания нелинейных механических систем. – М.: Машиностроение, 1979. – 352 с.
3. Хамитов Р.Н., Аверьянов Г.С. Системы амортизации крупногабаритных объектов с активными упругими и демпфирующими элементами: монография. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 123 с.
4. Хамитов Р.Н. Система управления и процессы двухобъемного пневмоамортизатора / Р.Н. Хамитов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2010. – № 1. – С. 105–109.

5. Электропневматический амортизатор: пат. 2481506 Рос. Федерация: МПК F16F9/04, F16F6/00 / Р.Н. Хамитов, Г.С. Аверьянов, В.Н. Бельков, А.А. Перчун; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет» – № 2011145781/11; заявл. 10.11.2011; опубл. 10.05.2013.

#### References

1. Djakov A.S., Olejnikov A.S. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii Progress transportnyh sredstv i system*. (International scientific-technical conference «Progress vehicles and systems») Aktivnaja sistema pnevmaticheskogo podressorivaniya so stupenchatym izmenenijem zhestkosti. Volgograd, 2013, pp. 48–49.
2. Vibracii v tekhnike. Spravochnik v 6 tomah. Tom 2. Kolebaniya nelineynyh mekhanicheskikh sistem. Moscow, Mashinostroyeniye, 1979, 352 p.
3. Hamitov R.N., Averjanov G.S. *Sistemy amortizacii krupnogabaritnykh ob'ektov s aktivnymi uprugimi i dempfirujushhimi jelementami*: monografiya. Omsk: OmGTU, 2010, 123 p.
4. Hamitov R.N. *Sistema upravleniya i processy dvuhobemnogo pnevmoamortizatora*, Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo ajerokosmicheskogo universiteta im. akademika M.F. Reshetneva. 2010. no. 1. pp. 105–109.
5. *Elektropnevmaticheskij amortizator*: pat. 2481506 Ros. Federacija: MPK F16F9/04, F16F6/00/ R.N. Hamitov, G.S. Averjanov, V.N. Belkov, A.A. Perchun; Federalnoe gosudarstvennoe budzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniya «Omskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet» – no. 2011145781/11; zayavl. 10.11.2011; opubl. 10.05.2013.

#### Рецензенты:

Харламов В.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электрические машины и общая электротехника», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск;

Федоров В.К., д.т.н., профессор, кафедра технического сервиса, механики и электротехники, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, г. Омск.



УДК 621.311.238:681.513.66

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ И СИГНАЛЬНОЙ НАСТРОЙКОЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

**Зиятдинов И.Р., Кавалеров Б.В., Бахирев И.В.**

*ГОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
Пермь, e-mail: i.ziyatdinoff@mail.ru*

В статье исследуются возможности построения систем автоматического управления электроэнергетическими газотурбинными установками с использованием эталонной модели. Рассматривается применение сигнальной настройки, так как она обладает одним неоспоримым достоинством – наибольшей скоростью адаптивных процессов, в отличие от алгоритмов параметрической настройки. Кроме того, в этой модели ГТУ в первую очередь проявляются нелинейные свойства. В качестве метода адаптации целесообразно выбрать метод функций Ляпунова из соображений сокращения времени поиска экстремума. Для синтеза алгоритмов управления и испытания САУ ГТУ применяют упрощенные модели ГТУ, которые получают методом идентификации. Обсуждаются результаты компьютерных экспериментов и сделаны выводы о том, что, несмотря на простоту сигнальной настройки, нужно учитывать диапазон изменения параметров и физические ограничения данной модели.

**Ключевые слова:** эталонная модель, система автоматического управления, газотурбинная установка, моделирование

## THE ELECTRIC ENERGY GAS TURBINE POWER WITH A REFERENCE MODEL AND A SIGNAL SETTING IS INVESTIGATION CONTROL SYSTEM

**Ziyatdinov I.R., Kavalеров B.V., Bakhirev I.V.**

*GOU VPO «Perm National Research Polytechnic University», Perm, e-mail: i.ziyatdinoff@mail.ru*

The possibility electric energy power gas turbine automatic control constructing systems is article investigates. The signal settings is application, because it has one indisputable advantage – the highest rate of adaptive processes, in contrast to the algorithms of parametric settings. Furthermore, nonlinear properties manifested in this model GTU primarily. It is expedient to choose the method of Lyapunov functions for reasons of reducing the search time of extreme as a method of adaptation. It is apply simplified models of gas turbines for the synthesis of control algorithms and testing of ACS GTU, which are obtained by identification. The results of computer experiments and draw conclusions that, despite the simplicity of the signal settings, you need to take into account the range of parameters and the physical limitations of the model. Computer experiments were discuss the results.

**Keywords:** reference model, automatic control system, power gas turbine, modelin

Предприятия отечественного авиационного двигателестроения выпускают газотурбинные установки (ГТУ) не только для авиации. ГТУ сегодня широко применяются при построении электростанций различной мощности. Хорошо известно, что ГТУ является работоспособной лишь при наличии системы автоматического управления (САУ) [3, 4]. Поэтому задачам совершенствования САУ ГТУ уделяется серьезное внимание [4]. В ГТУ, предназначенных для электростанций, возникает необходимость обеспечения заданных показателей качества электроэнергии в условиях постоянно изменяющейся электрической нагрузки и изменения режимов работы электростанции, что увеличивает требования к САУ [7]. Рассмотрим возможность использования адаптивного управления ГТУ с эталонной моделью и сигнальной настройкой для улучшения управления электроэнергетическими ГТУ. В качестве базы для построения таких систем возьмем методологический

аппарат из работы [1], где с системных позиций рассматривается научно-техническая проблема создания адаптивных алгоритмов управления для нелинейных электромеханических объектов с нелинейными свойствами. Так как в плане математического описания модель двухвальной ГТУ и модель обобщенного электромеханического преобразователя подобны, имеются основания использовать положения работы [1] по отношению к новому объекту – ГТУ. Опубликованные в статье результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки РФ № 13.832.2014/К «Разработка методологических основ адаптивного управления автономными и неавтономными газотурбинными электростанциями мощностью до 25 МВт».

### Построение адаптивной системы

В работе [1] исследуются электромеханические объекты, где кратность изменения параметров составляет 5–10. Рассмотренные в [1]

алгоритмы адаптации нацелены на проведение подстройки системы управления за короткое время, что важно и при управлении электроэнергетическими ГТУ. Поэтому далее, опираясь на теоретическую базу работы [1], заменим объект управления и рассмотрим полученные результаты.

Движение ГТУ с учетом неустойчивости свойств запишем в виде

$$\dot{\mathbf{x}} = F(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \xi, \mathbf{f}, \dots); \quad \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0, \quad (1)$$

где  $\mathbf{x} = \mathbf{x}(t)$  –  $n$ -мерная функция состояния системы;  $\mathbf{u} = \mathbf{u}(t)$  –  $m$ -мерная функция управляющих воздействий;  $\xi$  – вектор ограниченной размерности меняющихся параметров;  $\mathbf{f} = \mathbf{f}(t)$  –  $n$ -мерная функция внешних возмущений;  $\mathbf{x}_0$  – начальное состояние.

Перейдем к описанию нелинейной нестационарной модели ГТУ в виде

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}(\mathbf{x}, t)\mathbf{x} + \mathbf{B}(\mathbf{x}, t)\mathbf{u} + \mathbf{f}(t), \quad (2)$$

где  $\mathbf{A}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{A}(\xi(\mathbf{x}, t))$ ;  $\mathbf{B}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{B}(\xi(\mathbf{x}, t))$  – функциональные матрицы соответствующих размеров. Здесь предполагается управляемость пары (A, B).

Выделим в правой части (2) линейную стационарную часть

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}_0\mathbf{x} + \mathbf{B}_0\mathbf{u} + \sigma_\varphi; \quad \mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x}, \quad (3)$$

где  $\mathbf{y}$  –  $p$ -вектор выходов объекта;  $\sigma_\varphi = F(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \xi, \mathbf{f}, t) - \mathbf{A}_0\mathbf{x} - \mathbf{B}_0\mathbf{u}$ ;  $\mathbf{u}$  –  $m$ -мерный вектор управляющих сигналов:  $\mathbf{u} = (G_T)$ , где  $G_T$  – расход топлива ГТУ (кг/ч);  $\mathbf{A}_0$ ,  $\mathbf{B}_0$ ,  $\mathbf{C}$  – соответственно  $(n \times n)$ ,  $(n \times m)$ ,  $(p \times n)$ -мерные постоянные матрицы, характеризующие линейную стационарную часть, которая может быть приближением, полученным линеаризацией и усреднением во времени элементов матриц, либо обозначать желаемое поведение объекта,  $\mathbf{x}$  – вектор состояния

$$\mathbf{x} = (n_{CT}, n_{TK}, N_E)^T,$$

где  $n_{CT}$  – частота вращения свободной турбины ГТУ (об/мин);  $n_{TK}$  – частота вращения

турбокомпрессора ГТУ (об/мин);  $N_E$  – мощность свободной турбины ГТУ (кВт). Возмущение  $\mathbf{f} = (N_G)$ , где  $N_G$  – мощность нагрузки (кВт). В дальнейших выкладках для упрощения расчетов отнесем  $N_G$  к состояниям системы. Тогда  $\mathbf{A}_0 = \mathbf{A}_m$ ,  $\mathbf{B}_0 = \mathbf{B}_m$ ,  $\mathbf{A}_m$  – гурвицева матрица (устойчива).

Добавим к (2) уравнение адаптивного регулятора в виде

$$\mathbf{u} = \mathbf{U}(\mathbf{x}, \mathbf{K}, \mathbf{z}, \mathbf{g}), \quad (4)$$

где  $\mathbf{g} = \mathbf{g}(t)$  –  $m$ -мерный вектор сигналов задания, для ГТУ – это заданная частота вращения свободной турбины  $n_{CTзад}$ ;  $\mathbf{K} = \mathbf{K}(t)$  – матрица настраиваемых параметров;  $\mathbf{z} = \mathbf{z}(t)$  –  $m$ -вектор дополнительных (сигнальных) воздействий. Здесь  $\mathbf{K}$  и  $\mathbf{z}$  – средства адаптации: параметрическая настройка (ПН) и сигнальная настройка (СН) [1].

Пусть задана эталонная модель вида

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}_m\mathbf{x}_m + \mathbf{B}_m\mathbf{g}, \quad (5)$$

где  $\mathbf{g} = (n_{CTзад})$ . Требуется построить закон управления  $\mathbf{u}(t)$ , выраженный через минимизацию функционала качества на решениях системы (3), (5), такой, что при любых  $\xi \in M$ ,  $\mathbf{x}(t_0)$ ,  $\mathbf{x}_m(t_0)$  выполнялось неравенство

$$\|\mathbf{x}(t) - \mathbf{x}_m(t)\| = \|\mathbf{e}(t)\| \leq 0 \quad (6)$$

для любых  $t \geq t_a$ ,  $t_a = t_0 + \theta_a$ ,  $t_0 \geq 0$ , где  $\theta_a$  – время адаптации, или предельное соотношение

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|\mathbf{e}(t)\| = 0. \quad (7)$$

В работе [1] уравнения алгоритмов задают в общем виде:

$$\dot{\mathbf{K}} = \mathbf{A}_1(\mathbf{K}, \mathbf{e}, \mathbf{g}); \quad \mathbf{K} = [\mathbf{K}_a; \mathbf{K}_b]; \quad (8)$$

$$\mathbf{z} = \mathbf{A}_2(\mathbf{e}, \mathbf{g}, \xi, t), \quad (9)$$

из них первое уравнение (7) соответствует параметрической настройке (ПН), а второе (8) – сигнальной настройке (СН). Структура системы показана на рис. 1.

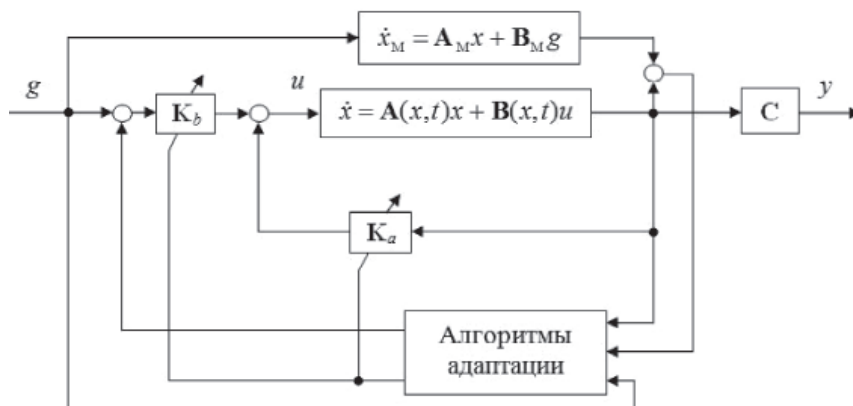


Рис. 1. Структурная схема системы с параметрической и сигнальной настройкой [4]

В работе [1] обосновывается рекомендация использовать для схемы на рис. 1 параметрическую настройку при существенном преобладании нестационарных свойств; сигнальную настройку при преобладании нелинейных свойств и совместно оба типа настройки при обоюдном проявлении нелинейных и нестационарных свойств.

Поскольку в рассматриваемой модели ГТУ в первую очередь проявляются нелинейные свойства, далее рассматривается САУ исключительно с сигнальной настройкой.

В качестве метода адаптации целесообразно выбрать метод функций Ляпунова из соображений сокращения времени поиска экстремума [1]. В работе [1] получен следующий алгоритм для сигнальной адаптации:

$$\mathbf{z}(t) = -h \operatorname{sgn}(\mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{e}); h > 0, \quad (10)$$

где  $(\operatorname{sgn} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{e})_i = \operatorname{sgn}(\mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{e})_i$ , матрица  $\mathbf{P}$  является решением матричного уравнения

$$\mathbf{P} \mathbf{A}^T + \mathbf{A}^T \mathbf{P} = -\mathbf{Q},$$

где матрицу  $\mathbf{Q}$  рекомендуется выбирать диагональной ( $> 0$ ).

#### Математическая модель

Поэлементная многорежимная динамическая математическая модель ГТУ содержит большое число нелинейных элементов и нелинейных связей и, как правило, требует последовательных приближений при проведении расчетов [2]. Поэтому для синтеза алгоритмов управления и испытания САУ ГТУ применяют упрощенные модели ГТУ, которые получают методом идентификации по данным натурного эксперимента или по данным, полученным на поэлементной многорежимной модели [5, 6].

Рассмотрим упрощенную динамическую модель ГТУ, полученную с помощью идентификации методом наименьших квадратов. Структура дифференциальных уравнений выбрана с учетом априорной информации об основных физических принципах преобразования энергии в ГТУ. Модель сохраняет допустимую адекватность для работы САУ ГТУ в режиме стабилизации частоты вращения свободной турбины ГТУ от холостого хода до 1,2 номинальной нагрузки. На рис. 2 изображена структурная схема полученной модели ГТУ.

На рис. 2 показана структура модели:  $n_{TS} = f(G_T)$  – нелинейная статическая характеристика, отражающая преобразование расхода топлива (кг/ч) в обороты турбокомпрессора (об/мин);  $T(n_{TK})$  – постоянная времени турбокомпрессора, зависящая от текущей частоты вращения турбокомпрессора;  $N_E = f(n_{TK})$  – нелинейная статическая характеристика, отражающая преобразование частоты вращения турбокомпрессора (об/мин) в мощность свободной турбины (кВт);  $N_G$  – мощность нагрузки (кВт);  $J(n_{CT})$  – суммарный приведенный к валу свободной турбины момент инерции;  $n_{CT}$  – частота вращения свободной турбины (об/мин). Уравнения, описывающие динамические звенья на рис. 2, имеют следующий вид

а) Уравнение ротора турбокомпрессора:

$$\frac{dn_{TK}}{dt} = \frac{n_{TS} - n_{TK}}{T(n_{TK})}; \quad (11)$$

б) Уравнение свободной турбины:

$$\frac{dn_{CT}}{dt} = \frac{1}{n_{CT} J(n_{CT})} (N_E - N_G). \quad (12)$$

Эталонная модель получается из модели ГТУ (11), (12) линеаризацией вблизи точки номинального режима. Номинальный режим ГТУ – 2500 кВт. Эталонная модель включает в себя помимо уравнений собственно также регуляторы ГТУ. В режиме стабилизации  $n_{CT}$  основную роль играют два регулятора САУ ГТУ: регулятор частоты вращения свободной турбины  $n_{CT}$  и регулятор дозатора газа. Регуляторы включаются последовательно (рис. 3). Передаточная функция регулятора  $n_{CT}$  имеет следующий вид [8]:

$$W_{CT}(p) = k_{\Pi} \frac{k_i + k_f p}{k_i + p}; \quad (13)$$

передаточная функция дозатора газа:

$$W_G(p) = \frac{1 + T_d p}{p} k_d. \quad (14)$$

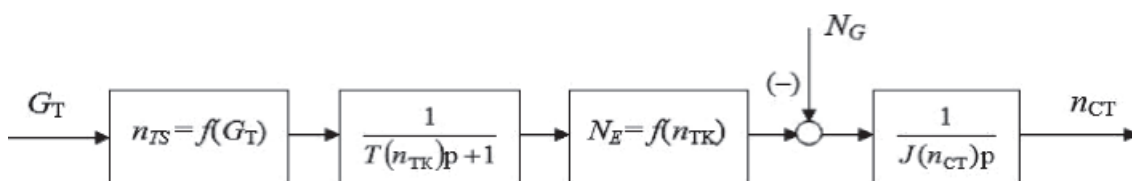


Рис. 2. Структура нелинейной модели ГТУ

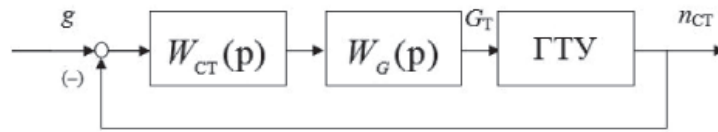


Рис. 3. Эталонная модель ГТУ

Регуляторы настроены на симметричный оптимум, что обеспечивает нулевую статическую ошибку по возмущению. Параметры линеаризованной эталонной модели ГТУ приняты следующими:

$$T(n_{TK}) = 0,5 = \text{const};$$

$$n_{TS}/G_T = \text{const} = k_1 = 11,12;$$

$$N_E/n_{TK} = \text{const} = k_2 = 0,26;$$

$$J(n_{CT}) = \text{const} = 2,88.$$

Тогда параметры регуляторов (13) и (14) для обеспечения (25) с  $T_\mu = 0,1$  будут следующими:

$$T_d = 2; \quad k_d = 0,5; \quad k_f = 4;$$

$$k_i = 10; \quad k_{II} = 5,67.$$

Сигнал задания

$$g = (n_{CT\text{зад}}) = 5500 \text{ об/мин.}$$

Вектор состояния представим в виде

$$\mathbf{x} = (x_1 x_2 x_3 x_4)^T,$$

где  $x_1 = n_{CT}$ ,  $x_2 = n_{TK}$ ,  $x_3$  – выход интегратора регулятора дозатора газа (14),  $x_4$  – выход интегратора регулятора  $n_{CT}$  (13). Тогда сигнальный алгоритм (10) получим в следующем виде:

$$\mathbf{z}(t) = -h \operatorname{sgn}(\mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{e}) = -h \operatorname{sgn}(242,1571e_1 + 55,5178e_2 + 1837,0398e_3 - 461,4907e_4). \quad (15)$$

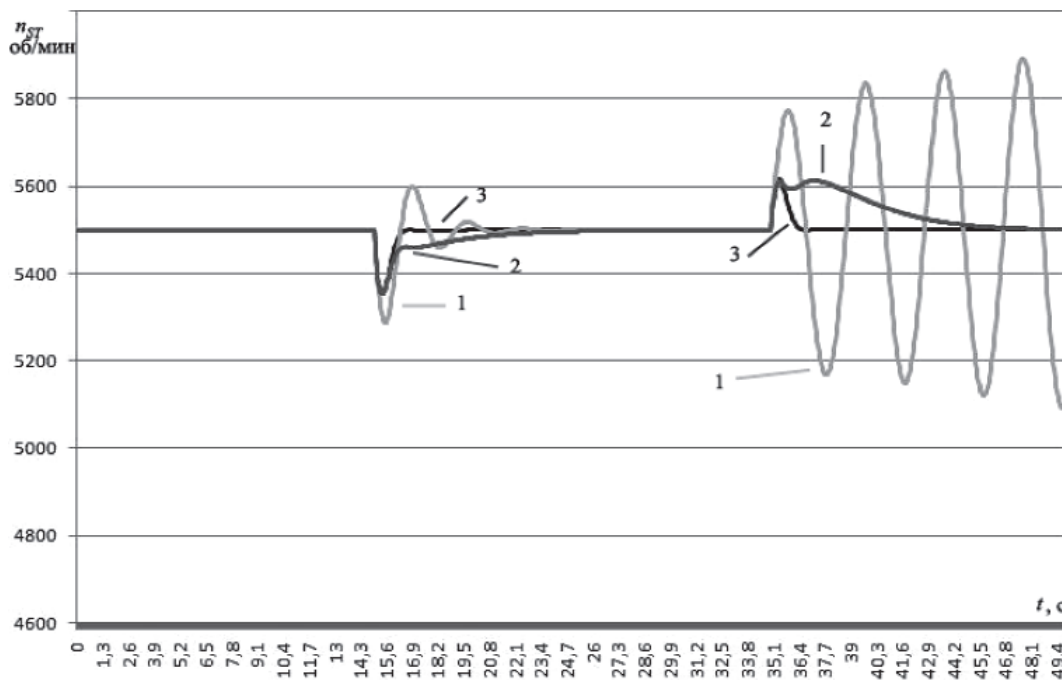


Рис. 4. Переходный процесс  $n_{CT}$  (частота вращения свободной турбины):  
1 – нелинейная модель ГТУ с неадаптивной САУ;  
2 – нелинейная модель ГТУ с адаптивной САУ; 3 – эталонная модель ГТУ

Для проведения эксперимента эталонная модель включается параллельно с нелинейной моделью ГТУ по схеме на рис. 1. В эксперименте учитывался только один вид нелинейности: зависимость  $T(n_{TK})$ , при этом  $T$  меняется от 3 с (холостой ход 140 кВт) до 0,5 с (номинальный режим 2500 кВт). На рис. 4 показано изменение во времени  $n_{CT}$ . В качестве возмущения задавалось изменение внешней нагрузки ГТУ  $f = (N_G)$  по прямоугольному закону:

$$t = 0-15 \text{ с}; N_G = 140 \text{ кВт};$$

$$t = 15-35 \text{ с}; N_G = 2000 \text{ кВт};$$

$$t = 35-50 \text{ с}; N_G = 500 \text{ кВт}.$$

На рисунке представлены три графика: эталонная модель ГТУ; нелинейная модель ГТУ с неадаптивной САУ (настройки регуляторов, как у эталонной модели); нелинейная модель ГТУ с адаптивной САУ (с эталонной моделью и сигнальной настройкой (15)).

Прочие переменные вектора  $x$  также успешно приближаются к переменным эталонной модели. Дальнейшие эксперименты показали достаточно высокую чувствительность рассмотренной системы с эталонной моделью к резким изменениям параметров нелинейной модели.

Исследования также показали, что если в уравнении алгоритма сигнальной адаптации (15) оставить только один сигнал

$$z(t) = -h \operatorname{sgn}(\mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{e}) = -h \operatorname{sgn}(242,1571e_1)$$

по внешней переменной – частоте вращения свободной турбины  $n_{CT}$  – то кратность изменения параметров может быть существенно повышена, качество регулирования по  $n_{CT}$  также значительно улучшается. Однако в этом случае по эталонной модели настраивается только  $n_{CT}$ , по остальным переменным  $x = (x_1, x_2, x_3, x_4)^T$  переходные процессы существенно отличаются от поведения эталонной модели, что, помимо прочего, ставит вопрос физической реализуемости. Поэтому целесообразно экспериментальным путем установить допустимую кратность изменения переменных (таблица).

В качестве критерия качества взят следующий критерий:

а) максимальное отклонение переменных САУ от эталонной модели не превосходит 15 %;

б) время переходного процесса не более чем в 5 раз превосходит время переходного процесса эталонной модели. В качестве условия устойчивости – нарушение устойчивости САУ.

В качестве модели 1 рассматривалась модель, представленная на рис. 2, при учете  $T(n_{TK})$ , но без учета нелинейных зависимостей:

$$N_E = f(n_{TK}), \quad n_{TS} = f(G_T).$$

В качестве модели 2 – модель на рис. 2 с учетом всех нелинейностей:

$$T(n_{TK}), N_E = f(n_{TK}), \quad n_{TS} = f(G_T).$$

Допустимая кратность изменения переменных

|                                                  | Удовлетворяет критериям качества | Удовлетворяет условию устойчивости |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Модель 1 с адаптивной САУ с одной переменной     | 14                               | 16                                 |
| Модель 1 с адаптивной САУ с четырьмя переменными | 8                                | 60                                 |
| Модель 2 с адаптивной САУ с одной переменной     | 8                                | 16                                 |
| Модель 2 с адаптивной САУ с четырьмя переменными | 2                                | 5                                  |

Как видим из таблицы, диапазон кратности, удовлетворяющий условию устойчивости, значительно выше диапазона кратности, удовлетворяющего критериям качества, также выявлено, что диапазон измерений в линейной модели с адаптивной САУ шире, чем соответствующая ей нелинейная модель.

При введении ограничения по расходу топлива ситуация резко ухудшается.

### Выводы

Методика адаптивного управления с эталонной моделью и сигнальной настройкой [1] в принципе может быть работоспособна при управлении ГТУ. Однако необходимо учитывать диапазон изменения параметров, что существенно влияет на результаты адаптации. Кроме того, следует учитывать физические ограничения, среди которых одним из ведущих является ограничение по расходу топлива  $G_T$ . Полученные результаты требуют проведения на полученной основе дальнейших исследований.



**Список литературы**

1. Борцов Ю.А., Поляхов Н.Д., Путов В.В. Электромеханические системы с адаптивным и модельным управлением. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1984. – 216 с.
2. Гольберг Ф.Д., Батенин А.В. Математические модели газотурбинных двигателей как объектов управления. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 82 с.
3. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А. и др. Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок, Т.5. – М.: Машиностроение, 2008. – 190 с.
4. Кавалеров Б.В. Автоматизация испытаний САУ ГТУ газотурбинных мини-электростанций при проектировании и настройке // Автоматизация в промышленности. – 2011. – № 1. – С. 12–17.
5. Кавалеров Б.В., Казанцев В.П., Шмидт И.А., Рязанов А.Н., Один К.А. Интеллектуализация испытаний конвертированных газотурбинных установок для электроэнергетики // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – № 1(47)ю. – С. 84–88.
6. Килин Г.А., Один К.А., Кавалеров Б.В. Структурно-параметрическая идентификация модели газотурбинной установки на основе генетического алгоритма // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–7. – С. 1480–1484.
7. Полулях А.И., Лисовин И.Г., Кавалеров Б.В., Шигапов А.А. Автоматизация настройки регуляторов газотурбинных мини-электростанций при компьютерных испытаниях // Автоматизация в промышленности. – 2011. – № 6. – С. 14–17.

**References**

1. Borcov Ju.A., Poljahov N.D., Putov V.V. Jeлектromechanicheskie sistemy s adaptivnym i modelnym upravleniem. L.: Jenergoatomizdat. Leningr. otделение, 1984. 216 p.

2. Golberg F.D., Batenin A.V. Matematicheskie modeli gazoturbinyh dvigatelej kak obektov upravlenija. M.: Izd-vo MAI, 1999. 82 p.

3. Inozemcev A.A., Nihamkin M.A. i dr. Avtomatika i regulirovanie aviacionnyh dvigatelej i jenergeticheskikh ustanovok, T.5. M.: Mashinostroenie, 2008. 190 p.

4. Kavalero B.V. Avtomatizacija ispytanij SAU GTU gazoturbinyh mini-jelektrostancij pri proektirovanii i nastrojke // Avtomatizacija v promyshlennosti. 2011. no. 1. pp. 12–17.

5. Kavalero B.V., Kazancev V.P., Shmidt I.A., Rjanzanov A.N., Odin K.A. Intellectualizacija ispytanij konvertirovannyh gazoturbinyh ustanovok dlja jelektrojenergetiki // Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii. 2012. no. 1(47) ju. pp. 84–88.

6. Kilin G.A., Odin K.A., Kavalero B.V. Strukturno-parametricheskaja identifikacija modeli gazoturbinoj ustanovki na osnove geneticheskogo algoritma // Fundamentalnye issledovaniya. 2014. no. 11–7. pp. 1480–1484.

7. Poluljah A.I., Lisovin I.G., Kavalero B.V., Shigapov A.A. Avtomatizacija nastrojki reguljatorov gazoturbinyh mini-jelektrostancij pri kompjuternyh ispytaniyah // Avtomatizacija v promyshlennosti. 2011. no. 6. pp. 14–17.

**Рецензенты:**

Шулаков Н.В., д.т.н., профессор кафедры электротехники и электромеханики, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Казанцев В.П., д.т.н., профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

УДК 628.822

## АНАЛИЗ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ В ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ

<sup>1</sup>Иванов В.А., <sup>1,2</sup>Еркаев Н.В.

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск;

<sup>2</sup>Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, e-mail: Vintextrim@yandex.ru

В статье рассмотрен новый подход к вычислению самосогласованного распределения давления и деформации поверхности для цилиндрического подшипника скольжения. Предлагаемый метод основан на численном решении двухмерного уравнения Рейнольдса для смазочного слоя, вычислении деформации поверхности с помощью трехмерного пакета ANSYS с использованием разложения Фурье для вычисления матрицы податливости. Дано сравнение функций податливости для двухмерного и трехмерного случаев. Найдена простая аналитическая аппроксимация для матрицы податливости, которая может применяться для расчета тяжело нагруженных подшипников скольжения. Найденная матрица податливости используется в итеративной процедуре для расчета самосогласованного распределения давления и прогиба поверхности в зоне контакта. Показана высокая эффективность итерационной процедуры, позволяющей получить стационарное распределение давления в смазочном слое, согласованное с деформацией упругой поверхности. Представлены результаты расчета конкретного подшипника скольжения.

**Ключевые слова:** подшипник скольжения, упруго-гидродинамический контакт, матрица податливости

## ANALYSIS OF ELASTIC DEFORMATION IN SLIDING BEARINGS

<sup>1</sup>Ivanov V.A., <sup>1,2</sup>Erkaev N.V.

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk;

<sup>2</sup>Institute of Computational Modelling SB RAS, Krasnoyarsk, e-mail: Vintextrim@yandex.ru

This article deals with a new approach for calculation of self-consistent pressure distribution and surface deflection for a lubricated journal bearing. This approach is based on the numerical solution of the 2-D Reynolds' equation for the lubrication layer, numerical calculation of the surface deformations by the 3-D ANSYS package and Fourier series expansion for the compliance matrix. A simple analytical approximation is found for the obtained compliance matrix, which can be used for heavily loaded journal bearings. The compliance matrix is implemented into the iterative procedure for calculation of self-consistent pressure distribution and surface deflection in the contact zone. The iterations are shown to be very effective to obtain a stationary distribution of pressure in the lubrication layer, which is consistent with the surface deflections. Results of calculations are presented for the particular journal bearing in cases of different loadings.

**Keywords:** journal bearing, elastic hydrodynamics, compliance matrix

Гидродинамическая теория смазки широко применяется для расчета и конструирования подшипников скольжения с жидкой смазкой, которые являются важными конструктивными элементами разнообразных механизмов и машин. Существует большое количество публикаций, посвященных этой теме, например [5, 3, 8]. Роль упругих деформаций становится очень важной для тяжело нагруженных цилиндрических подшипников скольжения. Поэтому возникла необходимость учета упругих деформаций рабочих поверхностей в гидродинамической теории смазки. Это привело к развитию так называемой упруго-гидродинамической теории, в которой согласованно рассматривались течение смазочного слоя и деформация поверхности контакта, вызванная повышенным давлением в смазочном слое [4]. В этой теории важное место отводится проблеме определения связи между распределением давления в слое и деформацией поверхности.

Основными элементами конструкции гидродинамического подшипника скольже-

ния являются цилиндрический вал, смазочный слой, вкладыш и корпус. Обычно вкладыш подшипника изготавливается из более податливого материала по сравнению с корпусом, который имеет высокую твердость и мало деформируется. По этой причине деформациями корпуса часто пренебрегают и учитывают только деформации вкладыша [1]. При таком упрощенном подходе деформации тонкого вкладыша, ограниченные жестким корпусом, определяются малым параметром – отношением толщины вкладыша к радиусу кривизны. Как показано в монографии [1], в первом приближении по этому малому параметру деформации вкладыша пропорциональны локальному значению давления. Коэффициент пропорциональности называют податливостью вкладыша. Данное приближение связано с известной гипотезой Винклера. В общем случае необходимо учитывать не только деформации вкладыша, но также и деформации корпуса, имеющего конечную жесткость. В таком случае расчеты поверхностных деформаций должны выполняться

самосогласованно с вычислениями распределения давления вдоль всего смазочного слоя. Для этой цели необходимо определить общую функциональную связь между поверхностными деформациями и распределением давления в слое смазки, принимая во внимание различие свойств материала вкладыша и корпуса подшипника. Главной целью данной работы является разработка метода установления обобщенного функционального уравнения и применение его для получения решения упруго-гидродинамической контактной задачи.

### Постановка задачи

Для описания предлагаемого подхода рассмотрим цилиндрический подшипник скольжения, в котором смазочный слой разделяет стальной вал и бронзовый вкладыш, граничащий со стальным корпусом, как показано на рис. 1. Здесь  $\omega$  – угловая скорость вращения вала,  $\varphi$  – азимутальный угол, отсчитываемый в направлении часовой стрелки от точки максимального зазора,  $\eta$  и  $R_0$  – эксцентриситет и радиус цилиндрического вала,  $R_1$  – внутренний радиус вкладыша,  $R_2$  и  $R_3$  – внутренний и внешний радиусы цилиндрического корпуса,  $L$  – длина подшипника. В расчетах используем нулевые граничные условия для деформаций на заданной внешней границе корпуса подшипника. Между валом и вкладышем располагается тонкий слой жидкой смазки, называемый смазочным слоем. Также ставим нулевые граничные условия для давления на торцах подшипника.

Распределение давления в смазочном слое определяется из решения известного уравнения Рейнольдса [3]:

$$\frac{1}{R_0^2} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( \frac{h^3}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial \varphi} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{h^3}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial y} \right) = \frac{1}{R_0} \frac{\partial hu}{\partial \varphi}; \quad (1)$$

$$h = R_1 - R_0 + \eta \cos(\varphi) + \delta(P);$$

$$P > 0; \frac{\partial hu}{\partial x} = 0; P \leq 0. \quad (2)$$

Здесь  $h$  – толщина смазочного слоя;  $\mu$  – коэффициент вязкости;  $u$  – средняя скорость поверхностей вала и вкладыша;  $y$  – координата вдоль оси цилиндрического подшипника;  $\varphi$  – азимутальный угол;  $\delta$  – радиальный прогиб поверхности вкладыша, зависящий от давления в смазочном слое. Метод численного решения уравнения (1) описан в работе [2].

### Результаты вычислений

Для иллюстрации метода введем конкретные параметры подшипника скольжения:  $R_1 = 0,03$  м,  $R_2 = 0,035$  м,  $R_3 = 0,1$  м,  $d = 0,00013$  м,  $E_1 = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па,  $E_2 = 1,08 \cdot 10^{11}$  Па,  $m_1 = 0,3$ ,  $m_2 = 0,34$ ,  $\mu = 0,024$  Па/с,  $\omega = 314,16$  с<sup>-1</sup>, где  $E_1$  и  $E_2$  – модули упругости стального корпуса и бронзового вкладыша;  $m_1$  и  $m_2$  – коэффициенты Пуассона для материалов корпуса и вкладыша соответственно. Длина и диаметр подшипника предполагаются равными друг другу.

Зависимость упругих деформаций от распределения давления может быть записана в следующей интегральной форме:

$$\delta(\varphi) = \int_0^{2\pi} P(\varphi') K(\varphi - \varphi') d\varphi', \quad (3)$$

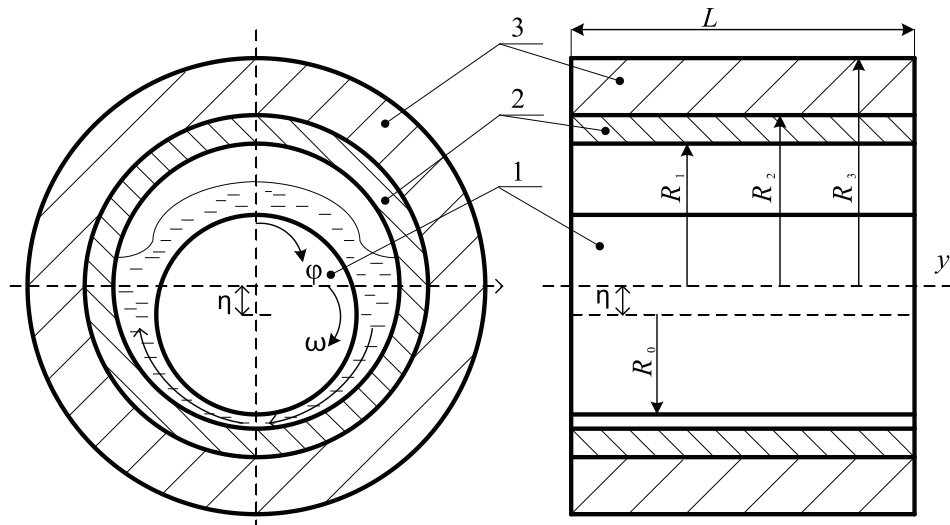


Рис. 1. Геометрическая схема подшипника скольжения:  
1 – вал, 2 – бронзовый вкладыш, 3 – корпус

где  $\delta$  и  $P$  – прогиб поверхности и давление, зависящие от азимутального угла. Функцию  $K(\varphi - \varphi')$ , являющуюся ядром линейного функционала, будем называть функцией податливости. Эта функция не зависит от конкретного распределения давления, но зависит от геометрических характеристик подшипника скольжения. Она может быть найдена на основе численных результатов, описанных в [2]. Для этой цели применяем разложение Фурье:

$$K(\varphi) = \sum_{k=0}^n [M_k \cos(k\varphi) + N_k \sin(k\varphi)]. \quad (4)$$

Умножая уравнение (4) на гармонические функции и интегрируя по углу в интервале от 0 до  $2\pi$ , получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно искомых коэффициентов Фурье  $M_k$  и  $N_k$  [2]. Используя известное распределение давления в смазочном слое и деформации поверхности, рассчитанные пакетом ANSYS, находим коэффициенты Фурье:

$$\begin{aligned} M_k &= \frac{g_k}{\pi} \frac{X_k C_k + Y_k D_k}{X_k^2 + Y_k^2}; \\ N_k &= \frac{g_k}{\pi} \frac{Y_k C_k - X_k D_k}{X_k^2 + Y_k^2}; \\ M_0 &= \frac{D_0}{2\pi Y_0}; \quad k = 1, 2, 3 \dots \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} X_k &= \int_0^{2\pi} P(\varphi') \sin(k\varphi') \cdot d\varphi'; \\ Y_k &= \int_0^{2\pi} P(\varphi') \cos(k\varphi') \cdot d\varphi'; \end{aligned}$$

$$C_k = \int_0^{2\pi} \delta(\varphi') \sin(k\varphi') \cdot d\varphi';$$

$$D_k = \int_0^{2\pi} \delta(\varphi') \cos(k\varphi') \cdot d\varphi'. \quad (6)$$

Здесь давление и прогиб поверхности являются функциями угла, которые определяются методом сплайновой интерполяции дискретных узловых значений  $P_i$  and  $\delta_i$ .

В этой формуле точность результата зависит от выбора верхнего предела суммирования  $n$ . В частности, значение  $n = 10$  вполне достаточно для хорошей точности аппроксимации. В связи с применением формулы (4) следует обратить внимание на заметное влияние мелкомасштабных шумовых погрешностей, присутствующих в численных данных, полученных в результате расчетов. Для удаления связанных с таким шумом эффектов можно воспользоваться одним из способов регуляризации [6, 7]. Для подавления паразитных осцилляций

вводим множители вида  $g_k = 1 / (1 + \varepsilon k^4)$  для Фурье коэффициентов. Здесь  $\varepsilon$  является малым параметром, который существенно влияет на затухание шумовых осцилляций.

На рис. 2 сплошной линией показана функция (4), соответствующая значению  $\varepsilon = 0,0001$ . На том же рисунке штриховой линией показана аналитическая аппроксимация, заданная простой формулой вида

$$K_{an}(\varphi) = 1,2 K_0 \left[ \frac{1}{1 + a\varphi^\alpha} \right]^\beta, \quad (7)$$

где  $a = 5$ ;  $\alpha = 1,7$ ;  $\beta = 1,4$ ;

$$K_0 = \left[ \frac{(R_2 - R_1)(1 + m_1)(1 - 2m_1)}{E_1} + \frac{(R_3 - R_2)(1 + m_2)(1 - 2m_2)}{E_2} \right]. \quad (8)$$

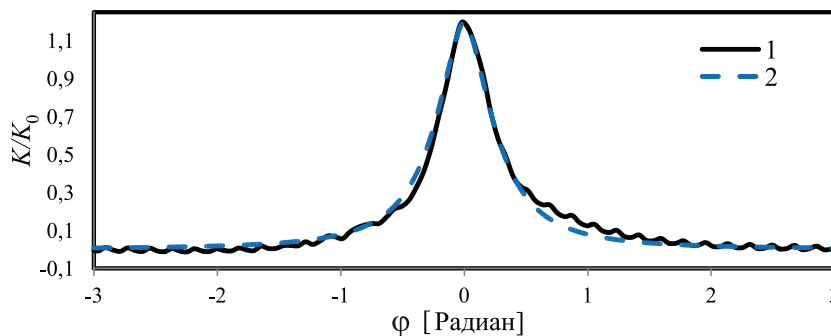


Рис. 2. Функция податливости, полученная из численного решения (кривая 1), в сравнении с аналитической аппроксимацией (кривая 2), заданной формулой (7)

Полученные функции (4) и (7) определяют матрицу податливости для любого распределения давления вдоль смазочного слоя для заданных геометрических параметров подшипника скольжения.

### Трехмерные расчеты ANSYS

Далее анализируем различие между матрицами податливости для различных поперечных сечений подшипника скольжения. Используя конечно-разностную схему, описанную в работе [2], вычисляем гидродинамическое давление в смазочном слое для подшипника скольжения конечной длины. На рис. 3 показаны профили давления, соответствующие различным поперечным сечениям ( $y = \text{const}$ ) подшипника. Для определения деформаций, связанных с распределением давления, применяем трехмерный пакет ANSYS. Используя результаты вычислений ANSYS, находим

деформации поверхности вкладыша в каждом поперечном сечении и сравниваем трехмерное решение ANSYS в центральном поперечном сечении с двумерным решением. Оба решения представлены на рис. 4. Анализ показывает, что деформация поверхности подшипника в двухмерной расчетной модели ANSYS заметно больше, чем в трехмерной модели. Различие составляет 28%. Далее сравниваем поведение функций податливости для различных поперечных сечений. Для получения этих функций применяем описанное выше разложение Фурье для различных поперечных сечений подшипника. Расчеты показывают, что функции податливости располагаются довольно близко друг к другу для всех сечений (кроме самых крайних). Поэтому практически можно использовать матрицу податливости, рассчитанную только для центрального сечения.

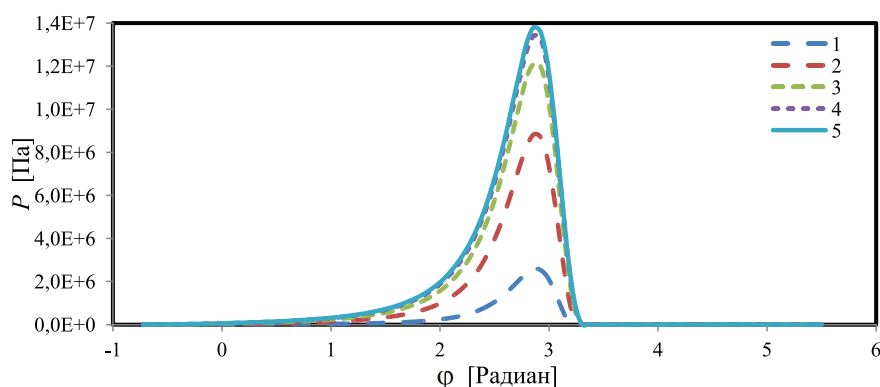


Рис. 3. Азимутальные распределения давления, соответствующие различным поперечным сечениям подшипника скольжения. Кривая 1 – для сечения, близкого к краю подшипника:  $y = 0,02666$  м. Кривые 2, 3, 4, и 5 соответствуют поперечным сечениям  $y = 0,01999$  м,  $y = 0,01333$  м,  $y = 0,00666$  м и  $y = 0$  соответственно

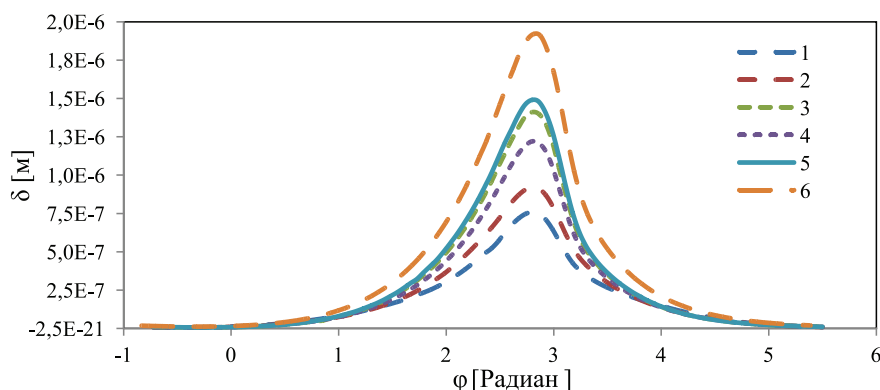


Рис. 4. Деформации поверхности подшипника для различных поперечных сечений (трехмерная модель), а также для двумерной модели. Кривые 1, 2, 3, 4 и 5 соответствуют прогибу поверхности, полученному по трехмерной модели ANSYS для сечений  $y = 0,03$  м,  $y = 0,02333$  м,  $y = 0,01666$  м,  $y = 0,00999$  м и  $y = 0,00333$  м соответственно; кривая 6 соответствует двумерной модели ANSYS



### Заключение

Предложен эффективный подход, позволяющий вычислить матрицу податливости на основе предварительного расчета давления в смазочном слое и использования программного пакета ANSYS для определения прогиба поверхности. Даже в случаях длинных подшипников скольжения для вычисления поверхностных деформаций следует предпочесть более реалистичную трехмерную модель пакета ANSYS по сравнению с двухмерной моделью. Сравнение показывает, что двухмерная модель дает существенно завышенные значения прогиба поверхности. Для определения функции податливости, обеспечивающей связь давления и прогиба, применяется разложение Фурье. Для подавления шумовых осцилляций вводятся коррекции коэффициентов Фурье посредством множителей регуляризации, которые обеспечивают сглаживание искомой функции податливости. Оказалось, что найденные функции податливости, относящиеся к различным поперечным сечениям подшипника, мало отличаются друг от друга. Поэтому для экономии вычислений достаточно определить функцию податливости только для центрального сечения подшипника. Важно отметить, что функция податливости, зависящая от конструктивных параметров подшипника, не зависит от распределения давления вдоль смазочного слоя. Поэтому функция податливости, найденная один раз для конкретного подшипника, может использоваться многократно в итерационной схеме совместно с уравнением Рейнольдса для самосогласованного моделирования различных динамических режимов подшипника скольжения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-05-00879).

### Список литературы

1. Галахов М.А., Усов П.П. Дифференциальные и интегральные уравнения математической модели и теории трения. – М.: Наука, 1990. – 280 с.

2. Иванов В.А., Еркаев Н.В. Расчет деформации рабочих поверхностей подшипников скольжения. – М.: Тяжелое машиностроение, 2013. – № 3. – С. 34–38.

3. Hamrock B.J. Fundamentals of fluid film lubrication. – McGraw-Hill Inc. 1994.

4. Lugt P.M., Morales-Espejel G.E. A Review of elastohydrodynamic lubrication Theory. Tribology Transactions 2011; 54; 470-496; DOI:10.1080/10402004.2010.551804.

5. Szeri A.Z., Fluid film lubrication (2-nd ed.). Cambridge University Press; 2011.

6. Tikhonov A.N., Arsenin V.Y. Solution of ill-posed problems. Washington: Winston & Sons. 1977.

7. Tikhonov A.N., Goncharsky A.V., Stepanov V.V., Yagola A.G. Numerical methods for the solution of ill-posed problems. – Kluwer Academic Publishers, 1995.

8. Williams, J.A. Engineering tribology. – New York: Oxford University Press Inc.: 242; 1994.

### References

1. Galakhov M.A., Usov P.P. *Differencialnye i integralnye uravneniya matematicheskoy modeli i teorii treniya* [Differential and integral equations of the mathematical theory of friction] Moscow. Nauka. 1990. 280 p.

2. Ivanov V.A., Erkaev N. V. *Raschet deformatsii rabochix poverxnostej podshipnikov skolzheniya* [Calculation of the deformation of working surfaces slide bearings]. Moscow. Tyazheloe mashinostroyeniye. 2013. no. 3. pp. 34–38.

3. Hamrock, B. J. Fundamentals of Fluid Film Lubrication. McGraw-Hill Inc. 1994.

4. Lugt P.M., and Morales-Espejel G.E. A Review of Elastohydrodynamic Lubrication Theory. Tribology Transactions 2011; 54; 470-496; DOI:10.1080/10402004.2010.551804.

5. Szeri A.Z., Fluid Film Lubrication (2-nd ed.). Cambridge University Press; 2011.

6. Tikhonov A.N., Arsenin V.Y. Solution of Ill-posed Problems. Washington: Winston & Sons. 1977.

7. Tikhonov A.N., Goncharsky A.V., Stepanov V.V., Yagola A.G. Numerical Methods for the Solution of Ill-Posed Problems. Kluwer Academic Publishers. 1995.

8. Williams, J.A. Engineering Tribology. New York: Oxford University Press Inc.: 242; 1994.

### Рецензенты:

Адрианов А.Л., д.ф.-м.н., профессор кафедры «Летательные аппараты», Сибирский государственный аэрокосмический университет, г. Красноярск;

Меновщиков В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения», Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск.

УДК 550.3: 004.02

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

<sup>1</sup>Кобрунов А.И., <sup>1</sup>Мотрюк Е.Н., <sup>2</sup>Ломинский Д.О.<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»,

Ухта, e-mail: akobrunov@ugtu.net;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет нефти и газа  
имени И.М. Губкина», Москва

Для условий слабой изученности и сложного строения осадочных бассейнов выработаны модельные представления геологических сред по данным гравirazведки. При решении задач реконструкции геологической среды построенная модель распределения физического параметра должна соответствовать с заданной степенью приближения наблюдаемым физическим полям. При этом возникают три взаимосвязанных элемента, составляющих содержание понятия модели задачи: *модель среды, модель поля и модель физического явления*. Рассмотрены постановки прямой и обратной задач гравirazведки. Прямая задача состоит в нахождении модели поля по известным моделям среды и физического явления. Обратная задача заключается в реконструкции модели среды по модели поля и явления. Представлены различные способы представления информационной модели: одномерные объекты, двумерные объекты и трёхмерные наблюдения, для которых применяются различные способы интерпретации данных.

**Ключевые слова:** гравirazведка, сложнопостроенные среды, модели среды, модели поля, прямые задачи гравirazведки, обратные задачи гравirazведки

## CONSTRUCTION OF MODELS OF COMPLEX GEOLOGICAL ENVIRONMENTS OF GRAVIMETRIC DATA

<sup>1</sup>Kobrunov A.I., <sup>1</sup>Motryuk E.N., <sup>2</sup>Lominskiy D.O.<sup>1</sup>FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: akobrunov@ugtu.net;<sup>2</sup>FGBOU VPO «Russian State University of Oil and Gas named after Gubkin», Moscow

Model representations of geological environments according to the gravity prospecting for conditions and little knowledge of the complex structure of sedimentary basins are developed. In solving the problems of reconstruction of the geological environment constructed physical parameter distribution model must comply with the specified degree of approximation the observed physical fields. Thus there are three interrelated elements that make up the content of the concept model of the problem: a model of the environment, the model fields and model of a physical phenomenon. Consider the formulation of direct and inverse gravity. The direct problem consists in finding the model field from the known models of the environment and physical phenomena. The inverse problem is the reconstruction model on model fields and event. We present different ways of presenting the information model: one-dimensional objects, two-dimensional objects, and three-dimensional observation, for which there are different ways to interpret the data.

**Keywords:** gravity prospecting, complex structure environment, model of environment, model of the field, direct gravity problem, inverse problem of gravity

Для построения геолого-геофизических моделей осадочных бассейнов и их фрагментов эффективно применение ведущих современных технологий интерпретации гравиметрических данных. Для крупных плотностных структур типа осадочных бассейнов необходимо проводить постановку и решение интерпретационных задач с учётом условий слабой изученности и сложного строения среды. Это позволяет сделать технология, основанная на критериальном подходе к решению обратных задач гравirazведки [1–5, 7]. Она основана на комплексном анализе всей имеющейся геолого-геофизической информации. Возникает проблема выбора модели среды, которая должна быть положена в основу изучения имеющихся в осадочных бассейнах образований.

При решении задач реконструкции геологической среды построенная модель распределения физического параметра должна соответствовать с заданной степенью приближения наблюдаемым физическим полям. Три взаимосвязанных элемента, составляющих содержание понятия модели задачи: *модель среды, модель поля и модель физического явления*. Выделяются прямая и обратная задачи геофизики. Во введённых терминах прямая задача состоит в нахождении модели поля по известным моделям среды и физического явления. Обратная задача заключается в реконструкции модели среды по модели поля и явления. Исходную информацию, имеющуюся для изучения геологической среды, можно представить в виде совокупности трёх компонент [2, 5, 6, 8]:

одномерные объекты, например данные скважин; двумерные объекты, т.е. некие профильные наблюдения, и трёхмерные наблюдения, в частности наблюдаемые геофизические поля.

Наиболее общей и полной в смысле количества априорной информации моделью среды является *модель распределения плотности*, или *плотностная модель*. Она может быть использована для решения задач локального прогнозирования, т.е. оценки локальных изменений физических свойств, в пределах отдельных блоков, пластов и разреза в целом. Эта модель является математической основой схем интерпретации на классе непрерывных функций или прогнозирования непрерывного геолого-геофизического разреза. Структурная геолого-геофизическая модель является упрощённым вариантом. Введение данной модели необходимо для решения задач, где априори вводится предположение о слоистом строении среды. В рамки таких предположений укладываются как классические структурные задачи – изучение поверхности кристаллического фундамента, структур синклинального и антисинклинального типов, надвиговых структур, так и задачи солянокупольной тектоники.

Для описания моделей среды используются различные варианты задания данных и соответствующие им постановки прямых задач гравirazведки для *двухмерного и трёхмерного случая*. Суть двухмерной постановки состоит в следующем [2, 5, 6]. Часто при интерпретации гравirazведочных данных аномалии гравитационного поля носят ярко выраженный линейный характер. Тогда естественно ввести предположение о том, что источник поля имеет бесконечную протяжённость по какому-то направлению, а в каждой вертикальной плоскости, перпендикулярной к этому направлению, сечение носителя и распределение масс по этому сечению одни и те же. Такие тела принято называть двумерными, а соответствующие им поля – двумерными или плоскими.

*Плотностная двухмерная модель (модель распределения плотности)*. Задание исходной информации производится по профилю. Используем прямоугольную систему координат с осью  $Oz$ , направленной вниз к массам, и осью  $Ox$ , совмещённой с дневной поверхностью и направленной вдоль линии задания данных. Модель среды конструируется в области  $S$ , лежащей в нижнем полупространстве. Для каждой точки  $(x, z)$  ставим в соответствие значения параметра плотности  $\sigma = \sigma(x, z)$ .

*Структурная двухмерная модель*. Для представления *структурной модели* каж-

дой точке  $x$  сопоставляется глубина залегания  $z = f_k(x)$  соответствующей границы  $k = 0, 1, \dots, N$ , лежащей в области  $S$ , ограниченной горизонтальной полосой  $\Pi$ . Каждый из пластов характеризуется своим неизменным по вертикали параметром плотности  $\sigma_k(x)$ .

*Аппроксимационные двухмерные модели*, являясь тоже разновидностью плотностных, представляют собой разбиение области  $S$  сеткой на ячейки  $S_j$  с плотностью  $\sigma_j$  так, что  $\cup S_j = S$ ;  $S_i \cap S_j = \emptyset$ ;  $j = 1, \dots, J$  конфигурация которых подбирается таким образом, чтобы изучаемый объект можно было ими хорошо приблизить.

Исходные данные в условиях недоопределённости задаются системой профилей  $\Gamma$ ,  $\Gamma = \{\Gamma_l\}$ ,  $l = 1, \dots, P$ ,  $l$  – геолого-геофизические разрезы. Систему координат рассматриваем с осью  $Oz$ , направленной вниз и плоскостью  $xOy$  – совмещённой с дневной поверхностью. Модель среды конструируется в области  $V$ , лежащей в нижнем полупространстве. Для всех разрезов имеются координаты начала и конца в общей системе координат.

*Плотностная объёмная модель*. Для представления модели данного вида каждой точке  $v = (x, y, z)$  пространства  $V$  сопоставляется значение параметра плотности  $\sigma = \sigma(v)$ .

*Структурная объёмная модель*. Каждой точке  $s = \{x, y\}$  пространства  $V$ , ограниченного полосой  $\Pi$ , сопоставляется глубина залегания  $z = f_k(s)$  границы  $k = 0, 1, \dots, N$ . Каждый из пластов характеризуется своим параметром плотности  $\sigma_k(s)$ , неизменным по вертикали в пределах каждого из пластов. Среди структурных моделей можно выделить:

- 1) модели, где плотность  $\sigma_k(s) = \sigma_k$  постоянна в пределах каждого из  $N + 1$  пластов;
- 2) модели, где плотность  $\sigma_{k,q}(s)$  может меняться не только в пределах  $k$ -го пласта, но и в пределах  $q$  блоков, находящихся в составе данного пласта.

Модель первого вида является идеализированной, поэтому наибольший интерес представляет модель, где  $\sigma_k(s) \neq \sigma_k$ , т.е. плотность пласта не является постоянной. В этом случае модель представляет собой следующее:

- границы, ограничивающие пласты, представляют собой однозначные функции пространственных координат  $z_k = f_k(s)$ ,  $k = 0, 1, \dots, N + 1$ ;
- плотность пласта, заключённого между  $k$ -й и  $k + 1$ -й границами, есть функция горизонтальных координат  $\sigma_{k+1} = \sigma_{k+1}(s)$ ,  $k = 0, 1, \dots, N$ ;
- нулевая граница есть горизонтальная пластина с глубиной  $f_0$  и плотностью пласта  $\sigma_0$ ;
- плотность среды ниже границы с номером  $N$  есть  $\sigma_{N+1}$ ;

• величины  $f_0, \sigma_{N+1}, \sigma_0$  считаются постоянными;

• объёмная модель  $\{\bar{f}, \Delta\bar{\sigma}\}$  имеет в качестве своего следа на поверхности  $\{l\}$  – проходящей через линию  $\Gamma_l$  нормально к дневной поверхности двумерную модель  $\{f, \Delta\bar{\sigma}\} \{l\}$ .

Для объёмной структурной модели введём краткое обозначение:

$$\{\bar{f}, \Delta\bar{\sigma}\}, \quad \bar{f} = \{f_0, f_1, \dots, f_N\},$$

$$\Delta\bar{\sigma} = \{\Delta\sigma_0, \Delta\sigma_1, \dots, \Delta\sigma_N\},$$

$$\Delta\sigma_k = \sigma_k - \sigma_{k+1}, \quad \sigma_0 = \sigma_{N+1} = 0,$$

где  $\Delta\sigma_k$  – контрастность  $k$ -го пласта.

Аппроксимационные объёмные модели представляют собой разбиение области  $V$  сеткой на подобласти  $V_j$  с плотностью  $\sigma_j$  так, что  $\cup V_j = V$ ;  $V_i \cap V_j = \emptyset$ ;  $j = 1, \dots, J$ .

Классические аппроксимационные модели характеризуются призматическим видом подобластей. Модели этого вида могут иметь в качестве аппроксимирующих тел также и другие тела: шар, пирамиду и др. Такие конструкции ориентированы на задачи типа рудных.

Иерархическая схема объёмных моделей среды, используемых гравиразведкой

и в дальнейшем обозначаемых  $x(v)$ , приведена на рис. 1.

В зависимости от вида модели среды модель явления, которая суть оператор прямой задачи  $A$ , может описывать плотностные и структурные задачи гравиразведки.

$$Ax = U. \quad (1)$$

Моделью поля в этих задачах можно считать значения вертикальной составляющей гравитационного потенциала в конечном числе точек. В случае двумерных задач это будет двумерный массив  $(x_0, u_z)$ , в случае трёхмерной – трёхмерный  $(x_0, y_0, u_z)$ . Под решением обратной задачи [1, 2, 8] понимают нахождение распределения источников  $x$  (плотность  $\sigma(v)$  либо конфигурация границ  $f(s)$ ) при введённых о них модельных представлениях по заданным наблюдаемому полю  $U$  и оператору прямой задачи  $A(x)$ .

Оператор прямой двумерной плотностной задачи гравиразведки. Вертикальная производная гравитационного потенциала  $u_z(x_0, z_0)$ , где точка  $(x_0)$  регистрируется на поверхности в  $E_+(z > 0)$  с уравнением  $z_0 = \psi(x_0)$ , задана следующим соотношением между  $u_z(x_0, z_0)$  и  $\sigma = \sigma(x, z)$ :

$$A(\sigma(x, z)) = u_z(x_0, z_0 = \psi(x_0)) = 2 \iint_s \frac{\gamma \sigma(z - \psi(x_0)) dx dz}{[(x - x_0)^2 + (z - \psi(x_0))^2]}, \quad (2)$$

где  $\gamma = 6,673 \cdot 10^{-5}$  (поле в миллигалах, расстояния в метрах, плотность в г/см<sup>3</sup>) – гравитационная постоянная.



Рис. 1. Иерархическая схема объёмных моделей среды



Оператор прямой двухмерной структурной задачи гравirazведки. Для структурной модели среды, где система границ  $\vec{f}(x) = \{f_i(x)\}$  имеет плотности  $\vec{\sigma}(x) = \{\sigma_i(x)\}$ , связь с вертикальной производной гравитационного поля  $u_z(x_0, z_0)$  определена соотношением

$$A(\vec{f}(x), \vec{\sigma}(x)) = u_z(x_0, z_0 = \psi(x_0)) = \sum_{i=0}^N \int \frac{\gamma \Delta \sigma_i(x) dx}{[(x-x_0)^2 + (f_i(x) - \psi(x_0))^2]^{1/2}}. \quad (3)$$

Оператор прямой трёхмерной плотностной задачи гравirazведки. Вертикальная производная гравитационного потен-

циала  $u_z(v_0)$ , где  $v_0 = (x_0, y_0, z_0)$  и точка  $(x_0, y_0) = s_0 \in E_0$  регистрируется на поверхности с уравнением  $z_0 = \psi(s_0)$ , задана следующим соотношением между  $u_z(v_0)$  и  $\sigma = \sigma(v)$ :

$$A(\sigma(v)) = u_z(s_0, z_0 = \psi(s_0)) = \iiint_V \frac{\gamma \sigma(v)(z - \psi(s_0)) dx dy dz}{[(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z - \psi(s_0))^2]^{3/2}}. \quad (4)$$

Оператор прямой трёхмерной структурной задачи гравirazведки. Для структурной модели среды для простоты плотность каждого пласта примем постоянной. Вертикальная производная гравитационного потенциала  $U_z(v_0)$ , в точке  $A(v_0)$ , вычисляется по формуле:

$$U_z(v_0) = A(\{\vec{f}, \vec{\sigma}\}) = \iiint_V \frac{\gamma \sigma(f(s) - z_0) dx dy dz}{[(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (f(s) - z_0)^2]^{3/2}}. \quad (5a)$$

Формула (5a) для объёмной структурной модели среды в случае, когда  $z_0 = \psi(s_0)$ :

$$U_z(s_0, z_0 = \psi(s_0)) = A(\{\vec{f}, \vec{\sigma}\}) = \iiint_V \frac{\gamma \sigma(f(s) - \psi(s_0)) dx dy dz}{[(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (f(s) - \psi(s_0))^2]^{3/2}}. \quad (5b)$$

Вычислив в (5b) интеграл по переменной  $z$  и представив результат в виде суммы по  $N+1$  границе, получаем

$$U_z(s_0, z_0 = \psi(s_0)) = A(\{\vec{f}, \Delta \vec{\sigma}\}) = \sum_{i=0}^N \iint_S \frac{\gamma \Delta \sigma_i(s) dx dy}{[(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (f_i(s) - \psi(s_0))^2]^{1/2}}. \quad (5c)$$



Рис. 2. Оператор объёмной прямой задачи гравirazведки для разных видов моделей среды



Оператор прямой трёхмерной задачи гравиразведки для аппроксимационной модели. Для каждого элемента  $V_j$  задаётся значение плотности  $\bar{\sigma}_j$ , а гравитационное поле рассчитывается по формуле

$$U_z(s_0, \bar{\sigma}) = \sum_{j=1}^J U_z^j(s_0, \bar{\sigma}_j),$$

где

$$A(\bar{\sigma}_j) = U_z^j(s_0, \bar{\sigma}_j) = \iiint_{V_j} \frac{\gamma \sigma_j(v)(z - \psi(s_0)) dx dy dz}{[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - \psi(s_0))^2]^{3/2}}. \quad (6)$$

Виды модели явления для прямой задачи гравиразведки можно представить в виде схемы (рис. 2).

Наиболее полной и общей моделью среды, используемой гравиразведкой и позволяющей описывать любые неоднородности, является модель функции плотности как функции пространственных координат, однако она обладает серьёзными недостатками. Объясняется это тем, что по гравиметрическим данным не может быть восстановлено распределение плотности в нижнем полупространстве. Поэтому для изучения строения осадочных бассейнов следует использовать модели структурного типа.

#### Список литературы

1. Аминов Л.З., Кобрунов А.И., Моисеев С.В., Мотрюк Е.Н., Шилова С.В., Мужикова А.В. Методика интегрированной интерпретации гравиметрических данных в условиях слабой изученности с целью построения объемных региональных плотностных моделей седиментационных бассейнов // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-востока России: материалы XIV геологического съезда Республики Коми. – Том IV. – Сыктывкар: Геопринт, 2004. – С. 79–81/
2. Кобрунов А.И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике (избранные главы) в 2-х частях. Ч.1 Функционально-аналитические основы // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11. – 78 с. Ч. 2 Системный анализ и моделирование в условиях неопределенности. – Ухта: УГТУ, 2014. – 154 с.
3. Кобрунов А.И. Скрытая эквивалентность и эффективность интерпретации гравиметрических данных // Изв. РАН сер Физика земли. – 2014. – № 2. – С. 53–62
4. Кобрунов А.И., Урбан А.В. О проблеме скрытой эквивалентности при реконструкции моделей геологических сред // Геофизика. – 2009. – № 3. – С. 41–48.
5. Кобрунов А.И. Математические основы теории интерпретации геофизических данных: учеб. пособие. – Ухта: УГТУ, 2007. – 286 с.: ил.
6. Маловичко А.К., Костицын В.И. Гравиразведка. – М.: 1992. – 357 с.
7. Мотрюк Е.Н. Разработка технологии и методики моделирования глубинного строения земной коры на основе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: материалы 38 сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. – С. 201–204.

8. Петровский А.П. Информационное обеспечение и модельные представления интегральной интерпретации геолого-геофизических данных при изучении нефтегазовых структур // Геофизический журнал. – 2004. – Т.5. – № 3. – С. 12–13.

#### References

1. Aminov L.Z., Kobrunov A.I., Moiseenkova S.V., Motryuk E.N., Shilova S.V., Muzhikova A.V. Metodika integrirovannoy interpretatsii gravimetricheskikh dannykh v usloviyakh slaboy izuchennosti s celju postroeniya ob'emnykh regionalnykh plotnostnykh modelej sedimentatsionnykh bassejnov // Geologiya i mineralnye resursy Evropejskogo Severo-vostoka Rossii: materialy XIV geologicheskogo s'ezda Respubliki Komi. Tom IV. Syktyvkar: Geoprint, 2004. pp. 79–81.
2. Kobrunov A.I. Matematicheskie metody modelirovaniya v prikladnoj geofizike (izbrannye glavy) v 2-h chastyah. Ch.1 Funkcionalno-analiticheskie osnovy // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovaniya. 2014. no. 11. 78 p. Ch. 2 Sistemnyj analiz i modelirovanie v usloviyakh neopredelennosti. Uhta: UGTU, 2014. 154 p.
3. Kobrunov A.I. Skrytaja jekvivalentnost i jeffektivnost interpretatsii gravimetricheskikh dannykh. /Izv. RAN ser Fizika zemli. 2014. no. 2. pp. 53–62
4. Kobrunov A.I., Urban A.V. O probleme skrytoj jekvivalentnosti pri rekonstrukcii modelej geologicheskikh sred // Geofizika. 2009. –no. 3. pp. 41–48.
5. Kobrunov A.I. Matematicheskie osnovy teorii interpretatsii geofizicheskikh dannyh: ucheb. posobie. Uhta: UGTU, 2007. 286 p.: il.
6. Malovichko A.K., Kosticyn V.I. Gravirazvedka. M.: 1992. 357 p.
7. Motryuk E.N. Razrabotka tehnologii i metodiki modelirovaniya glubinnogo stroeniya zemnoj kory na osnove kompleksnoj interpretatsii geologo-geofizicheskikh dannykh // Voprosy teorii i praktiki geologicheskoy interpretatsii geofizicheskikh polej: materialy 38 sessii Mezhdunarodnogo seminar im. D.G. Uspenskogo. Perm: GI UrO RAN, 2011. pp. 201–204.
8. Petrovskij A.P. Informacionnoe obespechenie i modelnye predstavleniya integralnoj interpretatsii geologo-geofizicheskikh dannykh pri izuchenii neftegazonosnykh struktur // Geofizicheskij zhurnal. 2004. T.5. no. 3. pp. 12–13.

#### Рецензенты:

Бурмистрова О.Н., д.т.н., заведующая кафедрой технологии и машин лесозаготовок, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;  
 Андронов И.Н., д.т.н., заведующий кафедрой сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.

УДК 656.113

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДТП

**Корчагин В.А., Ляпин С.А., Клявин В.Э., Ситников В.В.**

*ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет» Минобразования России,  
Липецк, e-mail: sitnikov.vitaly@gmail.com*

В работе рассматривается проблема низкой эффективности применяемых сегодня методов анализа информации о дорожно-транспортных происшествиях. Отмечается необходимость углубленного изучения информации о ДТП без пострадавших. Предлагается выделение ряда характеристик системы водитель – автомобиль – дорога – среда, наиболее пригодных для использования в анализе больших массивов данных, причем особое внимание предлагается уделить характеристике «Нарушение правил дорожного движения». Система ВАДС рассматривается не изолированно, а как подсистема социо-природо-экономической транспортной системы, что позволяет рассматривать проблему более глобально. Для более формализованного подхода к выработке эффективных методов анализа аварийности разработана модель управления СПЭС с подсистемой ВАДС на основе адаптированной модели управления сложными системами и процессами «ресурсы – действия – операции» (РДО). В качестве структурных признаков выбираются основные элементы подсистемы ВАДС.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, анализ аварийности, системный подход, характеристики ДТП

## IMPROVING TRAFFIC SAFETY BASED ON EMERGENCY ANALYSIS AND ROAD ACCIDENT EMULATION

**Korchagin V.A., Lyapin S.A., Klyavin V.E., Sitnikov V.V.**

*Lipetsk State Technical University, Lipetsk, e-mail: sitnikov.vitaly@gmail.com*

In case of ongoing growth of motorization in cities the modern problem of reducing the number of road accidents hasn't lost its importance. At the moment the process of road emergency analysis and development of measures to reduce the number of road accidents, which carried out by the Road Police departments, is not very effective. Road accident analysis is usually carried out in three stages: primary, dynamic and structural analysis. Structural analysis is significant in that it carried out to study the static characteristics of the system, to find its subsystems and relationships between them. It is possible to allocate such factors of the driver-road-vehicle-environment system, that on the one hand has a significant impact on the likelihood of an accident, and on the other – allow describing each case of accident in most abstract and informative way. Traffic violations are recommended to consider as the main of that factors. To explore the issue more globally, it is proposed to study the driver-road-vehicle-environment system as an element of socio-natural-economic transport system. To manage such a complex system, a model based on the approaches to the modeling of complex discrete systems and processes by the method of resources-action-operation is proposed. The elements of driver-road-vehicle-environment system choosed as basic system attributes. This model can be useful because it allows identifying the set of events in the system, identifying the factors, which parameters have the greatest influence on the formation of an accident.

**Keywords:** road accident, road emergency analysis, systems approach, road accident characteristics

В настоящее время многими учеными, как на Западе, так и в России в качестве фундаментального критерия экономического роста предлагается использовать устойчивость развития, под которой понимается состояние общества, при котором удовлетворение сегодняшних нормальных потребностей не уменьшает шансов будущих поколений на достойную жизнь. Несмотря на значительное количество научных работ в области обеспечения безопасности дорожного движения, в современных условиях постоянного и практически не контролируемого роста уровня автомобилизации городов вопросы снижения количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) не теряют своей актуальности.

### Анализ аварийности: общая характеристика

Процесс управления сложной динамической подсистемой требует постоянного мониторинга функционирования ее составных частей, анализа параметров ее характеристик, выработки управленческих решений, соответствующих вектору ее развития. Рассматривая подсистему ВАДС в данном контексте, можно констатировать, что процесс анализа аварийности и выработки мер по сокращению количества дорожно-транспортных происшествий, проводимый аналитическими службами подразделений ГИБДД, на сегодняшний момент является недостаточно эффективным. Одна из причин – отсутствие документов, регламентирующих общий порядок работ по анализу

аварийности, вследствие чего в каждом из Управлений ГИБДД по субъектам РФ разрабатываются свои методики анализа аварийности [5].

Среди основных недостатков используемых в аналитической работе методик можно выделить:

- малый объем аналитической составляющей (в большинстве случаев анализ аварийности заключается в расчете регламентированных показателей и коэффициентов);
- результаты анализа аварийности, как правило, не имеют конкретных выводов, либо итоговые предложения носят наиболее общий характер.

Очевидно, что в такой ситуации эффективность проводимого анализа низкая, а меры, принимаемые для профилактики аварийности, в большей степени основываются на опыте и профессионализме сотрудников Госавтоинспекции, то есть на экспертных оценках. Здесь стоит отметить, что при использовании метода экспертных оценок математический аппарат, как правило, является лишь вспомогательным инструментом, поэтому рассматриваемая проблема актуальна по двум причинам: во-первых – из-за постоянно растущего объема информации об аварийности, во-вторых – в информационных системах, использующихся на данный момент подразделениями ГИБДД всех уровней, отсутствует функционал по проведению аналитической обработки данных.

Управление ГИБДД по Липецкой области сообщает, что ежегодно в Липецке происходит более 1000 ДТП с пострадавшими и порядка 19 000 ДТП без пострадавших. Также исследования показали, что в 84% случаев места концентрации ДТП с пострадавшими и без пострадавших совпадают. Хотя количество ДТП с причинением материального ущерба в разы превосходит ДТП с пострадавшими и в большинстве случаев места концентрации аварий с пострадавшими и без таковых совпадают, на сегодняшний день информация о ДТП с причинением материального ущерба практически не используется для принятия мер по профилактике и предотвращению аварийности.

Рассмотрение каждого конкретного случая ДТП будет отнимать слишком много времени и ресурсов, поэтому целесообразнее абстрагироваться от конкретного ДТП и исследовать весь массив данных.

Анализ аварийности обычно проводится в три этапа: первичный, динамический и структурный анализ соответственно, и в общем случае анализ аварийности предполагает изучение абсолютных и относительных показателей [5].

Первичный анализ – обзор (констатация) количественных данных, позволяющий сделать обоснованные выводы об их значении за определенный период времени.

Динамический анализ – исследование изменений значений показателей во времени путем сопоставления. Динамический анализ аварийности заключается в определении изменений значений исследуемых показателей за конкретный временной период по сравнению с аналогичным периодом выбранного базового периода.

Структурный анализ в общем виде представляет собой установление причинно-следственной связи между определенным событием и причинами его наступления, между целым и его частями. При проведении структурного анализа аварийности исследуются основные показатели аварийности путем их детализации на составляющие показатели.

Необходимо отметить, что при анализе большого объема данных структурный анализ является наиболее информативным, так как позволяет изучать не только абсолютные и относительные показатели, но и возможную корреляцию между ними.

С точки зрения теории систем структурный анализ проводится с целью исследования статических характеристик системы путем выделения в ней подсистем и элементов различного уровня и определения отношений и связей между ними [6]. Объектами исследования структурного анализа являются различные варианты формируемых в процессе декомпозиции системы структур, позволяющие всесторонне оценить свойства системы.

Когда рассматривается подсистема ВАДС при анализе аварийности, возможно выделение факторов (элементов системы), с одной стороны, значительно влияющих на вероятность совершения ДТП, а с другой – позволяющих наиболее абстрактно и информативно описывать каждый случай возникновения ДТП. Таким образом, возможно внести некоторый уровень абстракции в изучаемые явления за счет использования системного подхода, а также рассматривать основные показатели аварийности, дифференцированные по различным регистрируемым факторам, имеющим свои характеристики.

Предлагается использовать следующие факторы подсистемы ВАДС, которые были выявлены в результате практической деятельности по сбору и анализу информации о дорожно-транспортных происшествиях: дата и время совершения ДТП; географические координаты места ДТП; адрес места ДТП (улица, номер дома или трасса и километр); уточнение места (улица, дворовая территория, местный проезд); вид

ДТП (столкновение, опрокидывание и т.д.); количество и типы транспортных средств, участвовавших в ДТП (с учетом виновных и пострадавших); квалификация водителя; вид дорожного покрытия; состояние проезжей части; состояние освещения; состояние погоды; нарушение ПДД водителем; типовая схема ДТП; скорость движения автомобиля; состояние водителя; состояние автомобиля.

При анализе аварийности главной особенностью является совокупность характеристик факторов подсистемы ВАДС, при которых произошло дорожно-транспортное происшествие. Причем в этой совокупности параметров можно выделить факторы, наиболее управляемые с точки зрения надзора ГИБДД. В качестве основного такого фактора рекомендуется выделить поведение участников дорожного движения, которое при совершении ДТП характеризуется нарушением правил дорожного движения.

В свою очередь, нарушения ПДД, находящиеся в прямой причинно-следственной связи с фактом совершения аварии, можно разделить на два вида: нарушения, достаточно редко встречающиеся в практике регистрации ДТП, но влекущие за собой серьезные последствия (ДТП с пострадавшими и погибшими); нарушения, происходящие намного чаще и имеющие менее серьезные последствия (ДТП с причинением материального ущерба).

В соответствии с приведенной классификацией должны различаться и методы аналитической обработки данных. Так, для нарушений, относящихся к первому виду, предлагается использовать методы статистического анализа при малом числе объектов наблюдения (по малым выборкам), причем задача будет сводиться к прогнозированию возникновения ДТП и локализации аварийно опасных участков.

Для нарушений второго вида применимы методы кластерного и факторного анализа, которые позволят выявлять очаги аварийности, факторы, оказывающие наибольшее влияние на факт совершения ДТП, а также зависимость этих факторов друг от друга.

#### **Объект исследования и системная целостность**

В Липецком техническом университете разработаны теоретические и методологические положения формирования системного эколого-экономического объекта исследования – открытых социо-природо-экономических систем (СПЭС) и теоретические подходы обеспечения сбалансированного взаимодействия автотранспортных систем и окружающей среды для обеспечения повышения эффективно-устойчивого

социально-экологического и экономического развития акционерных обществ, организаций, регионов и страны в целом [2, 3, 4].

Создание открытых транспортных систем (СПЭТС) является, на наш взгляд, одним из наиболее полезных объектов анализа. Соизмерение и согласование экономических и социоприродных потенциалов необходимо рассматривать как объект исследования. Предлагается рассматривать подсистему ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – СРЕДА (ВАДС) как элемент социо-природо-экономической системы (СПЭС), включающей в себя социальный, экологический и экономический компоненты и взаимодействующей с внутренней, внешней и окружающей средами.

Объект исследования всегда в своих взаимодействиях с внешней и окружающей средами проявляет принципиально новые, интегративные свойства, не присущие ни одному из его компонентов и появившиеся только в результате их непосредственного взаимодействия, то есть обладает целостными свойствами. Именно в приобретении этих новых целостных свойств каким-либо элементом системы состоит смысл объединения разрозненных компонентов в единое целое. Наличие целостных свойств позволяет отнести то или иное сложное явление к разряду системных объектов исследования. Под системным объектом с самоподдержанием понимаем любое явление, воспринимаемое относительно его связей с внешней и окружающей по отношению к нему средами как единое целое.

Необходимо обеспечить такое взаимодействие составных элементов и подсистем, при котором сохраняются свои источники саморазвития и которое вместе с тем позволяет оптимально и устойчиво функционировать всей социо-природо-экономической системе, как сложной открытой и саморазвивающейся, что соответствует современной науке на постнеклассическом этапе ее развития. Нужно высокое развитие каждого элемента системы и их адекватное соответствие друг другу. Только в этом случае мы сможем понять, как образуется целостность, не сводимая к простой сумме элементов.

Итак, система как целое не лишь простая сумма частей или элементов, а она формируется как их гармоничное и оптимальное взаимодействие, дающее новое надсистемное качество. Целостность выступает и как теория целого и как некоторое надсистемное образование нового качества при обеспечении надежности и безопасности работы системы. Целостность выступает и как основа частей, и как продукт их гармоничного взаимодействия.



Гармония представляет собой такой способ взаимодействия в системе, при котором отдельные части сохраняют свою специфику и автономность и не определяются полностью целым. Напротив, самое целое является результатом гармонического взаимодействия, а именно таким, при котором оно получает возможность оптимального развития.

Системы должны иметь структурную целостность, вернее структурно-функциональную, так как каждый структурный элемент создан для выполнения какой-то отдельной функции, но совокупность этих функций создает общую функцию.

Системная целостность – это когда для противодействия разрушающему действию внешней и окружающей сред подключается при необходимости не только страдающий элемент, но и подсистемы и даже вся система. При системной целостности весь объект должен быть обеспечен эффективным управлением.

В настоящее время производственные предприятия – это объекты, еще не сформированные полностью по системному принципу, не охваченные единым управлением, где элементы еще не в полном объеме трансформировались в элементы единого целого.

#### Моделирование подсистемы ВАДС

В работе предлагается использовать в качестве объекта управления СПЭС с включением подсистемы ВАДС (рисунк), на входе которой характеристики ресурсов, участвующих в формировании ДТП на выходе, – собственно само ДТП как событие, которое может быть

ИСТИННО или ЛОЖНО. Модель основана на подходах к моделированию сложных дискретных систем и процессов, протекающих в них по методу «ресурсы – действия – операции» (РДО), предложенного проф. В.В. Емельяновым [1]. Основное отличие предлагаемой модели в том, что алгоритм управления системой при возникновении в ней событий представляется не единственно возможным, а выбирается из пространства алгоритмов с осями: скорость движения автомобиля – опыт управления водителем – состояние водителя. Это позволяет более точно описать отклик системы, обозначить границы возможностей водителя по предотвращению ДТП. Важным развитием метода РДО является применение в рамках этого метода морфологического подхода.

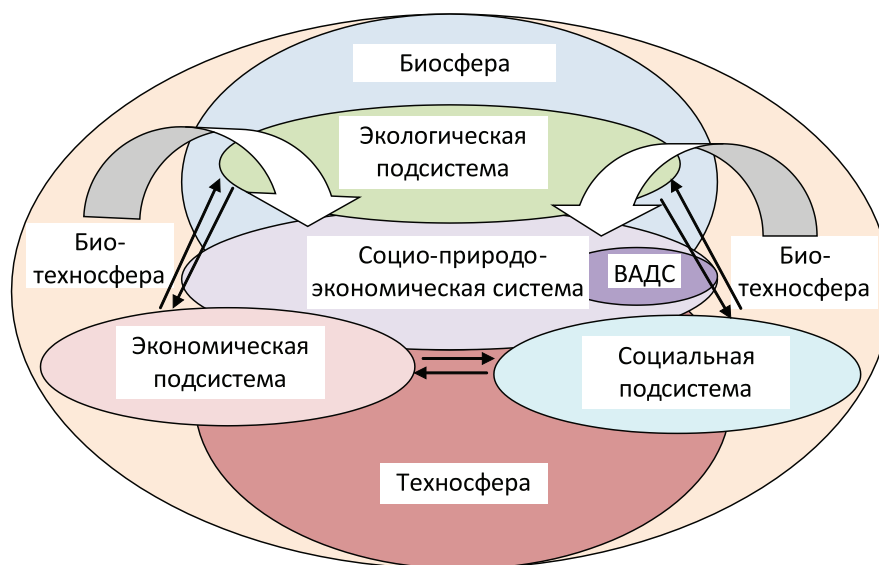
Используя морфологический подход, выделим в исследуемой системе несколько типичных для нее структурных (морфологических) признаков – осей морфологического «ящика». Предварительный анализ показал, что целесообразно использовать четыре морфологические «оси», отражающие основные элементы подсистемы ВАДС соответственно.

Ресурсы, образующие эту подсистему, при ДТП представляют множество

$$R = \{r_i; i = 1, \dots, 4\}, \quad (1)$$

где  $r_i$  –  $i$ -й ресурс системы ВАДС.

Для каждой морфологической оси можно указать факторы, способные повлиять на «формирование» ДТП в зависимости от их конкретных характеристик.



Концептуальная модель СПЭС с подсистемой ВАДС



Множество факторов разбивается на несколько непересекающихся подмножеств  $\Phi_k \subseteq \Phi$ ;  $k = 1, \dots, K$  таких, что

$$\Phi = \bigcup_k \Phi_k \text{ и } \bigcap_k \Phi_k = \emptyset. \quad (2)$$

Каждый из факторов описывается множеством параметров, формирующих его характеристику в данный момент времени.

Характеристики (показатели) факторов каждой «оси» обозначим  $\{S_{ij}\}$ ,  $i = \overline{1,4}$ ;  $j = 1, 2, \dots, M$ , где  $i$  – номер частного ресурса («оси»);  $j$  – номер фактора, входящего в данный частный ресурс. Часть параметров каждой из характеристик в процессе функционирования подсистемы ВАДС изменяется, другая – остается постоянной.

Характеристика  $S_i(t)$   $i$ -го ресурса в момент времени  $t$  достаточно полно описывается значениями ее параметров:

$$S_i(t) = \{s_{ij}(t); j = 1, \dots, M_i\}, \quad (3)$$

где  $s_{ij}(t)$  – значение  $j$ -го параметра  $i$ -го ресурса, а  $M_i$  – число параметров  $i$ -го ресурса. Тогда состояние системы ВАДС можно описать множеством характеристик всех рассматриваемых ресурсов на данный момент времени:

$$S(t) = \{S_i(t); i = 1, \dots, N\}. \quad (4)$$

Используемая концепция агрегирования переменных на основе морфологического принципа состоит в том, что показатели  $\{S_{ij}\}$  вдоль каждой  $i$ -й оси морфологического ящика свертываются аддитивно, а результаты свертки перемножаются между собой.

Морфологическая таблица делает поисковое поле более наглядным и позволяет обзирать и анализировать ранее не изученные сочетания вариантов. В итоге стохастическая связь обобщенного показателя  $S$  с вектором объясняющих переменных  $x$  будет сильнее, чем связь с  $x$  входящих в  $S$  частных критериев и образующих их аддитивных членов  $S_{ij}$ .

Характеристики ресурсов не только влияют на подсистему ВАДС, но и взаимодействуют друг с другом в соответствии с определенными закономерностями. Каждое такое действие связано с изменением состояния системы, которое будем называть событием. Множество наблюдаемых событий в модели фиксируется и ставится в соответствие множеству состояний характеристик ресурсов.

Регулярное событие формально будем представлять как некоторое изменение состояния системы, и описывать следующим образом:

$$C = (t_c, S_c^-, S_c^+), \quad (5)$$

где  $t_c$  – момент времени свершения события  $c$ ;  $S_c^-$  – состояние системы до события  $c$ ;  $S_c^+$  – состояние системы после события  $c$ .

Так как состояние дискретной системы изменяется только в моменты свершения событий, то оно остается неизменным между событием  $c_i$  и событием  $c_{i+1}$ , и, следовательно, имеет место равенство

$$S_{c_i}^+ = S_{c_{i+1}}^-. \quad (6)$$

Очевидно, что некоторое событие  $c$  формируют не все факторы, влияющие на систему, и его наступление характеризуется лишь локальным изменением состояния системы. Факторы, характеристики которых изменяются, при наступлении события  $c$  называют релевантными событию  $c$

$$\Phi_c = \{r_{ic} / S_i^-(t_c) \uparrow S_i^+(t_c)\}, \quad (7)$$

где  $r_{ic}$  –  $i$ -й фактор системы ВАДС, релевантный событию  $c$ .

Для нерегулярного события  $\tilde{c}$  характеристики подсистемы ВАДС до его начала  $S_c^-$  спрогнозировать затруднительно. Так как  $\tilde{c}$  происходит случайным образом, то оно описывается лишь временем возникновения и состоянием после нерегулярного события:

$$\tilde{c} = (t_c, S_c^+), \quad (8)$$

где  $t_c$  – время наступления нерегулярного события, а  $S_c^+$  – состояние системы после наступления нерегулярного события.

При совершении событий параметры, характеризующие факторы меняют свое значение. Изменение значений некоторых факторов может быть представлено как модель состояния, которая состоит из множества состояний и множества событий, переводящих систему из состояния в состояние.

Факторы одного ресурса обычно меняют свое состояние согласно одним и тем же правилам. Поэтому модель состояний является абстракцией поведения всех однотипных факторов подсистемы ВАДС и однозначно соответствует абстракции «Тип фактора».

### Заключение

Описанная в работе модель состояний, статичная по своей природе, не обеспечивает процесс имитации необходимыми знаниями, но она полезна на определенном этапе описания системы, так как позволяет уточнить разбиение факторов на типы, идентифицировать множество событий в системе, выделить факторы, параметры которых оказывают наибольшее влияние на формирование ДТП.

### Список литературы

1. Емельянов В.В. Теоретические основы и метод построения интеллектуальных моделей для принятия решений при оперативном управлении и моделировании СИМ: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.07. – МГТУ им. Н.Э. Баумана. – М., 1995. – 29 с.
2. Корчагин В.А., Ляпин С.А. Управление процессами перевозок в открытых социоприродоэкономических автотранспортных системах: монография. – Липецк: ЛГТУ, 2007. – 262 с.
3. Корчагин В.А., Ризаева Ю.Н. Ноосферологические подходы создания социоприродоэкономических транспортно-логистических систем // Автотранспортное предприятие – 2012. – № 1. – С. 45–48.
4. Корчагин В.А., Ризаева Ю.Н. Научно-обоснованное управление открытыми автотранспортными системами // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – С. 148–152.
5. Кузьмин О.Н., Бородин С.Г. Анализ аварийности в управлениях (отделах) Госавтоинспекции МВД, ГУ МВД, УМВД России по субъектам Российской Федерации. – М.: ФКУ НИЦ БДД МВД России, 2012. – 48 с.
6. Степанов И.С., Покровский Ю.Ю., Ломакин В.В., Ю.Г. Москалева. Влияние элементов системы водитель – автомобиль – дорога – среда на безопасность дорожного движения: учебное пособие – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 171 с.

### References

1. Emeljanov V.V. *Teoreticheskie osnovy i metod postroeniya intellektual'nykh modelej dlja prinjatija reshenij pri operativnom upravlenii i modelirovanii SIM*. : Avtoref. dis. dokt. tehn. nauk: 05.13.07 [The theoretical framework and method of constructing models for intelligent decision-making at the operational management and modeling CIM]. MG TU im. N.E. Bauman, Moscow, 1995, 29 p.
2. Korchagin V.A., Ljapin S.A. *Upravlenie processami perevozok v otkrytykh socioprirodoekonomicheskikh avtotrans-*

portnyh sistemah: monografiya. [Management of processes of transportations in open social-nature-economic motor transportation systems]. Lipeck, LGTU, 2007, 262 p.

3. Korchagin V.A., Rizaeva Ju.N. *Noosferologicheskije podhody sozdaniya socioprirodoekonomicheskikh transportno-logisticheskikh sisem* [Noosphere-logistical approaches of creating socio-nature-economic transport and logistics systems]. *Avtotransportnoe predpriyatje*, 2012, no. 1, pp. 45–48.

4. Korchagin V.A., Rizaeva Ju.N. *Nauchno-obosnovannoe upravlenie otkrytymi avtotransportnymi sistemam* [Science-based management of public transport systems]. *Fundamentalnye issledovanija*, 2012, no. 11, pp. 148–152.

5. Kuzmin O.N., Borodina S.G. *Analiz avarijnosti v upravlenijah (otdelah) Gosavtoinspekcii MVD, GU MVD, UMVD Rossii po subektam Rossijskoj Federacii* [Analysis of the accident in the department (division) of traffic police Internal Affairs, State Ministry of Interior, Ministry of Internal Affairs of Russia on states of the Russian Federation]. Moscow, FKU NIC BDD MVD Rossii, 2012, 48 p.

6. Stepanov I.S., Pokrovskij Ju.Ju., Lomakin V.V., Ju.G. Moskaleva. *Vlijanie jelementov sistemy voditel – avtomobil – doroga – sreda na bezopasnost dorozhnogo dvizhenija: Uchebnoe posobie* [Influence of elements of the driver – vehicle – road – environment system on the road safety]. Moscow, MG TU «MAMI», 2011, 171 p.

### Рецензенты:

Ли Р.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Транспортные средства и техносферная безопасность», Липецкий государственный технический университет, г. Липецк;

Шмырин А.М., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Высшая математика», Липецкий государственный технический университет, г. Липецк.

УДК 004.65

## ПРИМЕНЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГРАФОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ГЕТЕРОГЕННОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ УРОВНЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

<sup>1</sup>Лаврентьев К.А., <sup>2</sup>Пономарчук Ю.В., <sup>1</sup>Фалеева Е.В.

<sup>1</sup>Хабаровская государственная академия экономики и права, Хабаровск, e-mail: klavrentev@mail.ru;

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск,  
e-mail: yulia.ponomarchuk@gmail.com

В работе сформулированы и проанализированы некоторые проблемы разработки и дальнейшей эксплуатации распределенных баз данных, влияющие на возможность интеграции новых узлов в распределенную систему. Описаны методы решения проблем, предлагаемые в современной литературе, приведены их достоинства и недостатки. В работе предлагается информационная модель мультибазы данных с глобальной структурой на основе ориентированного графа для решения проблемы интеграции новых узлов в распределенную систему, а также средства ее разработки и визуализации с целью своевременной автоматизированной модификации и определения мер улучшения производительности. Сравнительный анализ библиотек обработки информации и ее представления в виде графа показал, что наиболее перспективной является свободно распространяемая библиотека Cytoscape Web, поддерживающая основные форматы обмена данными.

**Ключевые слова:** мультибаза данных, согласованность, оптимизация, интеграция, гетерогенность

## APPLICATION OF DIGRAPHS IN DESIGN OF A SCHEME FOR HETEROGENEOUS DISTRIBUTED DATABASE AT ENTERPRISE LEVEL

<sup>1</sup>Lavrentev K.A., <sup>2</sup>Ponomarchuk Y.V., <sup>1</sup>Faleeva E.V.

<sup>1</sup>Khabarovsk State Academy of Economics and Law, Khabarovsk, e-mail: klavrentev@mail.ru;

<sup>2</sup>Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, e-mail: yulia.ponomarchuk@gmail.com

The paper is devoted to the summary and analyze of some problems of distributed databases architecture development, which affect their ability to integrate new nodes in the information system. Common methods for solution of these problems, their advantages and disadvantages are described according to the contemporary published results. The paper presents an information model of a multidatabase with global structure, which is based on a directed graph, in order to solve the problem of new nodes' integration in the distributed system.

**Keywords:** multidatabase, consistency, optimization, integration, heterogeneity

В настоящее время сложно представить вид человеческой деятельности, который возможен без использования информационных технологий и автоматизации каких-либо операций. Особенно информационные технологии внедряются в область автоматизации различных бизнес-процессов в корпоративном секторе экономики, где для информационного обеспечения деятельности необходимо ежесекундно передавать десятки гигабайт информации по компьютерным сетям, объединяющим различные каналы связи, коммуникационные устройства и построенным на различных протоколах. Для поддержки интенсивного информационного обмена используются базы данных, распределенные по различным точкам земного шара. Бизнес, в том числе бизнес в сфере высоких технологий, наиболее заинтересован в быстром обмене информацией и низких издержках на её хранение и обработку.

При проектировании и реализации распределенной базы данных возникает множество проблем, связанных с согласованностью и контролем целостности. Целью

данной работы является исследование некоторых из них, а также способов их решения. В статье предложена модель организации распределенной базы данных, основанная на ориентированном графе.

### Проблемы проектирования распределенных гетерогенных баз данных

Распределенная система уровня предприятия состоит из множества локальных баз данных (БД) подразделений компании. Если все базы данных в ней работают под управлением одной системы управления базами данных (СУБД), то она называется гомогенной, но встречаются такие системы крайне редко. Связано это с тем, что в современных информационных системах чаще приходится строить распределенные БД на основе уже имеющихся унаследованных, т.е. «снизу вверх». При этом необходимо учитывать низкую степень интеграции хранящейся в них информации. Если распределенная система состоит из множества локальных баз под управлением различных

СУБД, то называется гетерогенной и является самым распространённым типом распределённой системы уровня предприятия.

При проектировании и администрировании гетерогенных распределённых систем возникают проблемы, связанные с контролем согласованности данных, проверкой ограничений целостности, выполнением запросов к различным узлам и интеграции новых узлов в систему. Профессор К. Дейт сформулировал 12 основных признаков, которым должна удовлетворять распределённая БД [1]. Среди них для данной работы особенно интересны следующие:

1. Локальная независимость: каждый узел должен полностью контролировать выполняемые им операции.

2. Отсутствие опоры на центральный узел: в распределённой системе не должно быть какого-либо центрального узла, который управлял бы, например, выполнением запросов, управлением транзакциями и т.д.

3. Независимость от физического расположения: пользователи не обязаны знать, где хранятся их данные. Информация может быть переписана с одного узла на другой без изменения работающих с ней приложений.

4. Независимость от типа СУБД: распределённая система должна поддерживать работу со всеми СУБД, которые есть в её составе.

Представленные ниже проблемы проектирования и реализации распределённой БД возникают именно в результате требований ее соответствия вышеупомянутым признакам.

Первая проблема, встречающаяся в гетерогенных распределённых системах – проблема контроля согласованности данных и осуществление проверки ограничений целостности. Распределённая система состоит из множества узлов, каждый из которых управляется различными СУБД. При выполнении операций вставки, обновления или удаления данных необходимо проверить ограничения целостности для изменяемой сущности БД и удостовериться, что данные после изменения сущности будут согласованы. Для иллюстрации приведем следующую ситуацию – пусть в распределённой системе имеются два узла: отдел приема товара и отдел гарантийного ремонта. Также имеются две сущности: документы «Заявка на ремонт» и «Паспорт ремонта», связанные между собой – на основании заявки на ремонт создается «Паспорт ремонта». Среди прочих атрибутов сущность «Заявка на ремонт» имеет атрибут «ФИО клиента» для идентификации владельца техники, находящейся в ремонте. Предположим, что в процессе работы на узле «Отдел приема товара» был удален определенный экземпляр сущности «Заявка на ремонт» и возникла ситуация,

в которой на узле «Паспорт ремонта» невозможно определить, кому принадлежит техника, находящаяся в ремонте. В результате возникает рассогласование данных на различных узлах распределённой системы.

Для решения данной проблемы обычно рекомендуют следующие методы:

1. Постоянная репликация данных в распределённой системе.

2. Использование распределённых транзакций и протокола двухфазной фиксации.

Преимущества и недостатки каждого метода будут рассмотрены ниже.

Во-вторых, в распределённых системах может встретиться проблема, связанная с выполнением запросов к различным узлам. Она заключается в том, что при построении запроса, по которому требуется получить информацию с нескольких узлов, необходимо знать схему фрагментации данных распределённой системы и отдельные СУБД, используемые узлами. Вторым аспектом проблемы является необходимость оптимизации распределённых запросов, поскольку их выполнение включает в себя обращение к удалённым узлам и пересылку данных между ними. Минимизация как числа таких обращений, так и объема пересылаемых данных может многократно уменьшить время выполнения запроса, включающее этап глобальной оптимизации, на котором разработчик определяет, какие данные и с какого узла на какой будут пересылаться, а также этап локальной оптимизации на каждом узле.

Важность оптимизации распределённого запроса может быть обоснована следующим примером. Предположим, что на узле А хранится таблица T1, содержащая 200 строк, на узле В – таблица T2, содержащая 300 строк, и запрос требует соединения этих таблиц. Очевидно, выгоднее переслать таблицу T1 на узел В и выполнить соединение на нем, а не наоборот.

Еще одной важной стороной данной проблемы является поддержка и выполнение распределённых транзакций, сложность реализации которых связана с тем, что каждый узел может иметь свою СУБД. Поэтому при построении транзакции узел, который ее создает, может не «знать» структуру узла-получателя, т.е. в этом случае разработчики вынуждены решать проблему контроля согласованности данных в распределённых системах.

Для решения проблемы выполнения запросов и поддержки распределённых транзакций применяют следующие методы:

- 1) создание мультибаз данных;
- 2) протокол двухфазной фиксации транзакций.



Прежде чем рассмотреть основные черты каждого метода, стоит описать третью проблему, которая состоит в интеграции новых узлов в систему. Изучение методов ее решения и является целью данной работы. Проблема состоит в том, что при добавлении нового узла необходимо проверить схему данных и сами данные на согласованность с уже имеющейся в системе информацией. Кроме того, интеграция узла требует участия технического специалиста (администратора БД) и, чем больше фрагментирована система, тем больше времени придется затратить на интеграцию нового узла. При этом временные затраты ведут за собой довольно ощутимые финансовые издержки для компании. Для решения проблемы интеграции новых узлов, а вернее, с целью сокращения временных затрат на интеграцию, распределенную систему создают по принципу мультибаз данных.

Существует несколько типов мультибаз данных.

- Мультибазы данных с глобальной схемой: система мультибаз является распределённой и служит внешним интерфейсом для доступа ко множеству локальных СУБД либо структурируется как глобальный уровень над локальными СУБД.

- Федеративные базы данных: в отличие от мультибаз не располагают глобальной схемой, к которой обращаются все приложения. Вместо этого поддерживается локальная схема импорта-экспорта данных. На каждом узле поддерживается частичная глобальная схема, описывающая информацию от тех удалённых источников, данные с которых необходимы для функционирования.

- Мультибазы с общим языком доступа – распределённые среды управления с технологией «клиент – сервер».

Таким образом, мультибаза данных – это распределенная система, в которой тем или иным образом хранится схема данных для работы распределенных запросов и транзакций. С одной стороны, их построение решает проблему интеграции новых узлов. Все, что нужно сделать при интеграции, – это обновить схему данных (глобальную

или локальные, в зависимости от используемого типа мультибазы). С другой стороны, специалисту (администратору БД) необходимо потратить много времени на обновление глобальной схемы данных. В дальнейшем необходимо следить за каждым узлом БД и при изменении на нем схемы данных оперативно менять глобальную схему.

### **Модель гетерогенной распределенной базы данных, построенная на основе ориентированного графа**

Для решения сформулированных выше проблем предлагается использовать модель мультибазы данных с глобальной схемой, при этом глобальная схема представлена ориентированным графом. В предлагаемой модели организации распределенной системы ориентированный граф будет состоять из следующих элементов:

- акторы – начальные вершины ориентированного графа. С точки зрения информационной модели – сущности;

- узлы-реципиенты – конечные вершины ориентированного графа. С точки зрения информационной модели – узлы распределенной базы данных;

- ребра – дуги графа, соединяющие акторов с узлами-реципиентами. Весом ребра будем считать количество экземпляров сущности на узле распределенной системы.

Узлы-реципиенты связаны между собой направленными дугами. При этом направление определяет характер взаимодействия узлов (начальная вершина владеет сущностями, на основании которых формируют информацию сущности на конечной вершине), вес дуги показывает количество взаимодействующих сущностей.

Схема данных абстрактной распределенной системы, представленная ориентированным графом, показана на рис. 1. Согласно описанию представленной модели, на нем можно выделить акторов – сущности предметной области, на рисунке они представлены кругами без заливки. Также можно выделить узлы-реципиенты – узлы распределенной системы, на рисунке они представлены кругами с заливкой.

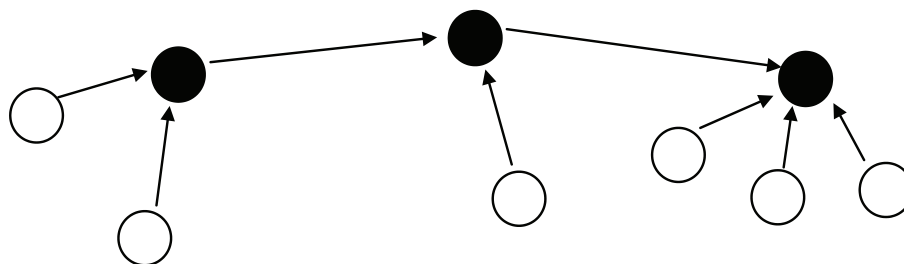


Рис. 1. Схема данных абстрактной распределенной системы



Предлагаемая модель организации схемы распределенной БД обладает рядом преимуществ по сравнению с обычными мультибазами данных с глобальной схемой. У последних есть один серьезный недостаток – схема данных для своего построения требует участия технического специалиста и при ее изменении на каком-либо узле необходимо вручную перестраивать глобальную схему. При построении распределенной СУБД с использованием предлагаемого в данной работе метода система управления сама в автоматизированном режиме будет дополнять глобальную схему данных и перестраивать её в случае изменений на каком-либо узле.

Кроме того, использование предлагаемой организации распределенной системы позволит решить проблему оптимизации распределенных запросов в части определения узла, на котором следует проводить объединение результатов. Такая возможность достигается за счет того, что дуги графа имеют вес, отражающий число экземпляров сущности на данном узле. Эта информация позволяет еще до начала выполнения запроса, при построении его плана сразу определить, где лучше проводить объединение результатов.

Еще одним немаловажным достоинством предлагаемой модели является возможность визуализации глобальной схемы данных, тогда как мультибазы с глобальной схемой не позволяют представить схему в графическом виде. Такая возможность является удобным средством анализа структуры распределенной системы потому, что человеку гораздо проще воспринимать графическую информацию. При использовании визуализации администратор БД может сократить время анализа состояния системы, провести первичный анализ состояния распределенной системы и выявить недостатки или возможности оптимизации.

В предлагаемой модели можно выделить также ряд недостатков: сложность построения распределенных СУБД, работающих с графами для глобальной схемы данных, а также необходимость построения еще одного программного уровня в архитектуре распределенной системы для реализации графовой модели организации.

#### Анализ практического применения

Представив описание предлагаемого метода, рассмотрим пример разработки модели распределенной системы на основе оргграфа. Модель будет построена для распределенной БД вуза, который, допустим, состоит из одного основного учебного подразделения и нескольких филиалов.

На первом этапе построения графовой модели распределенной системы необходимо описать существующую распределенную БД. Для этого сначала выделим узлы распределенной системы и затем распределим сущности БД по узлам.

На основании описания организационной структуры вуза можно выделить узлы распределенной системы: основное учебное подразделение и филиал.

Далее необходимо распределить сущности информационной системы по узлам. Для этого сведем сущности в таблицу. Результат анализа представлен в табл. 1, из данных которой видно, что некоторые сущности повторяются в узлах, следовательно, имеет место фрагментация данных. При добавлении в систему нового филиала администратору необходимо знать, какие сущности фрагментируются. Для того, чтобы ответить на поставленный вопрос, у администратора должна быть полная схема БД, причем актуальная в любой момент времени, или же модель в виде графа, спроектированная по предложенному авторами методу.

**Таблица 1**  
Сущности, распределенные по узлам

| Узел                           | Сущность                  |
|--------------------------------|---------------------------|
| Основное учебное подразделение | Студенты                  |
|                                | Преподаватели             |
|                                | Экзаменационные ведомости |
|                                | Дисциплины                |
|                                | Студенческие группы       |
|                                | Данные о сотрудниках      |
|                                | Бухгалтерские отчеты      |
| Филиал                         | Студенты                  |
|                                | Преподаватели             |
|                                | Экзаменационные ведомости |
|                                | Дисциплины                |
|                                | Студенческие группы       |

Для визуализации схемы БД в виде графа авторы предлагают использовать JavaScript-библиотеку (JS-библиотеку). Выбор JavaScript для визуализации графа связан с тем, что этот язык сценариев выполняется в браузере пользователя, а значит, на любой платформе, которая обладает виртуальной java-машиной. Существует множество JavaScript-библиотек для визуализации графов. В результате выполнения сравнительного анализа выявлены 3 распространенные: D3.js, Cytoscape Web и Arbor.js.

Следующим этапом построения модели распределенной БД на основе графа является сравнительный анализ JSt-библиотек

и выбор наиболее подходящей для решаемой задачи, с целью проведения которого авторами были взяты следующие критерии:

1. Поддержка ориентированных графов.
2. Визуализация мощности связей – возможность библиотеки каким-либо образом выделять мощность связи (чаще используется изменение толщины связи).
3. Поддержка распространенных форматов обмена данными, среди которых выбраны JSON и XML. Необходимость их поддержки связана с тем, что информация для построения графа будет приходить с сервера БД.

Для проведения сравнительного анализа сведем выделенные библиотеки и критерии в таблицу. Для оценки пригодности библиотеки по каждому из критериев будем использовать количественную шкалу. Если библиотека поддерживает реализацию критерия, то ставим 1 балл, если нет – 0 баллов. В результате проведен подсчет баллов и выявлена наиболее подходящая библиотека. Результат сравнительного анализа представлен в табл. 2.

Таким образом, в результате сравнительного анализа можно заключить, что наиболее подходящей для визуализации модели распределенной БД на основе графа является js-библиотека Cytoscape Web, разработанная с использованием стандарта HTML5, что позволяет ей обеспечить кроссплатформенность. Она предоставляет

разработчику API-функции для управления расположением вершин в графе, задания направления дуг, установки весов и т.д., обеспечивает работу со следующими форматами обмена данными: JSON, GraphML, XGMML. Поддержка специального формата для графовых структур (GraphML) позволяет экспортировать данные в профессиональные пакеты анализа графов.

Заключительным этапом построения графовой модели является построение графа БД (с использованием данных, приведенных в табл. 1) и его визуализация с применением библиотеки Cytoscape Web. При этом для построения и визуализации графа необходимо создать матрицу смежности вершин и массив весов связей.

Матрица смежности вершин графа  $G$  с конечным числом вершин  $n$  (пронумерованных числами от 1 до  $n$ ) – это квадратная матрица  $A$  размера  $n$ , в которой значение элемента  $a_{ij}$  равно числу рёбер из  $i$ -й вершины графа в  $j$ -ю. В матрице смежности каждый элемент может быть равен либо 0, либо 1. Массив весов связей – массив  $n$ -элементов, который задает вес каждого ребра в графе. Согласно описанию представленной модели, вес связи – это количество экземпляров сущности в узле распределенной системы.

Результат визуализации модели схемы распределенной БД на основе графа представлен на рис. 2.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа JS-библиотек

| Библиотека \ Критерий                              | D3.js | Cytoscape Web | Arbor.js |
|----------------------------------------------------|-------|---------------|----------|
| Поддержка ориентированных графов                   | 0     | 1             | 1        |
| Визуализация мощности связей                       | 1     | 1             | 0        |
| Поддержка распространенных форматов обмена данными | 0     | 1             | 1        |
| Итого                                              | 1     | 3             | 2        |

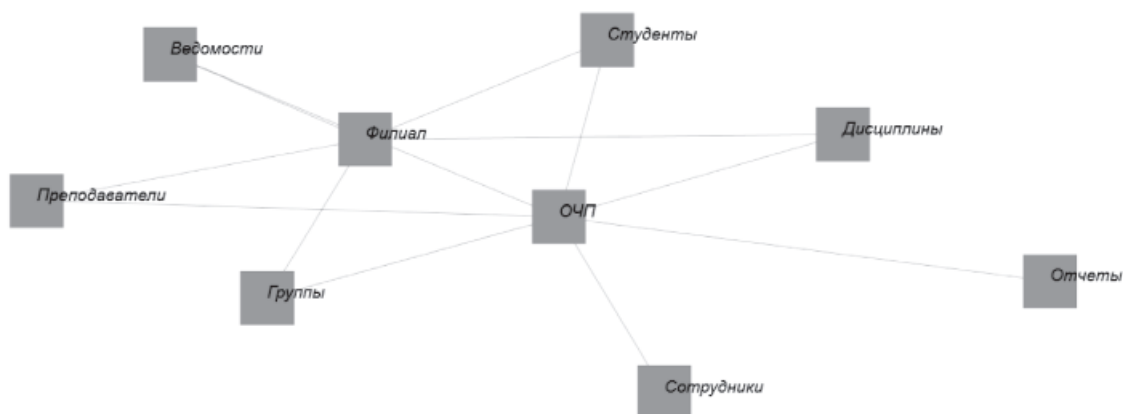


Рис. 2. Визуализация схемы распределённой базы данных

На рис. 2 можно выделить следующие объекты:

- акторы – сущности предметной области, перечисленные в табл. 1, – объекты, которые хранят в себе информацию в распределенной БД. На рисунке представлены узлами: сотрудники, дисциплины, ведомости, отчеты, преподаватели, студенты, группы;
- реципиенты – узлы распределенной БД. Представлены узлами: ОЧП, филиал;
- связи между узлами – дуги графа. Согласно описанию модели отражают связь между сущностями и узлами-реципиентами.

### Заключение

Проблемы контроля согласованности и целостности данных в распределенных системах, а также проблема оптимизации распределенных запросов имеют важное значение для улучшения производительности работы распределенной системы и сокращения временных затрат технического специалиста на ее обслуживание. В данной работе описаны проблемы, которые существуют в гетерогенных распределенных системах и предложена модель организации глобальной схемы мультибазы данных в виде ориентированного графа. Также представлены достоинства и недостатки предложенного метода.

В дальнейшем планируется разработка программного обеспечения для работы с предлагаемой моделью и его тестирование на различных распределенных системах.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-07-00615.*

### Список литературы

1. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных: пер. с англ. – 8-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1072 с.: ил.
2. Мокрозуб В.Г. Графовые структуры и реляционные базы данных в автоматизированных интеллектуальных информационных системах. – М.: ООО Издательский дом «Спектр», 2011. – 108 с.

3. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++. Алгоритмы на графах: пер. с англ. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002. – 496 с.

4. Лаврентьев К., Рябухин С. Применение ориентированных графов на примере исследования инновационной активности правительства Хабаровского края. Хабаровск // Студенческая весна – 2010: материалы XL научной конференции – конкурса научных докладов. – 2010. – С. 46–52.

5. Лаврентьев К.А., Смагин С.И., Пономарчук Ю.В. Проблема интеграции новых баз данных в распределенную информационную систему предприятия // Высокие технологии, исследования, финансы, промышленность: сборник статей Восемнадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике». 4–5 декабря 2014 года, Санкт-Петербург, Россия / науч. ред. А.П. Кудинов, И.А. Кудинов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 200 с.

### References

1. Dejt K.Dzh. Vvedenie v sistemy baz dannyh: per. s angl. 8-e izd. M.: Izdatelskij dom «Viljams», 2003. 1072 p.: il.
2. Mokrozub V.G. Grafovyje struktury i reljacionnye bazy dannyh v avtomatizirovannyh intellektualnyh informacionnyh sistemah. M.: ООО Izdatel'skij dom «Spektr», 2011. 108 p.
3. Sedzhvik R. Fundamentalnye algoritmy na C++. Algoritmy na grafah: per. s angl. SPb.: ООО «DiaSoftJuP», 2002. 496 p.
4. Lavrentev K., Rjabuhin S. Primenenie orientirovannyh grafov na primere issledovaniya innovacionnoj aktivnosti pravitelstva Habarovskogo kraja. Habarovsk // Studencheskaja vesna 2010: materialy XL nauchnoj konferencii konkursa nauchnyh dokladov. 2010. pp. 46–52.
5. Lavrentev K.A., Smagin S.I., Ponomarchuk Ju.V. Problema integracii novyh baz dannyh v raspredelennuju informacionnuju sistemu predpriyatija // Vysokie tehnologii, issledovaniya, finansy, promyshlennost: sbornik statej Vosemnadcatoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Fundamentalnye i prikladnye issledovaniya, razrabotka i primenenie vysokih tehnologij v promyshlennosti i jekonomike». 4–5 dekabrja 2014 goda, Sankt-Peterburg, Rossija / nauch. red. A.P. Kudinov, I.A. Kudinov. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2014. 200 p.

### Рецензенты:

Графский О.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Вычислительная техника и компьютерная графика», Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск;

Ахтямов М.Х., д.б.н., профессор, директор Естественного научного института, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск.

УДК 621.838.2

# **АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ ФРИКЦИОННЫХ ЭПИЦИКЛИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ С ЗСТК С ДИАМЕТРАМИ РАЗНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРИ ВЕДУЩЕМ НАРУЖНОМ КОЛЬЦЕ**

<sup>1</sup>Мерко М.А., <sup>1</sup>Меснянкин М.В., <sup>1</sup>Кайзер Ю.Ф., <sup>1</sup>Мерко И.С., <sup>1</sup>Колотов А.В.,  
<sup>1</sup>Лысянников А.В., <sup>1</sup>Лысянникова Н.Н., <sup>1</sup>Литвинов П.С., <sup>2</sup>Кузнецов А.В.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,  
e-mail: m.merko@mail.ru, mesmark@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск,  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Проведен анализ состояния рассматриваемой проблемы. Приводится решение задачи по определению предельных частот вращения звеньев фрикционных эпициклических механизмов с замкнутой системой тел качения с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце для любого вида симметричной структурной схемы с учетом обоих направлений ввода поправки в расчет номинальных величин геометрических параметров. Составлена расчетная модель, получены формулы для расчета предельных частот вращения звеньев и скоростных параметров механизмов данного вида, а также установлены диапазон возможных значений предельных частот вращения и характер их изменения в зависимости от направления ввода поправки. Результаты позволяют формировать привода технологического оборудования на базе фрикционных эпициклических механизмов с замкнутой системой тел качения, обладающих требуемыми свойствами. Разработан программный комплекс «Эксцентрик», зарегистрированный в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности России (РОСПАТЕНТ), позволяющий повысить эффективность как научных исследований, так и конструкторских разработок.

**Ключевые слова:** замкнутая система тел качения, механизм с замкнутой системой тел качения, тела качения, сепаратор, дорожка качения, скорости скольжения, предельная частота вращения

# **THE ANALYSIS OF THE LIMITING FREQUENCIES OF ROTATION OF THE LINKS FRICTIONAL EPICYCLIC MECHANISMS WITH A CLOSED SYSTEM OF ROLLING ELEMENTS WITH DIAMETERS OF DIFFERENT SIZES, LEADING ON THE OUTER RING**

<sup>1</sup>Merko M.A., <sup>1</sup>Mesnyankin M.V., <sup>1</sup>Kayser Y.F., <sup>1</sup>Merko I.S., <sup>1</sup>Kolotov A.V.,  
<sup>1</sup>Lysyannikov A.V., <sup>1</sup>Lysyannikova N.N., <sup>1</sup>Litvinov P.S., <sup>2</sup>Kuznetsov A.V.

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: m.merko@mail.ru, mesmark@yandex.ru;

<sup>2</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

The analysis of the problem. Provides a solution to the problem is to determine the ultimate rotating speed links frictional epicyclic mechanisms with a closed system of rolling elements with diameters of different sizes, at leading outer ring for any kind of symmetrical structural diagram taking into account both directions of entering of amendments in the calculation of the nominal values of geometrical parameters. Compiled calculation model, the formula for calculating the limit frequency of rotation speed of the rings and speed parameters of mechanisms of this type, and also installed a range of possible values of the marginal frequencies of rotation speed and the nature of their changes depending on the direction input of the amendment. The results will allow to form the drive of technological equipment on the basis of a frictional epicyclic mechanisms with a closed system of rolling elements having the desired properties. The developed program complex «Eccentric» registered in the Register of the computer programs of the Federal Service for Intellectual Property of Russia (Rospatent) for increase efficiency as the research, engineering developments.

**Keywords:** rolling body closed system, mechanism with rolling body closed system, rolling body, cage, raceway, sliding speed, limiting frequencies of rotation

Механизмы с замкнутой системой тел качения (ЗСТК) являются техническими объектами, обладающими простой структурой, образованной минимально возможным числом подвижных звеньев и кинематических пар. Структура механизмов данного вида образована совокупностью двух колец с дорожками качения, замкнутой системой тел качения и сепаратором (водило). Тела качения могут обладать гладкими рабочи-

ми поверхностями (фрикционные) [1, 2–10] или поверхностями с выступами (зубчатые). Коллектив авторов проводит исследования геометрических, кинематических и силовых параметров приводов технологического оборудования, разработанных на базе эпициклических механизмов с ЗСТК с диаметрами разной (эксцентриковые) [1, 4, 7, 8, 10] или равной (соосные) [2, 3, 5, 6, 9] величины. В ходе исследований авторами



установлено: задача определения номинальных величин геометрических параметров механизмов с ЗСТК должна решаться при начальных условиях, что исходные параметры являются постоянными величинами больше нуля при наличии или отсутствии зазора между телами качения [1, 4, 6]. Дальнейшие исследования показали, что для решения задачи по определению номинальных величин геометрических параметров при данных условиях необходим ввод поправки в расчет, считая один из исходных параметров величиной переменной. Вариация значений радиуса тел качения и зазора не позволяет достичь требуемого результата. В этом случае получаем, что решение задачи имеет два возможных направления ввода поправки: либо по радиусу дорожки качения наружного кольца, либо по радиусу дорожки качения внутреннего кольца.

Механизмы с ЗСТК с гладкими рабочими поверхностями относятся к разновидностям фрикционных эпициклических механизмов, что указывает на наличие скольжения в зонах контакта тел качения с дорожками качения обоих колец. Для обеспечения работоспособности механизмов данного вида необходимо знать предельные частоты вращения их звеньев. Превышение предельных частот вращения звеньев приводит к росту скоростей скольжения, а также потере энергии, что существенно сокращает расчетный ресурс работы фрикционных эпициклических механизмов. На предельные частоты вращения оказывают влияние множество конструктивно-эксплуатационных параметров, вид ведущего звена, тип смазки и способ охлаждения. Это означает, что для увеличения окружных скоростей движения необходимо обеспечить повышение предельных частот вращения звеньев, что возможно только в том случае, если фрикционные эпи-

циклические механизмы с ЗСТК работают в условиях жидкостного трения.

**Настоящее исследование проводится с целью** разработки алгоритма определения предельных частот вращения звеньев фрикционных эпициклических механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце для любого вида симметричной структурной схемы и обоих направлений ввода поправки в расчет номинальных величин геометрических параметров. Это дает возможность выполнить анализ влияния направления ввода поправки на величины предельных частот вращения звеньев механизмов данного вида. Полученные результаты позволят формировать привода технологического оборудования на базе фрикционных эпициклических механизмов с ЗСТК, обладающих требуемыми свойствами.

**Методы исследования,** применяемые в настоящей работе, основаны на принципах кинематического анализа фрикционных эпициклических механизмов при использовании положений геометрии и тригонометрии.

Рассмотрим определение предельных частот вращения звеньев механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце для обоих направлений ввода поправки в расчет номинальных величин геометрических параметров. Для этого составим расчетную модель (рис. 1) и примем следующие обозначения: ДК<sub>в</sub>, ДК<sub>н</sub> – дорожки качения внутреннего и наружного колец;  $R_B$ ,  $R_H$ ,  $O_B$  и  $O_H$  – радиусы и геометрические центры дорожек качения внутреннего и наружного колец;  $e$  – эксцентриситет;  $C$  – сепаратор (води́ло);  $c$  – зазор между телами качения;  $r_0$ ,  $r_1$ ,  $r_i$  – радиусы тел качения;  $X_H O_H Y_H$  – неподвижная система координат, жестко связанная с центром вращения наружного кольца.

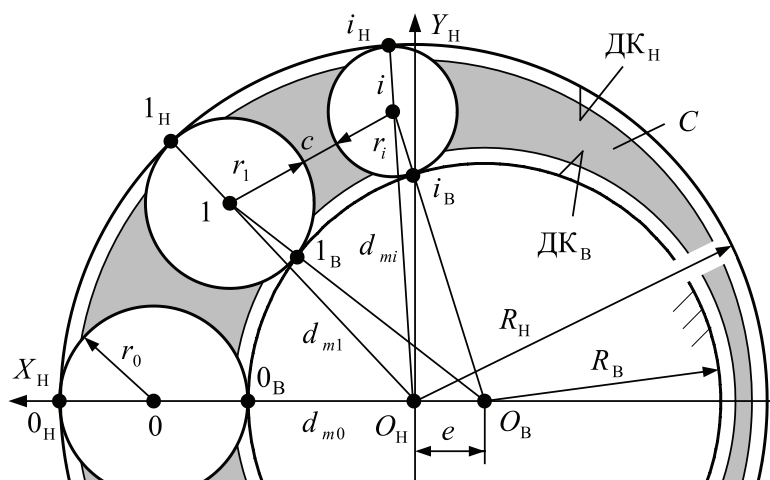


Рис. 1. Расчетная модель механизма с замкнутой системой тел качения



Анализ расчетной модели (рис. 1) показывает, что механизмы с ЗСТК с диаметрами разной величины разработаны на базе механизмов-прототипов, содержащих в своей структуре замкнутую систему тел качения с диаметрами равной величины, представителями которых могут являться подшипники качения. Для механических объектов данного вида потери на трение и износ изменяются в соответствии с линейно-возрастающими законами в зависимости от окружной скорости движения звеньев. В этом случае оценка предельных частот вращения звеньев механизмов рассматриваемого вида также может быть выполнена при помощи скоростного параметра  $[d_m \cdot n]$ . Значения скоростных параметров для основных типов подшипников, воспринимаемых как механизмы качения, в зависимости от вида смазочного материала регламентированы положениями ГОСТ 20918-75.

В результате получаем, что для механизмов с ЗСТК в соответствии с работой [11] предельная частота вращения рассчитывается по формуле

$$n_{\text{пр}} = \frac{[d_m \cdot n] \cdot k_r \cdot k_c \cdot k_d}{d_m}, \quad (1)$$

где  $[d_m \cdot n]$  – скоростной параметр механизма качения;  $k_r$  – коэффициент, учитывающий влияние габаритных размеров механизма качения на его предельную быстроходность;  $k_c$  – коэффициент, учитывающий влияние соотношения размеров «живого сечения» механизма качения на его быстроходность;  $k_d$  – коэффициент долговечности, учитывающий влияние воспринимаемой механизмом качения нагрузки на быстроходность, исходя из величины номинальной

долговечности;  $d_m$  – геометрический параметр механизма качения.

Анализ формулы (1) показывает, что если основные типы подшипников качения рассматривать в качестве фрикционных эпициклических механизмов, то механизмы данного вида являются разновидностью соосных механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины. В этом случае геометрический параметр соответствует постоянной величине, т.е.  $d_m = \text{const}$ . Однако в силу особенностей геометрии механизмов рассматриваемого вида диаметры тел качения замкнутой системы имеют разные величины [1, 9]. Это означает, что геометрический параметр является величиной переменной, т.е.  $d_m = d_{mi} \neq \text{const}$ , на значения которого оказывают влияние вид симметричной структурной схемы и тип ведущего звена. Следовательно, для механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце скоростной параметр определяется по выражению

$$d_{mi} = R_H - r_i. \quad (2)$$

По формулам (1) и (2) выполняем расчет предельных частот вращения звеньев механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины для всех видов симметричных структурных схем с учетом обоих направлений ввода поправки в расчет номинальных величин геометрических параметров. При вычислениях в качестве исходных данных принимаем:  $R_H = 100$  мм,  $R_B = 50$  мм,  $e = 6$  мм,  $c = 6$  мм, номинальная долговечность механизма  $L_n = 20000$  часов, тип смазки жидкостный, следовательно, скоростной параметр и коэффициенты формулы (1) имеют значения:  $[d_m \cdot n] = 4 \cdot 10^5$  мм·мин<sup>-1</sup>,  $k_r = 0,98$ ;  $k_c = 0,8$  и  $k_d = 0,97$ . С целью

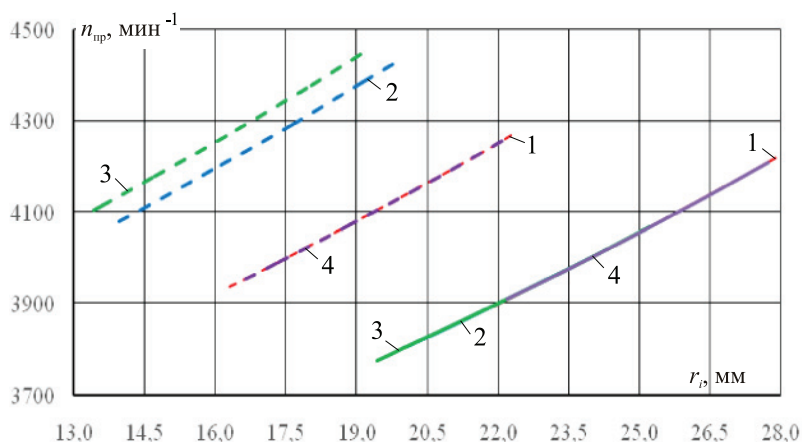


Рис. 2. Диаграмма предельных частот вращения звеньев механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце и вводе поправки в расчет по радиусу дорожки качения: внутреннего и наружного колец

повышения эффективности процесса вычислений авторами разработано программное обеспечение в виде программного комплекса «Эксцентрик», зарегистрированного в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности Российской Федерации (РОСПАТЕНТ № 2012614197). По результатам вычислений выполняем синтез диаграммы предельных частот вращения звеньев механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце (рис. 2).

Анализ диаграммы (рис. 2) показывает, что направление ввода поправки в расчет номинальных величин геометрических параметров не оказывает влияния на тип кривых предельных частот вращения звеньев механизмов с ЗСТК. Увеличение величин радиусов тел качения вызывает рост значений предельной частоты вращения для любого вида симметричной структурной схемы для обоих направлений ввода поправки. Ввод поправки по радиусу дорожки качения наружного кольца приводит к росту предельных частот вращения звеньев для кривых 2 и 3, что соответствует наличию на горизонтальной оси симметрии только максимального или минимального тел качения. При этом же направлении ввода поправки кривые 1 и 4 принимают практически идентичные значения, что соответствует как наличию на горизонтальной оси симметрии механизмов с ЗСТК максимального и минимального тел качения, так и их отсутствию.

Ввод поправки в расчет номинальных величин геометрических параметров по радиусу дорожки качения внутреннего кольца приводит к изменению предельных частот вращения звеньев механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины (рис. 2) в более широком диапазоне при снижении их значений. Максимальные величины данных параметров при этих же условиях наблюдаются для кривых 1 и 4. Кривые 1 и 4 имеют схожие значения, что также имеет место и для кривых 2 и 3. Это объясняется наличием тел качения с радиусами большей величины по сравнению с направлением ввода поправки по радиусу дорожки качения внутреннего кольца, позволяющему получить максимально возможные предельные частоты вращения звеньев для принятых условий. Ввод поправки в расчет по радиусу дорожки качения наружного кольца позволяет получить максимально возможные значения предельной частоты вращения для кривых 2 и 3. В то же время для этих же кривых 2 (схема 2) и 3 (схема 3) при вводе поправки в расчет по радиусу дорожки качения внутреннего кольца имеют место минимальные значения предельных частот вращения.

## Заключение

Получены формулы для расчета предельных частот вращения звеньев и скоростных параметров для любого вида симметричной структурной схемы механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины, а также установлены диапазон возможных значений предельных частот вращения и характер их изменения в зависимости от направления ввода поправки. В результате исследований установлено, что выбор предельных частот вращения для механизмов рассматриваемого вида необходимо выполнять по телу качения с максимальным радиусом, входящего в их структуру. Это позволяет формировать привода технологического оборудования на базе фрикционных эпициклических механизмов с ЗСТК, обладающих требуемыми свойствами.

## Список литературы

1. Мерко М.А. Кинематические и геометрические характеристики эксцентрикового механизма качения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.02. – Красноярск, 2002. – 26 с.
2. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Кайзер Ю.Ф., Колотов А.В., Митяев А.Е., Лысянников А.В., Кузнецов А.В. Передаточные отношения планетарных механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины при ведущем внутреннем кольце и вводе поправки по радиусу дорожки качения этого же звена // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: [www.science-education.ru/115-12219](http://www.science-education.ru/115-12219).
3. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Формирование областей существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины с сепаратором (водило) при вводе поправки по дорожке качения внутреннего кольца // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 4. – С. 54–58.
4. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В., Кайзер Ю.Ф., Лысянников А.В. Корректировка расчета геометрических параметров механизмов с ЗСТК по радиусу дорожки качения внутреннего кольца // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – URL: [www.science-education.ru/113-11778](http://www.science-education.ru/113-11778).
5. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Описание математической модели механизма-прототипа ЭМК с сепаратором (водило) при ведущем внутреннем кольце // Молодой ученый. – 2013. – № 3. – С. 71–75.
6. Меснянкин А.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Определение границ областей существования механизмов-прототипов ЭМК при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2012. – № 12. – С. 138–141.
7. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Результаты решения задачи о положениях звеньев ЭМК при ведущем внутреннем кольце // Вестник Таджикского технического университета. – 2013. – № 1. – С. 35–41.
8. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Скорости скольжения точек контакта звеньев механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины при ведущем наружном кольце и вводе поправки по радиусу дорожки качения этого же звена // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. URL: [www.science-education.ru/116-12979](http://www.science-education.ru/116-12979).
9. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Условия симметрии механизмов с замкнутой системой тел качения // Вестник Таджикского технического университета. – 2013. – № 3. – С. 29–34.

10. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е., Белякова С.А. Определение границ областей существования механизма-прототипа ЭМК без сепаратора при вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 3. – № 1. – С. 33–38.

11. Спицын Н.А. Расчёт и выбор подшипников качения: справочник. – М.: Машиностроение, 1974. – 56 с.

### References

1. Merko M.A. Kinematicheskie i geometricheskie harakteristiki jekscentrikovogo mehanizma kachenija: avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.02.02. Krasnojarsk, 2002. 26 p.

2. Merko M.A., Mesnjankin M.V., Kajzer Ju.F., Kolotov A.V., Mitjaev A.E., Lysjannikov A.V., Kuznecov A.V. Peredatochnye otnoshenija planetarnyh mehanizmov s ZSTK s diametrami ravnoj velichiny pri vedushhem vnutrennem kolce i vvode popravki po radiusu dorozhki kachenija jetogo zhe zvena // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 1; URL: [www.science-education.ru/115-12219](http://www.science-education.ru/115-12219).

3. Merko M.A., Mesnjankin M.V., Kolotov A.V. Formirovanie oblastej sushhestvovaniya mehanizma s ZSTK s diametrami ravnoj velichiny s separatorom (vodilo) pri vvode popravki po dorozhke kachenija vnutrennego kolca // Aktualnye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2013. no. 4. pp. 54–58.

4. Merko M.A., Mesnjankin M.V., Kolotov A.V., Kajzer Ju.F., Lysjannikov A.V. Korrektirovka rascheta geometricheskih parametrov mehanizmov s ZSTK po radiusu dorozhki kachenija vnutrennego kolca // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 6. URL: [www.science-education.ru/113-11778](http://www.science-education.ru/113-11778).

5. Merko M.A., Mesnjankin M.V., Mitjaev A.E. Opisaniye matematicheskoy modeli mehanizma-prototipa JeMK s separatorom (vodilo) pri vedushhem vnutrennem kolce // Molodoj uchenyj. 2013. no. 3. pp. 71–75.

6. Mesnjankin A. V., Merko M. A., Kolotov A. V., Mitjaev A. E. Opredelenie granic oblastej sushhestvovaniya mehanizmov-prototipov JeMK pri vvode popravki v raschet po

dorozhke kachenija vnutrennego kolca // Vestnik KrasGAU. Krasnojarsk, 2012. no. 12. pp. 138–141.

7. Mesnjankin M.V., Merko M.A., Kolotov A.V., Mitjaev A.E. Rezultaty reshenija zadachi o polozhenijah zvenev JeMK pri vedushhem vnutrennem kolce // Vestnik Tadzhijskogo tehnikeskogo universiteta. 2013. no. 1. pp. 35–41.

8. Mesnjankin M.V., Merko M.A., Kolotov A.V., Mitjaev A.E. Skorosti skolzhenija toček kontakta zvenev mehanizmov s ZSTK s diametrami raznoj velichiny pri vedushhem naruzhnom kolce i vvode popravki po radiusu dorozhki kachenija jetogo zhe zvena // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 2. m URL: [www.science-education.ru/116-12979](http://www.science-education.ru/116-12979).

9. Mesnjankin M. V., Merko M. A., Kolotov A. V., Mitjaev A.E. Uslovija simmetrii mehanizmov s zamknutoj sistemoj tel kachenija // Vestnik Tadzhijskogo tehnikeskogo universiteta. 2013. no. 3. pp. 29–34.

10. Mesnjankin M.V., Merko M.A., Kolotov A.V., Mitjaev A.E., Beljakova S.A. Opredelenie granic oblastej sushhestvovaniya mehanizma-prototipa JeMK bez separatora pri vvode popravki po dorozhke kachenija naruzhnogo kolca // Sbornik nauchnyh trudov Sworld po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2013. T. 3. no. 1. S. 33–38.

11. Spicyn N.A. Raschjot i vybor podshipnikov kachenija: spravochnik. M.: Mashinostroenie, 1974. 56 p.

### Рецензенты:

Ченцов С.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой СААУП, Институт космических и информационных технологий, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;

Носков М.В., д.ф.-м.н., профессор, профессор-наставник, руководитель НУЛ методики электронного обучения кафедры ПМиКБ, Институт космических и информационных технологий, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск.

## ОГРАНИЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА, ПЕРЕМЕЩАЕМОГО МОСТОВЫМИ КРАНАМИ

<sup>1</sup>Мещеряков В.Н., <sup>2</sup>Колмыков В.В., <sup>2</sup>Мигунов Д.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»,  
Липецк, e-mail: mesherek@stu.lipetsk.ru;

<sup>2</sup>ОАО «НЛМК», Липецк, e-mail: kolmykov\_vv@mail.ru, dmitrymigunov@yahoo.com

В статье проведен краткий обзор зарубежных систем управления мостовыми кранами с функцией подавления колебаний груза. Предложена система управления электроприводами механизмов перемещения мостовых кранов с автоматической системой ограничения раскачивания груза. Ограничение колебаний происходит за счет ввода в систему управления корректирующего сигнала, полученного по математической модели «точка подвеса – груз», с учетом веса поднимаемого груза и длины подвеса. Расчет веса груза и длины подвеса осуществляется косвенными методами на основании характеристик электропривода механизма подъема. Разработан способ расчета коэффициента коррекции, вводимого в систему управления приводами. Для графического представления результатов работы системы управления мостового крана было произведено цифровое моделирование в приложении Simulink пакета программ Matlab.

**Ключевые слова:** мостовые краны, система гашения колебаний, математическая модель «точка подвеса – груз», коэффициент коррекции

## RESTRICTION OF CARGO SWINGING FOR BRIDGE CRANES

<sup>1</sup>Mescheryakov V.N., <sup>2</sup>Kolmykov V.V., <sup>2</sup>Migunov D.V.

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Lipetsk State Technical University», Lipetsk, e-mail: mesherek@stu.lipetsk.ru;

<sup>2</sup>OAO «NLMK», Lipetsk, e-mail: kolmykov\_vv@mail.ru, dmitrymigunov@yahoo.com

The article presents brief overview of international control systems with the function of cargo swinging restriction for bridge cranes. The automatic electric drive control system of bridge cranes mechanisms with the function of cargo swinging restriction is proposed. The restriction of fluctuations is realized by the input correction signal of control system which is calculated in the mathematical model «suspension center – cargo» allowed for the data of cargo weight and suspension length. The data of cargo weight and suspension length is calculated by indirect methods based on the electric drive lifting mechanism characteristics. The calculation method of the correction factor, which is entered into the electric drives control system, is developed. The graphical representation of the control system bridge crane operation was produced by digital simulation using Simulink application of Matlab software package.

**Keywords:** bridge crane, damping system, mathematical model «suspension center – cargo», correction factor

Среди механизмов, участвующих в процессе производства промышленной продукции, огромная роль отводится подъемно-транспортным машинам. На промышленных предприятиях наиболее распространенным и универсальным подъемно-транспортным устройством является мостовой кран (рис. 1). Стальная конструкция моста крана 1 опирается на ходовые тележки и с помощью механизма передвижения 3 может перемещаться по подкрановым путям 2, укрепленным над обслуживаемой площадкой на стационарных опорах. Вдоль моста крана проложены рельсы, по которым перемещается тележка 4 с установленными на ней механизмом передвижения и подъемной лебедкой, осуществляющей подъем и спуск грузов [1].

При переходных процессах пуска и торможения приводов передвижения, когда точка подвеса груза движется с ускорением, возникает раскачивание груза относительно

своего положения равновесия. Груз и подвес образуют маятник с подвижной точкой подвеса, которая закреплена на тележке мостового крана. Под действием усилия, приложенного к точке подвеса от приводов передвижения, транспортируемый груз совершает колебания в плоскости движения механизма. Амплитуда и период колебаний груза зависят от изменения длины подвеса груза и веса транспортируемого груза.

Порядка 20% времени полного цикла перегрузочных операций затрачивается на ожидание завершения колебаний груза. Кроме того, раскачивание груза приводит к увеличению динамической нагрузки на привод и металлическую конструкцию крана [3].

В настоящее время на российском рынке присутствует большое количество систем подавления колебаний зарубежных фирм. Одной из систем, позволяющей осуществлять высокоточное, быстрое и плавное передвижение груза с полным отсут-



ствием раскачивания, является система автоматического регулирования колебаний SIMOCRANE Sway Control System фирмы SIEMENS, использующая для ограничения раскачивания груза сигнал с камеры, регистрирующей положение перемещаемого

ном процессе пуска и торможения. Для этого в систему управления приводов тележки и моста вводится корректирующий сигнал, пропорциональный величине отклонения груза от положения равновесия в соответствующей плоскости движения (моста,

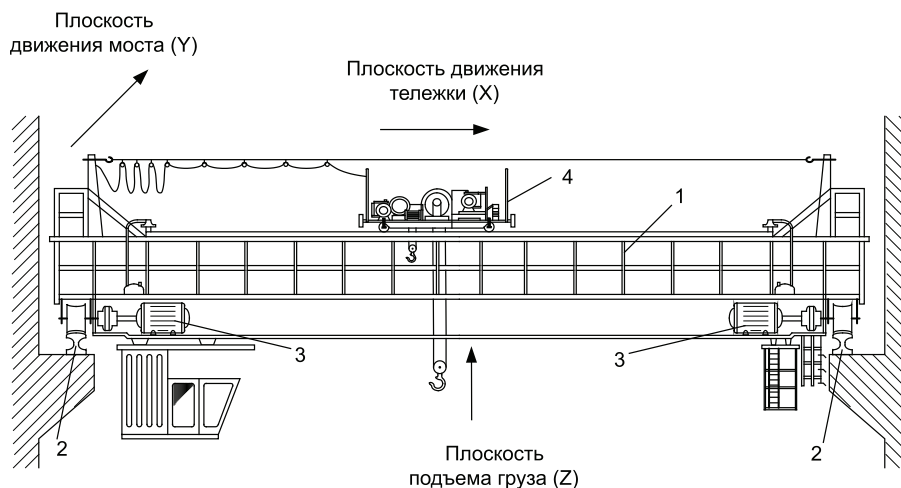


Рис. 1. Схема конструкции мостового крана

груза [7]. Другая система подавления колебаний от фирмы Schneider Electric – крановая карта, предотвращает колебания груза без применения дополнительных датчиков [5]. Использование этих систем позволяет в значительной мере ограничить раскачивание груза, однако существует ряд недостатков, препятствующих внедрению подобных систем на отечественных промышленных предприятиях. Во-первых, это высокая стоимость оборудования и программного обеспечения. Во-вторых, применение сложного датчика отклонения груза ухудшает надежность системы (при работе в запылённых закрытых помещениях). Кроме того, наладку и обслуживание достаточно сложных систем управления должен производить обученный и квалифицированный персонал.

Таким образом, разработка автоматической системы эффективного гашения колебаний транспортируемого груза в подъемно-транспортных механизмах, не уступающей по своим характеристикам зарубежным аналогам, является весьма актуальной задачей.

Решение задачи минимизации колебаний груза, транспортируемого мостовым краном, заключается в формировании такого закона управления электроприводами моста и тележки, чтобы после достижения заданной скорости колебания груза были минимальными и, по возможности, ограничивалась амплитуда колебаний в переход-

тележки). Сигнал рассчитывается на основе математической модели системы «точка подвеса – груз» [6]:

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} + \frac{K_{св}}{m_r} \frac{dx_0}{dt} + \left(1 + \frac{m_r}{m_t}\right) \frac{g}{l_p} x_0 = a_r;$$

$$\frac{d^2 y_0}{dt^2} + \frac{K_{св}}{m_r} \frac{dy_0}{dt} + \left(1 + \frac{m_r}{(m_m + m_t)}\right) \frac{g}{l_p} y_0 = a_m,$$

где  $K_{св}$  – сила сопротивления воздуха;  $x_0, y_0$  – отклонение груза от положения равновесия в плоскости движения тележки и моста;  $m_r$  – масса груза и тележки соответственно;  $m_t$  – масса груза и тележки соответственно;  $a_r, a_m$  – ускорения двигателя тележки и моста;  $l_p$  – длина подвеса.

На рис. 3 приведена структурная схема электромеханической системы мостового крана с включенной в систему управления моделью системы «точка подвеса – груз». На основании вычисленных величин ускорения моста  $a_m$  и тележки  $a_r$  (сигнал с задатчика интенсивности), а также измеренных с помощью датчиков длины подвеса  $l_p$  и массы груза  $m_r$  строится математическая модель системы «точка подвеса – груз», по которой вырабатываются корректирующие сигналы для привода передвижения моста  $U_{кор.м}$  и привода передвижения тележки  $U_{кор.т}$ .

В начальный момент пуска точка подвеса груза разгоняется с постоянным ускорением, определяемым величиной уставки за-





На рис. 2 представлена функциональная схема автоматической системы ограничения колебаний груза в двух плоскостях. Корректирующий сигнал необходимо вычесть из сигнала задания на скорость механизмов передвижения тележки и моста.

Формирование корректирующих сигналов целесообразно выполнять на базе контроллера, обладающего достаточным быстродействием и имеющим шину связи с микропроцессорной системой управления преобразователя или при наличии возможности реализовать на микроконтроллере

преобразователя частоты. Расчет веса груза и длины подвеса осуществляется косвенными методами на основании функциональных зависимостей тока статора от веса поднимаемого груза и скорости подъема груза (корректировку рассчитываемого значения длины подвеса можно производить при срабатывании ограничителя высоты подъема крюковой подвески). При использовании предложенной системы отпадает необходимость в использовании дорогостоящих датчиков отклонения груза и специализированных плат.

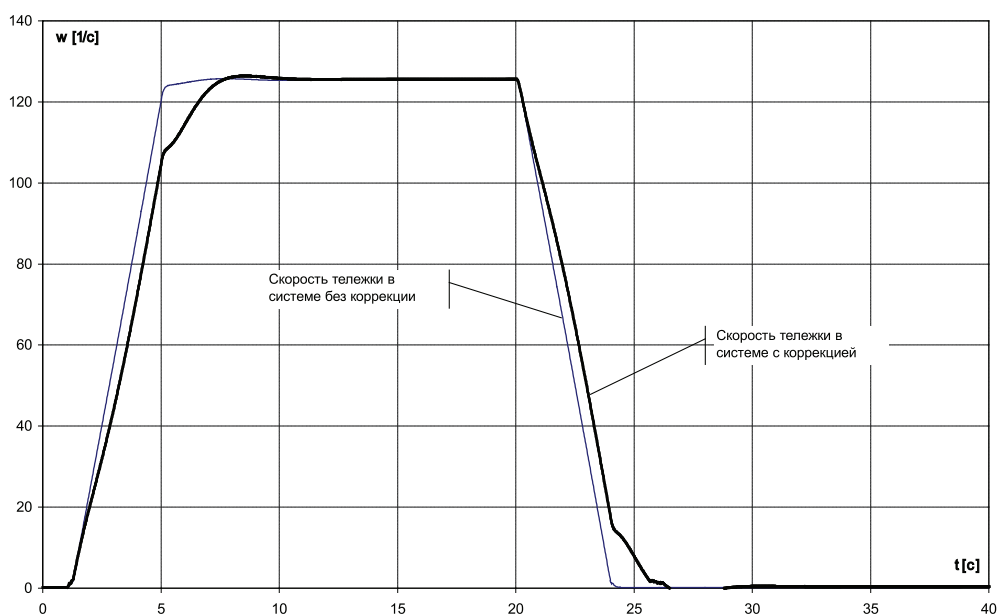


Рис. 3. Переходные процессы в системе с коррекцией и без коррекции

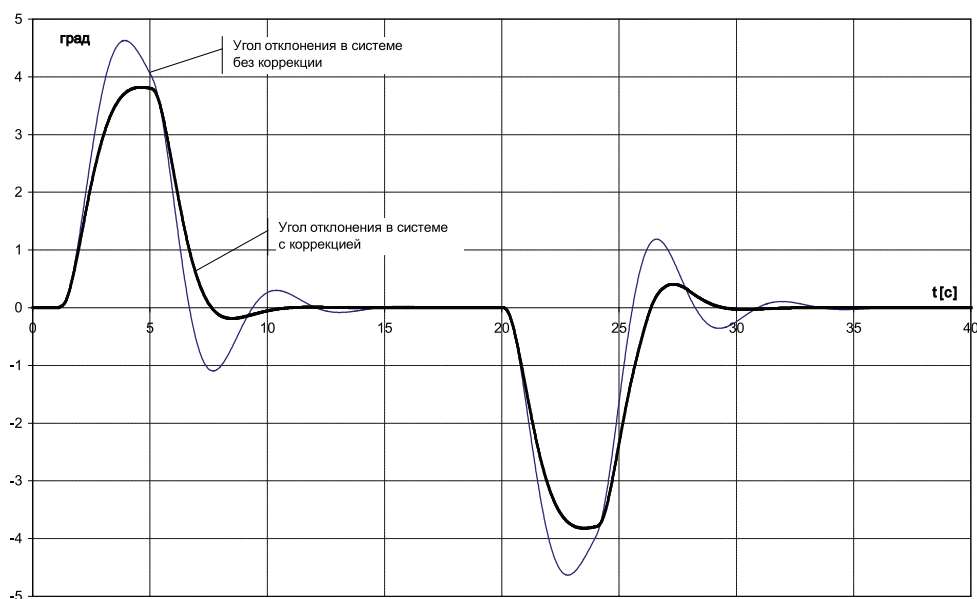


Рис. 4. Угол отклонения груза в плоскости движения тележки в системе с коррекцией и без коррекции

Для предлагаемой системы регулирования в приложении Simulink пакета программ Matlab было произведено цифровое моделирование. На рис. 3 и 4 представлены графики скоростей и отклонения груза от положения равновесия в плоскости движения тележки в системе с использованием коррекции и в системе без коррекции. Масса груза – 20000 кг, длина подвеса – 10 м, режим работы – пуск до номинальной скорости и торможение до останова.

Согласно результатам моделирования можно сделать вывод, что разработанная система отлично справляется с функцией ограничения раскачивания груза. Введение корректирующего сигнала позволяет уменьшить амплитуду колебаний и обеспечивает быстрое гашение колебаний после достижения приводом заданной скорости.

#### Список литературы

1. Александров М.П., Гохберг М.М., Ковин А.А. и др. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1988. – С. 559.
2. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.1 Линейные системы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с.
3. Мещеряков В.Н. Динамика электромеханических систем подъемно-транспортных механизмов с асинхронным электроприводом: монография. – Липецк: ЛГТУ, 2002. – 120 с.
4. Мещеряков В.Н., Мещерякова О.В. Модель векторного управления асинхронного двигателя и структурно-топологический анализ модели // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2014. – № 3. – С. 19–22.
5. Руководство по эксплуатации Altivar 71 V.2. – Schneider Electric, 2008. – 48 с.
6. Щедринов А.В., Колмыков В.В., Сериков С.А. Автоматическая система ограничения раскачивания груза // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – № 2. – С. 3–8.
7. SIMOCRANE sway control systems (2015), [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://w3.siemens.com/mcms/mc-solutions/en/mechanical-engineering/cranesolutions/simocrane/sway-control-system/pages/sway-control-systems-simocrane.aspx> (дата обращения: 06.05.2015).

#### Referens

1. Aleksandrov M.P., Gohberg M.M., Kovin A.A. i dr. Spravochnik po kranam: V 2 t. T. 2. Harakteristiki i konstruktivnye shemy kranov. Kranovye mehanizmy, ih detali i uzly. Tehnicheskaja jekspluatacija kranov. L.: Mashinostroenie. Leningradskoe otделение, 1988, 559 p.
2. Kim D.P. Teorija avtomaticheskogo upravlenija. T.1 Linejnye sistemy. – M.: FIZMATLIT, 2003, 288 p.
3. Meshherjakov V.N. Dinamika jelektromehaničeskikh sistem pod'emno-transportnyh mehanizmov s asinhronnym jelektroprivodom [Tekst]: Monografija. Lipeck. LGTU, 2002, 120 p.
4. Meshherjakov V.N., Meshherjakova O. V. Vesti vysshih uchebnyh zavedenij Chernozem'ja. 2014. no. 3. pp 19–22.
5. Operating manual Altivar 71 V.2. Schneider Electric, 2008. 48 p.
6. Shchedrinov A.V., Kolmykov V.V., Serikov S.A. Avtomatizacija i sovremennye tehnologii, 2010, no. 2, pp. 3–8.
7. SIMOCRANE sway control systems (2015), Available at: <http://w3.siemens.com/mcms/mc-solutions/en/mechanical-engineering/crane-solutions/simocrane/sway-control-system/pages/sway-control-systems-simocrane.aspx> (accessed 6 May 2015).

#### Рецензенты:

Сараев П.В., д.т.н., профессор, декан факультета автоматизации и информатики, Липецкий государственный технический университет, г. Липецк;

Кудинов Ю.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой информатики, Липецкий государственный технический университет, г. Липецк.

УДК 691.311 – 419

## ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСА В РФ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В.**

*НОУ ДПО «Центральный институт повышения квалификации Госкорпорации «Росатом», Санкт-Петербургский филиал, Санкт-Петербург, e-mail: MescheryakovJG@rosatom-cipk.spb.ru*

Статья посвящена проблеме переработки отходов химической промышленности, фосфогипса (ФГ), образующегося на Северо-Западе РФ. Рассматриваются условия хранения ФГ в накопителях и их влияние на состав и свойства отхода как промышленного сырья. Установлено, что длительное хранение в накопителе не оказывает отрицательного влияния на состав и свойства ФГ. Показано, что накопители промышленных предприятий являются источниками загрязнения окружающей среды, в том числе бассейнов рек Невы и Волги, а также Ладожского озера. На основании лабораторных и опытно-промышленных исследований показано, что ФГ может быть использован в качестве сырья при производстве строительных материалов и изделий – гипсовых вяжущих веществ, строительных изделий, портландцемента, а также в качестве наполнителя в пластмассах и бумаге. Рассматривается опыт промышленной переработки ФГ Ассоциацией «Волховгипс». Предложены мероприятия на законодательном уровне, которые будут способствовать переработке ФГ.

**Ключевые слова:** накопитель, минеральные удобрения, промышленная переработка, фосфогипс, фосфополугидрат

## PROBLEMS OF INDUSTRIAL PHOSPHOGYPSUM PROCESSING IN RUSSIA, STATE AND PROSPECTS

**Mescheryakov Y.G., Fedorov S.V.**

*ROSATOM-CICE&T, St. Petersburg branch, St. Petersburg, e-mail: MescheryakovJG@rosatom-cipk.spb.ru*

The article deals with the chemical industry waste and phosphogypsum (PG) management on the north-west region of Russia. The conditions of FG storage in special bins and their effect on the content and properties of waste (as a raw material for industrial applications) are considered. It was found that long-term storage in the storage bin does not generate a negative impact on the content and properties of the FG. It is shown that the industry storage bin are sources of pollution of environment, including Neva and Volga river basin and Ladoga lake. Based on laboratory and experimental-industrial studies it is shown that PG can be used as raw material during construction materials and products manufacture – gypsum binders compounds, construction products, portland cement, as well as a fill material in plastics and paper. The experience of FG industrial processing by Association «Volkhovgips» is considered. The all measures, which will support the FG processing, were proposed at the legislative level.

**Keywords:** stacker, mineral fertilizers, industrial processing, phosphogypsum, phosphohemihydrate

При производстве минеральных удобрений из Кольского апатитового концентрата образуются промышленные отходы – фосфогипс (ФГ) или фосфополугидрат (ФПГ), в зависимости от режима разложения природного сырья. Масса отходов достигает 180 % массы перерабатываемого сырья. Фосфогипс содержит до 95 % двуводного сульфата кальция и является аналогом природного сырья – гипсового камня, по ГОСТ 4078 он является гипсовым сырьем 1–2 сорта. Фазовый состав фосфополугидрата аналогичен составу гипсового вяжущего, которое применяется в строительстве и производстве строительных материалов. За рубежом разработаны и применяются различные технологии промышленной переработки ФГ и ФПГ, в частности производства вяжущих веществ и строительных материалов [2; 4; 5]. В РФ фосфогипс и фосфополугидрат не используются и направляются в накопители. Применяются

два способа транспортировки ФГ и ФПГ в шламохранилища – «мокрый», с подачей в отвал гидротранспортом по пульпопроводу после нейтрализации кислот в жидкой фазе известью и репульпации и «сухой» – с перемещением влажного отхода автотранспортом. При «сухом» способе нейтрализация кислот не производится. На Северо-Западе РФ удаление гидротранспортом производится ОАО «Метакхим» (г. Волхов, Ленинградской обл.) и ПО «Аммофос» (г. Череповец). «Сухое» удаление осуществляет ПО «Фосфорит» (г. Кингисепп). На территории Северо-Западного федерального округа находятся 3 крупных гипсонакопителя с массой отхода, находящегося на хранении, до 150 млн т, и ежегодно масса ФГ в накопителях увеличивается более чем на 4 млн т. При строительстве накопителей предполагается практически полная их изоляция от окружающей среды. Северо-Запад РФ является избыточно

влажной климатической зоной с коэффициентом стока, равным 0,28. В этой зоне полная изоляция отвалов невозможна, т.к. в накопителях поддерживается сравнительно постоянный водный баланс и, в зависимости от сезона и количества выпадающих осадков, влажность ФГ изменяется в сравнительно узких пределах – от 20 до 35 % массы сухого остатка. При мокром способе транспортировки накопитель является важным звеном «замкнутого» водооборота (г. Волхов).

По результатам обследований, проведенных Госсанэпиднадзором Волховского района и Ленкомэкологией «изолированный» гипсонакопитель имеет выход в реку Волхов и является источником загрязнения окружающей среды. Из гипсонакопителя в воду реки Волхов и далее в Ладожское озеро и реку Неву поступает 100–500 т фосфатов ежегодно. Нева является источником питьевой воды для г. Санкт-Петербурга. По данным операционного контроля ПО «Аммофос» при дигидратном режиме разложения апатитового концентрата среднее содержание фосфатов в жидкой фазе остатка на фильтре в 2012 г. составило 0,50 % (в пересчете на  $P_2O_5$ ). Аналогичный показатель проб, отобранных из накопителя – 0,19 %. Следует предположить, что снижение концентрации обусловлено массообменом с окружающей средой. Приблизительный расчет показывает, что при производстве ФГ, равном 4 млн т в год и влажности, равной 25 % массы твердых веществ, в грунтовые воды, реки Шексну и Волгу поступает до 2 тыс. т растворенных в воде фосфатов. К этому количеству следует добавить растворенные в воде фториды, соли стронция, галлия, рубидия, редкоземельных химических элементов и другие.

Эксплуатация накопителей, отчуждение земли, загрязнение среды обитания, несомненно, являются одной из важнейших экологических проблем Северо-Западного федерального округа, требующих срочного решения.

Возможные пути и способы промышленной переработки фосфогипса определены и известны [2; 5]. Накопители названных выше промышленных предприятий следует рассматривать как техногенные месторождения гипсового сырья, имеющие промышленное значение.

В 2012 г. в РФ добыча природного гипсового камня достигла 7,5–8,0 млн т, а производство фосфогипса – 15 млн т. В Северо-Западном федеральном округе производство ФГ превышает 4 млн т в год. Разрабатываемое месторождение природного гипсового камня находится в Архангельской обл. и из-

за высоких затрат на транспортировку стоимость гипса на цементном заводе в г. Волхове в 2012 г. достигла 1000 р/т. Это создает благоприятные условия для переработки ФГ, производства рентабельной и конкурентоспособной продукции.

Об этом свидетельствует опыт промышленной переработки отвального ФГ и работы на рынке строительных товаров, накопленный Ассоциацией «Волховгипс», которая выпускала строительные материалы – гипсовое вяжущее, сухие строительные смеси, гипсовые плиты и блоки в течение 15 лет [3].

Продолжительность хранения ФГ в накопителях достигает 50 лет. В условиях массообмена с окружающей средой химический и фазовый составы отхода в накопителях могут изменяться.

С целью оценки влияния возможных изменений на качество отвального ФГ как промышленного сырья проведено обследование трех названных выше накопителей. В накопителях г. Волхова и г. Кингисеппа были пробурены скважины и отобраны пробы ФГ с различных горизонтов и полей хранения. Пробы в накопителе ПО «Аммофос» были отобраны в местах разработки отвала экскаватором. Проведено исследование отобранных проб методами химического, микроскопического, термогравиметрического, рентгеновского фазового и инфракрасного спектроскопического анализов. Определены характер изменения влажности (ж/т), состав жидкой фазы, зерновой состав и удельная поверхность твердых фаз и их изменение по высоте накопителей. Анализ результатов показал, что длительное хранение в накопителе приводит к изменению химического и фазового составов как жидкой, так и твердых фаз, а также дисперсности, что свидетельствует о массообмене с окружающей средой.

Проведенные исследования и опыт промышленной переработки показали, что по сравнению с природным сырьем отвальный ФГ имеет как недостатки, так и преимущества.

1. Недостатком ФГ в накопителе является высокая и переменная влажность, которая изменяется от 20 до 40 % в зависимости от времени года и количества выпадающих осадков.

Снижение ж/т путем сушки отвального ФГ, а также сушки совмещенной с дегидратацией гипса, связано с повышенным приведенным расходом топлива и энергии, что увеличивает затраты на производство. Влажность природного гипсового камня обычно не превышает 5–8 %.

Снижение влажности отвального ФГ может быть также обеспечено введени-



ем операции дополнительной фильтрации с применением более эффективных фильтров.

В условиях Ассоциации «Волховгипс» влажность фосфогипса понижалась путем разработки и отсыпки отхода в летний период. Ж/т можно также понизить путем предварительной подсушки ФГ в сырьевом складе. Переменная влажность является основной проблемой при промышленной переработке отвального ФГ.

В зимний период пульпа в накопителе промерзает на глубину 1,3 м (г. Волхов), и это не является препятствием при разработке экскаватором. При переработке отвального ФГ необходимой операцией является снижение ж/т и его стабилизация.

2. Вследствие неполной отмывки при фильтрации фосфогипс, отобранный с фильтра цеха экстракции и в накопителе, содержит растворенные в жидкой фазе фосфаты и фториды. При производстве гипсовых вяжущих эти примеси являются сильными замедлителями процессов гидратации полуводного сульфата кальция, схватывания и твердения формовочных смесей, что понижает производительность при изготовлении изделий и производстве строительных работ. При сушке изделий растворы мигрируют и соли кристаллизуются на поверхности, образуя белый налет (высолы), что нежелательно. Предложена дополнительная промывка фосфогипса с целью снижения растворимых в воде веществ, что повышает количество оборотной воды и затраты на производство. Как было отмечено ранее, при транспортировке гидротранспортом с нейтрализацией кислот длительное хранение в накопителе понижает содержание фосфатов в жидкой фазе в 2 раза и более и способствует более равномерному их распределению в ФГ. Опыт промышленной переработки показал, что из отвального ФГ можно получать гипсовое вяжущее и строительные смеси, по скорости процессов гидратации и твердения не отличающиеся от аналогичной продукции, изготовленной из природного сырья.

При «сухом» удалении ФГ, без нейтрализации кислот, концентрация растворенных фосфатов и фторидов имеет повышенные значения на поверхности накопителя поблизости от гидроизоляционного экрана (глубина 15–18 м на ПО «Фосфорит»). Необходимыми операциями в этих условиях являются нейтрализация кислот в жидкой фазе и гомогенизация ФГ.

При переработке ФГ «сухого» удаления нейтрализация кислот является дополнительной технологической операцией. ФГ можно использовать в про-

изводстве гипсовых вяжущих, а также строительных изделий без термической обработки по технологии механохимической активации (МХА).

К преимуществам отвального ФГ по сравнению с природным сырьем можно отнести:

1. Длительное хранение в накопителе обеспечивает превращение метастабильных сульфатов кальция в гипс. При полугидратном режиме разложения сырья полученный отход в накопителе состоит преимущественно из гипса, т.е. является фосфогипсом.

2. По сравнению с гипсовым камнем некоторых природных месторождений ФГ отличается повышенными дисперсностью и белизной, что исключает операцию помола и способствует улучшению показателей внешнего вида строительных изделий.

Проведенные исследования показали, что длительное хранение в накопителях можно рассматривать как этап подготовки ФГ к промышленной переработке. В целом качество ФГ как промышленного сырья повышается.

В 1992 году в г. Волхов Ленинградской области была организована Ассоциация «Волховгипс» с целью разработки и оптимизации технологии производства гипсовых вяжущих из отвального ФГ Волховского алюминиевого завода, а также производство гипсовых строительных материалов различного назначения. Основная задача, которая была успешно решена, заключалась в снижении затрат на производство. Было организовано производство гипсового вяжущего, соответствующего требованиям ГОСТ 125 по технологии совмещенных сушки и обжига отвального ФГ.

На основе гипсового вяжущего изготавливались строительные материалы и изделия:

- сухие строительные смеси – кладочные, клеевые и шпатлевочные;
- плиты для межкомнатных перегородок;
- гипсовые блоки для кладки стен малоэтажных зданий;
- облицовочные гипсовые плиты для внутренней отделки по технологии фильтрационного прессования;
- осуществлялось строительство монолитных домов из арболита.

В опытно-промышленных условиях показана возможность применения ФГ в производстве бумаги, мелиорации почвы, тушения лесных пожаров, а также производстве портландцемента в качестве добавки при помоле клинкера.

Последовательная оптимизация параметров технологии, модернизация оборудования позволили сократить расходы топлива и энергии соответственно в 6 и 10 раз, по

сравнению с исходными показателями, и приблизить их к средним по отрасли.

Опыт промышленной переработки показал, что в условиях отсутствия сырья и высоких затрат на транспортировку природного гипсового камня ФГ может успешно конкурировать с природным сырьем.

Технология, предложенная и разработанная Ассоциацией «Волховгипс», неоднократно отмечалась дипломами и премиями, в том числе знаком Международной экологической организации «Зеленый крест».

В РФ проблема переработки ФГ остается до настоящего времени нерешенной, что наносит существенный ущерб биосфере.

По мнению авторов, для решения проблемы необходимо осуществить в законодательном порядке следующие мероприятия:

1. Ввести налог на землепользование при устройстве накопителей и их эксплуатации.

2. Запретить разработку природного сырья в тех регионах, где имеются отходы аналогичного состава и переработка которых разрешена (например, применение в строительстве).

3. Закрепить складирование в одном накопителе различных отходов при комплексном производстве. При перепрофилировании предприятий, изменении характера производства следует обязать обеспечить строительство новых накопителей. Сброс новых отходов в старый накопитель (ОАО «Метаким», г. Волхов) может либо вывести накопленное техногенное сырье из оборота, либо повысить затраты на его переработку.

4. Производители минеральных удобрений не заинтересованы в переработке фосфогипса и не обладают необходимым опытом и знаниями. Необходимо организовать межотраслевые объединения, включающие производителей и специалистов разного профиля, например технологов по произ-

водству минеральных удобрений и технологов-строителей.

### Список литературы

1. Каменский В.Г. и др. Получение высокопрочного гипсового камня. Авт. Свид-во СССР № 528279, Б.И. № 34, 1976.
2. Мещеряков Ю.Г. Гипсовые попутные промышленные продукты и их применение в производстве строительных материалов. – Л. Стройиздат Л.о., 1982 – 143 с.
3. Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. Промышленная переработка фосфогипса ОАО «Стройиздат СПб». – 2007 – 104 с.
4. Новиков А.А., Эвенчик С.Д. Использование фосфогипса: состояние, перспективы, задачи // Тр. НИУИФ. – Вып. 243. – 1983. – 7 с.
5. Getting rid of phosphogypsum-1. Can technology provide the answer to a mountainous problem? // Phosphorus and Potassium. – 1977. – № 87 – P. 37.

### References

1. Kamenski V.G. Poluchenie visokoprochnogo gipsovogo kamnia. Avt.sv. SSSR no. 528279 B.I. no. 34 1976
2. Meshherjakov Ju.G. Gipsovyje poputnye promyshlennye produkty i ih primenenie v proizvodstve stroitelny materialov. L. Strojizdat L.o. 1982 143 p.
3. Novikov A.A., Jevenchik S.D. Ispolzovanie fosfogipsa: sostojanie, perspektivy, zadachi Tr. NIUIF vyp. 243 1983, 7 p.
4. Meshherjakov Ju.G., Fedorov S.V. Promyshlennaja pererabotka fosfogipsa ОАО «Strojizdat SPb» 2007 104 p.
5. Getting rid of phosphogypsum-1. Can technology provide the answer to a mountainous problem? Phosphorus and Potassium 1977. no. 87 pp. 37.

### Рецензенты:

Прокофьева В.В., д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы и технологии», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург;

Тихонов Ю.М., д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы и технологии», Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург.

УДК 550.3:004.02

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

<sup>1</sup>Мотрюк Е.Н., <sup>1</sup>Кобрунов А.И., <sup>2</sup>Ломинский Д.О.

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

Ухта, e-mail: akobrunov@ugtu.net;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина»,  
Москва

Моделирование геологических сред по данным гравиразведки в условиях слабой изученности и сложного строения осадочных бассейнов требует особого подхода. В условиях эквивалентности одно из важных направлений повышения информационной мощности интерпретационных процедур есть развитие технологий извлечения информации из геолого-геофизических данных. Исследования информационной характеристики геологоразведочных работ показали, что в условиях недостаточной изученности сложнопостроенных сред технологические решения должны быть сконцентрированы на активном управлении вводимой дополнительной информацией об исходных данных и информацией, управляющей формированием модельных представлений, а также динамикой их трансформации. Активное использование в технологиях решения обратных задач априорной информации означает вовлечение в процесс решения обратных задач комплекса методов. Комплексирование геофизических методов нашло отражение в интегрированной пассивной и активной интерпретации информации, в результате применения которой построенная модель среды описана согласованными данными различных методов.

**Ключевые слова:** гравиразведка, сложнопостроенные среды, пассивная и активная комплексная интерпретация, информационная характеристика геологоразведочных работ

## FEATURES OF TECHNOLOGY CONSTRUCTION OF MODELS OF COMPLEX GEOLOGICAL ENVIRONMENTS FOR GRAVIMETRIC DATA

<sup>1</sup>Motryuk E.N., <sup>1</sup>Kobrunov A.I., <sup>2</sup>Lominskiy D.O.

<sup>1</sup>FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: akobrunov@ugtu.net;

<sup>2</sup>FGBOU VPO «Russian State University of Oil and Gas named after Gubkin», Moscow

Earth modeling of gravity data in a poor knowledge and the complex structure of sedimentary basins requires a special approach. Under the conditions of equivalence of input models one of the most important ways of increasing the power of information of interpretation procedures is the development of processes to extract information from geological and geophysical data. Research informational characteristics geological exploration works revealed that under the conditions of insufficient study of structurally complex environments technology solutions should be concentrated on the active management of the additional input information on the source data and the information on the formation of model representations as well as the dynamics of their transformation. Active use of technology in the solution of inverse problems of a priori information indicates involvement in the process of solution of inverse problems of the complex methods. Integration of geophysical methods is reflected in the integrated of passive and active integrated interpretation of information, as a result of which the constructed environment model describes the consistent data of various methods.

**Keywords:** gravity prospecting, complex structure environment, passive and active integrated interpretation, informational characteristic of geological exploration works

Для построения геолого-геофизических моделей осадочных бассейнов и их фрагментов эффективно применение ведущих современных технологий интерпретации гравиметрических данных. Для крупных плотностных структур типа осадочных бассейнов необходимо проводить постановку и решение интерпретационных задач с учётом условий слабой изученности и сложного строения среды. Это позволяет сделать технология, основанная на критеральном подходе к решению обратных задач гравиразведки [1–5, 7]. Она основана на комплексном анализе всей имеющейся гео-

лого-геофизической информации, где для построения отдельной модели среды используются данные других методов.

Рассмотрим подробно, что представляет собой слабая изученность и сложное строение геологической среды. Понятие слабая изученность территорий раскрывается как соотношение между объёмом требуемой информации для решения поставленной геологической задачи и реально имеющейся. Сложность объекта количественно характеризуется объёмом требуемой для его описания информации. Если соотношение требуемой и имеющейся информации

не в пользу первой, то говорят об условиях недостатка информации или, что то же самое, о слабой изученности данного объекта. Реально имеющаяся информация определена исходными данными, полученными в результатах геологоразведочных работ (ГРР). Если этих данных недостаточно, то говорят об условиях сложного строения, подразумевая соотношение между информационным уровнем, имеющимся в распоряжении геолога, и требуемым. Таким образом, сложность строения и недостаток информации – взаимозависимые и взаимопределяющие понятия.

Недостаток информации порожден двумя причинами: первая является объективной компонентой, состоящей в нехватке кондиционных данных, вторая характеризуется технико-экономической нецелесообразностью их наращивания за счет проведения дополнительных ГРР. Этот недостаток может быть устранен за счет усовершенствования используемых технологий извлечения информации из имеющегося объема данных. В этой связи становится очевидной значимость исследований по наращиванию информационной мощности используемых технологий, которая, в свою очередь, имеет и объективное ограничение. В конечном итоге мы приходим к ситуации, когда между информацией, поданной на вход обрабатывающей интерпретационной технологии, и той, в терминах которой описывается требуемый результат, имеется существенный разрыв.

Информационной характеристикой комплекса ГРР [2, 5] служит соотношение объективной информации  $J_0$ , заложенной в получаемых данных, объема информации  $J_1$ , извлекаемой из  $J_0$  с помощью используемой обрабатывающей интерпретационной технологии, и объема информации  $J_2$ , содержащейся в построенной модели объекта за счет преобразования данных предшествующего этапа. Для обработки информации используются две технологии. Во-первых, это технология преобразования первичных данных  $J_0$  в некоторые подлежащие последующей геологической интерпретации геофизические параметры  $J_1$ . Во-вторых, это технологии преобразования геофизических параметров, составляющих содержание информации  $J_1$ , в некоторую геологическую модель, характеризующуюся объемом информации  $J_2$ . По сути  $J_2$  – это тот объем информации, который достигается выполненными с требуемой детальностью построениями.

Величина  $J_1$  является функцией  $J_0$  и многокомпонентного параметра  $\xi$ , характеризующего особенности всего цикла извлечения

информации  $J_0$ . Очевидно, что  $J_0 \geq J_1(J_0, \xi)$ . Воспользовавшись терминологией, используемой при характеристике информационной модели геофизических исследований, можно утверждать, что переход от  $J_0$  к  $J_1$  реализуется за счет процедур геофизической интерпретации – перехода от наблюдаемых к геофизическим параметрам. Переход от информационного уровня  $J_1$  к  $J_2$  обеспечивается, прежде всего, процедурами геологической интерпретации и состоит в переходе от геофизических к геологическим параметрам. Характеристику перехода технологии можно записать в виде многокомпонентного параметра  $\eta$ :  $J_1(J_0, \xi) \geq J_2(J_1, \eta)$ . Переход от наблюдаемых к геофизическим параметрам включает в себя процедурную часть – фильтрацию и решение обратных задач и, кроме того, введение некоторой дополнительной к  $J_1$ , как принято говорить, априорной информации  $\Delta J_1$ . Эта часть информации, присутствующая в результатах геофизической интерпретации, может вводиться явно внешним образом либо присутствовать скрыто в параметрах используемых вычислительных процедур. Будем обозначать  $J'_1 = J_1 + \Delta J_1$ . В этом случае  $J'_1$  может превышать  $J_0$ . Аналогичная ситуация с объемом информации на втором шаге – построении геологической модели. Наряду с информацией  $J_2$ , получаемой за счет применения технологии  $\eta$  к информации  $J'_1$ , присутствует компонента  $\Delta J_2$ , реализующая дополнение  $J_2$  до требуемого объема  $J'_2$ . Тогда

$$\delta = \frac{\partial J_2(J_1, \eta)}{\partial J_1} \cdot \left( \frac{\partial J_1(J_0, \xi)}{\partial J_0} \cdot \Delta J_0 + \Delta J_1 \right) + \Delta J_2.$$

Мультипликативная компонента

$$\frac{\partial J_2(J_1, \eta)}{\partial J_1} \cdot \left( \frac{\partial J_1(J_0, \xi)}{\partial J_0} \cdot \Delta J_0 + \Delta J_1 \right)$$

может быть встроена в технологию переработки информации. Аддитивная компонента  $\Delta J_2$  стоит вне технологий извлечения информации, смысл которой состоит в явном привнесении опыта, интуиции интерпретатора, его неформализованных знаний. Величина  $\Delta J_2$  – это и фантазии интерпретатора, навеянные размышлениями над генезисом изучаемых объектов, соображениями подобия с чем-то ему хорошо знакомым и прочими. Как только они найдут своё обоснование, эта часть тут же войдёт в технологическую мультипликативную компоненту. Поэтому основным направлением развития технологий извлечения информации при изучении сложнопостроенных, слабоизученных сред является минимизация компоненты  $\Delta J_2$ , развитие технологий, обеспечивающих ак-



тивное управление той частью объективно необходимой дополнительной информации, которая входит в мультипликативную компоненту. В этой связи необходимо определить те методы и принципы, которые могут лежать в основе такой схемы.

Прежде всего, необходимо определить понятие интегрированной интерпретации, которая использует для построения модели среды в переинтерпретированной форме данные других методов. Синонимом термина интегрированная интерпретация, принятого в зарубежных публикациях, в отечественной литературе служит понятие комплексная интерпретация. Рассматривая модели интегрированной интерпретации [2, 5, 8], ограничимся лишь теми из них, которые основаны на принципах решения обратных задач в детерминированной постановке и направлены на реконструкцию физико-геологической модели изучаемой территории. Это соответствует введению понятия обратных задач интегрированной интерпретации как дальнейшему развитию понятия обратных задач геофизики.

В постановке обратных задач комплексной интерпретации выделяются её пассивная и активная формы. *Пассивная форма* состоит в том, что данные других методов вводятся в процедуры решения обратных задач гравиметрии – построения плотностной модели среды – в уже проинтерпретированной форме. В этом есть как положительные стороны: использование существующих наработок из инструментария анализа данных других методов – так и отрицательные: невозможность оперативного критического пересмотра введённых данных в процессе построения плотностной модели. *Активная форма* основана на создании методов и технологий совместного решения нескольких обратных задач, например совместного решения обратных задач сейсморазведки и гравиразведки. Здесь также есть свои положительные стороны (возможность динамической корректировки результатов нескольких методов) и отрицательные (сложности с введением самого понятия решения и согласованных модельных представлений).

Типичным примером модели пассивной комплексной интерпретации служит схема, состоящая в нахождении оптимальной относительно вводимого критерия плотностной модели среди множества других, удовлетворяющих тому же полю.

Рассмотрим особенности получения решения задачи сначала в классе распределения плотности. Вертикальная производная гравитационного потенциала  $u_z(v_0)$ , где  $v_0 = (x_0, y_0, z_0)$  и точка  $(x_0, y_0) = s_0 \in E_0$  регистрируется на поверхности в  $E_+(z > 0)$  с уравнением  $z_0 = \psi(s_0)$  для плотностной модели, задана следующим соотношением между  $u_z(v_0)$  и  $\sigma = \sigma(v)$ :

$$A(\sigma(v)) = u_z(s_0, z_0 = \psi(s_0)) = \iiint_V \frac{\gamma \sigma(v)(z - \psi(s_0)) dx dy dz}{[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - \psi(s_0))^2]^{3/2}}. \quad (1)$$

Весь комплекс априорных данных об искомом распределении плотности может быть выражен в виде принятия критерия оптимальности [1, 2] относительно  $\sigma(v)$ , имеющего вид требования минимума некоторого функционала  $J(\sigma(v))$ :

$$J(\sigma(v)) = \|F(\sigma(v) - \sigma^0(v))\| = \int_V |F(\sigma(v) - \sigma^0(v))|^2 dv \rightarrow \min. \quad (2)$$

Решение задачи (1), (2):

$$\sigma(v) = \sigma^0(v) + F^{-1} F^{*-1} A^* \zeta(s_0). \quad (3)$$

Здесь  $\zeta(s_0)$  – функция, параметризующая класс оптимальных решений уравнения (3);  $F$  – линейный замкнутый оператор, имеющий обратный;  $\mu(s_0)$  – мера на поверхности задания поля, учитывающая способ его задания.

Подставив (3) в (1) и решив соответствующее уравнение относительно  $\zeta(s_0)$ , легко построить искомое оптимальное распределение. Однако есть более простой и вычислительно эффективный путь. Введём итерационный процесс:

$$\sigma^{n+1}(v) = \sigma^n(v) + \alpha_n K \varphi^n(s_0), \quad n = 0, 1, 2, \dots, \sigma^0(v) = \sigma_0(v); \quad (4)$$

$$K \varphi^n(s_0) = F^{-1} F^{*-1} \iint_{E_0} \varphi^n(s_0) \frac{(z - \psi(s_0)) d\mu(s_0)}{[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - \psi(s_0))^2]^{3/2}}; \quad (5)$$

$$\varphi^n(s_0) = \iiint_V \frac{(z - \psi(s_0)) \sigma^n(v) dv}{[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - \psi(s_0))^2]^{3/2}} - \frac{u_z(s_0)}{\gamma}; \quad (6)$$



$$\alpha_n = - \frac{\iint_{E_0} \varphi^n(s_0) A K \varphi^n(s_0) d\mu(s_0)}{\iint_{E_0} (A K \varphi^n(s_0))^2 d\mu(s_0)}. \quad (7)$$

Критерий оптимальности, в определённом смысле эквивалентный (2):

$$\sup |K^{-1}[\sigma(v) - \sigma_0(v)]| \rightarrow \min, \quad v \in V. \quad (8)$$

Формирование критерия основано на выборе его компонент: аддитивной – нулевого приближения, имеющего смысл модели среды, к которой ищется наилучшее приближение; мультипликативной – оператора  $K$ , определяющего смысл понятия минимального уклонения. Этот оператор многокомпонентен, имеет вид свёртки и включает в себя информацию о степени достоверности построения различных компонент нулевого приближения, данные о корреляционной связи между различными компонентами.

В операторной форме приведенная задача, как и множество подобных, может быть записана в виде *унифицированной схемы*: искомая модель среды  $x_1(v)$  должна соответствовать наблюдаемому полю  $u_1(s)$ , что выражается в операторном равенстве  $A(x_1) = u_1(s)$ , и среди множества таких моделей должна обеспечивать оптимальность критерию, выражаемому в виде требования минимума уклонения от заданного фиксированного элемента  $x_0$ , т.е.  $J(x_1 - x_0) \rightarrow \min$ .

Переход к активной форме задачи комплексной интерпретации обеспечивается введением дополнительного требования на модель  $x_2$ , состоящую в её соответствии некоторому другому полю  $u_2(s)$ :  $B(x_2) = u_2(s)$ . Нулевое приближение из фиксированного параметра превращается в подбираемый, и сама задача трансформируется в подбор пары распределений, каждое из которых удовлетворяет своему полю, а сами эти распределения – ближайшие друг к другу среди всех иных, допускаемых полями пар:

$$\begin{cases} A(x_1) = u_1(s), \\ B(x_2) = u_2(s), \\ J(x_2 - x_1) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (9)$$

Решать эту задачу с учётом приближённости задания правых частей можно итерационным процессом. Для унификации записи введём обозначения:  $A = A_1$ ;  $B = A_2$ .

Тогда процедура решения состоит в следующем:

$$\begin{cases} x_1^{n+1} = x_1^n + \alpha_1^n K_1(x_1^n, x_2^{n-1}) \varphi_1^n, \\ \varphi_1^n = A_1(x_1^n) - u_1, \\ x_1^0 = x_2^{n-1}; \end{cases} \quad \begin{cases} x_2^{n+1} = x_2^n + \alpha_2^n K_2(x_2^n, x_1^n) \varphi_2^n, \\ \varphi_2^n = A_2(x_2^n) - u_2, \\ x_2^0 = x_1^n; \end{cases} \quad (10)$$

$$\alpha_i^n = - \frac{\langle \varphi_i^n | A_i'(x_i^n) K_i(x_i^n, x_j^n) \varphi_i^n \rangle}{\|A_i'(x_i^n) K_i(x_i^n, x_j^n) \varphi_i^n\|^2}.$$

Здесь  $K_i$  – должным образом подобранные операторы, обеспечивающие выполнение условия оптимальности в (9).

В приведённой модели активной комплексной интерпретации на этапе постановки задачи происходит отказ от попыток построения единой физической модели, соответствующей различным физическим полям. Вместо этого для каждого поля вводится своя модель, а интегрирующим фактором служит требование их наибольшей близости в заданном смысле. Модель активной комплексной интерпретации для двух методов разделяется на взаимозавязанные сопряжённые схемы. Это две схемы пассивной комплексной интерпретации с динамически меняющейся в процессе счета аддитивной и неизменной мультипликативной компонентами критерия оптимальности. В пассивных схемах неизменны и аддитивная, и мультипликативная компоненты. После завершения цикла вычислений и анализа полученного результата параметры модели и критерия оптимальности, включая его аддитивную и мультипликативную части, могут быть изменены и весь процесс повторен, но это уже другой вычислительный цикл. Для вышеизложенных основных принципов активной комплексной интерпретации геофизических данных разработаны вычислительные схемы. Решение обратных задач пассивной комплексной интерпретации реализовано в постоянно совершенствующемся программном комплексе GCIS. Применение такого подхода к анализу геофизических данных может служить работа А.П. Петровского и коллектива авторов [6] по Карпатскому региону Украины.

### Список литературы

1. Аминов Л.З., Кобрунов А.И., Моисеевкова С.В., Мотрюк Е.Н., Шилова С.В., Мужикова А.В. Методика интегрированной интерпретации гравиметрических данных в условиях слабой изученности с целью построения объемных региональных плотностных моделей седиментационных бассейнов // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-востока России: материалы XIV геологического съезда Республики Коми. – Т. IV. – Сыктывкар: Геопринт, 2004. – С. 79–81.
2. Кобрунов А.И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике (избранные главы) в 2-х частях. Ч.1 Функционально – аналитические основы // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 11. – 78 с. Ч. 2 Системный анализ и моделирование в условиях неопределенности. – Ухта: УГТУ, 2014. – 154 с.
3. Кобрунов А.И. Скрытая эквивалентность и эффективность интерпретации гравиметрических данных // Изв. РАН сер Физика земли. – 2014. – № 2. – С. 53–62.
4. Кобрунов А.И., Урбан А.В. О проблеме скрытой эквивалентности при реконструкции моделей геологических сред // Журнал Геофизика. – 2009. – № 3. – С. 41–48.
5. Кобрунов А.И. Математические основы теории интерпретации геофизических данных: учеб. пособие. – Ухта: УГТУ, 2007. – 286 с.: ил.
6. Маловичко А.К., Костицын В.И. Гравиразведка. – М., 1992. – 357 с.
7. Мотрюк Е.Н. Разработка технологии и методики моделирования глубинного строения земной коры на основе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: материалы 38 сессии Международного семинара им. Д. Г. Успенского. – Пермь, 2011. – С. 201–204.
8. Петровский А.П. Информационное обеспечение и модельные представления интегральной интерпретации геолого-геофизических данных при изучении нефтегазовых структур // Геофизический журнал. – 2004. – Т. 5. – № 3. – С. 12–13.

### References

1. Aminov L.Z., Kobrunov A.I., Moiseenkova S.V., Motryuk E.N., Shilova S.V., Muzhikova A.V. Metodika integrovannoj interpretacii gravimetricheskikh dannyh v uslovijah

slaboj izuchennosti s celju postroenija obemnyh regionalnyh plotnostnyh modelej sedimentacionnyh bassejnov // Geologija i mineralnye resursy Evropejskogo Severo-vostoka Rossii: materialy XIV geologicheskogo s#ezda Respubliki Komi. – T. IV. Syktyvkar: Geoprint, 2004. pp. 79–81.

2. Kobrunov A.I. Matematicheskie metody modelirovanija v prikladnoj geofizike (izbrannye glavy) v 2-h chastjah. Ch.1 Funkcionalno analiticheskie osnovy // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovanija. 2014. no. 11. 78 p. Ch. 2 Sistemnyj analiz i modelirovanie v uslovijah neopredelennosti. Uhta: UGTU, 2014. 154 p.

3. Kobrunov A.I. Skrytaja jekvivalentnost i jeffektivnost interpretacii gravimetricheskikh dannyh // Izv. RAN ser Fizika zemli. 2014. no. 2. pp. 53–62.

4. Kobrunov A.I., Urban A.V. O probleme skrytoj jekvivallentnosti pri rekonstrukcii modelej geologicheskikh sred // Zhurnal Geofizika. 2009. no. 3. pp. 41–48.

5. Kobrunov A.I. Matematicheskie osnovy teorii interpretacii geofizicheskikh dannyh: ucheb. posobie. Uhta: UGTU, 2007. 286 p.: il.

6. Malovichko A.K., Kosticyn V.I. Gravirazvedka. M., 1992. 357 p.

7. Motryuk E.N. Razrabotka tehnologii i metodiki modelirovanija glubinnogo stroenija zemnoj kory na osnove kompleksnoj interpretacii geologo-geofizicheskikh dannyh // Voprosy teorii i praktiki geologicheskoi interpretacii geofizicheskikh polej: materialy 38 sessii Mezhdunarodnogo seminar im. D. G. Uspenskogo. Perm, 2011. pp. 201–204.

8. Petrovskij A.P. Informacionnoe obespechenie i modelnye predstavlenija integralnoj interpretacii geologo-geofizicheskikh dannyh pri izuchenii neftegazonosnyh struktur // Geofizicheskij zhurnal. 2004. T. 5. no. 3. pp. 12–13.

### Рецензенты:

Бурмистрова О.Н., д.т.н., заведующая кафедрой технологии и машин лесозаготовок, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Андронов И.Н., д.т.н., заведующий кафедрой сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.

УДК 631.372:629.3.083

## К ВОПРОСУ О ЦЕЛЯХ, ДОСТИГАЕМЫХ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

<sup>1</sup>Редреев Г.В., <sup>2</sup>Окунев Г.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, e-mail: adm@omgau.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия», Челябинск, e-mail: mail@csaa.ru

Работоспособность машинно-тракторных агрегатов (МТА) обеспечивается целенаправленной деятельностью исполнителей технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р). При этом при обеспечении работоспособности МТА могут достигаться совершенно различные цели. Для дальнейшего развития теоретических представлений, в рамках сформированной нами концепции, основанной на базисных понятиях «исполнители ТО и Р», «технологии ТО и Р», «процессы в технических системах (ТС)», «цели», проанализировано базисное понятие «цели». Выделено четыре вида отношений: иерархии, ориентирования, привлечения, непротиворечивости. Исполнители ТО, использующие различные технологии ТО и Р, могут с некоторой вероятностью обеспечить работоспособность МТА, выполняющих различные объемы работ, соответствующие различным целям: выполнение полевой операции, цикла полевых работ, сезона полевых работ, комплекса полевых работ в севообороте, обеспечение функционирования машин МТА в течение срока их службы. Рассмотрение вместо вероятности значений функции принадлежности на основе теории нечетких множеств позволяет на основе минимизации функции суммарных затрат и убытков установить оптимальное количество и требуемую квалификацию исполнителей, а также вид используемых технологий ТО и Р.

**Ключевые слова:** машинно-тракторный агрегат, концепция деятельности, базисные понятия, теория нечетких множеств, полевые работы, функция затрат и убытков

## ON THE QUESTION OF PURPOSE, ACHIEVED WHILE ENSURING EFFICIENCY OF MACHINE-TRACTOR UNITS

<sup>1</sup>Redreev G.V., <sup>2</sup>Okunev G.A.

<sup>1</sup>VPO «Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin», Omsk, e-mail: adm@omgau.ru;

<sup>2</sup>VPO «Chelyabinsk State Academy of Agricultural Engineering», Chelyabinsk, e-mail: mail@csaa.ru

The efficiency of the machine and tractor units (MTU) provided purposeful activity performers maintenance (M) and repair (R). At the same time, while ensuring efficiency of MTU can be achieved entirely different purpose. For the further development of theoretical ideas, formed in the framework of our concept, based on the basic concepts of «the performers M and R», «M and R technology», «processes in technical systems (TS)», «goal», analyzed the basic concept of «goal». It identifies four types of relations: hierarchy, orientation, involvement, consistency. The performers M and R, using different technology M and R may have a chance to ensure the health of the MTU, performing different amounts of work, corresponding to the different goals: the implementation of field operations, field work cycle, the season of field work, field work complex in the rotation, maintenance of the machines in the MTU during their term of service. Consideration instead of the probability values of the membership function based on fuzzy sets theory allows on the basis of minimizing the function of total expenses and losses of the optimal number and the required qualifications of performers, as well as the kind of technology used M and R.

**Keywords:** machine-tractor units, the concept of operations, the basic concepts, the theory of fuzzy sets, field work, the function of expenses and losses

При обеспечении работоспособности машинно-тракторного агрегата (МТА) могут достигаться совершенно различные цели, определяемые типом и составом агрегата, планом производства работ в полеводстве на текущий год, организационной принадлежностью исполнителей ТО и ремонта и т.д.

Ближайшая оперативная цель – обеспечить безотказность МТА при выполнении текущей полевой операции по возделыванию сельскохозяйственной культуры. Стратегическая цель – обеспечить работу МТА в течение нормативного срока службы машин агрегата.

Графически цели можно представить следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Цели ТО и ремонта

Выбор цели может существенно повлиять на применяемые технологии ТО и ремонта и, соответственно, на количественный и квалификационный состав группы исполнителей ТО и ремонта.

Формирование концепции [3, 4] организации процесса ТО и ремонта МТА, начатое с определения базисных понятий, описано нами в опубликованных ранее статьях [1, 2, 5].

Целью исследования является определение потребности в исполнителях ТО и Р, их квалификации и технологий ТО и Р в зависимости от цели функционирования МТА. Рассмотрим подробнее отношения, возникающие на базисном понятии «цели ТО и ремонта».

#### 1. Отношения «иерархии».

Это отношения между целями. Цели обычно имеют разную степень важности и поэтому, как правило, иерархически вы-

строены. При смене критерия важности иерархия может коренным образом измениться.

#### 2. Отношения «ориентирования».

Это отношения между понятиями «цели» и «технологии ТО и Р». Достижимая цель ориентирует применяемые технологии ТО и ремонта.

#### 3. Отношения «привлечения».

Это отношения между понятиями «цели» и «исполнители ТО и Р». Исполнители ТО и ремонта привлечены к достижению какой-либо цели.

#### 4. Отношения «непротиворечивости».

Это отношения между понятиями «цели» и «процессы в ТС». Как правило, при использовании МТА по назначению происходит ухудшение технического состояния входящих в состав агрегата машин.

Графическое представление отношений отражено на рис. 2.

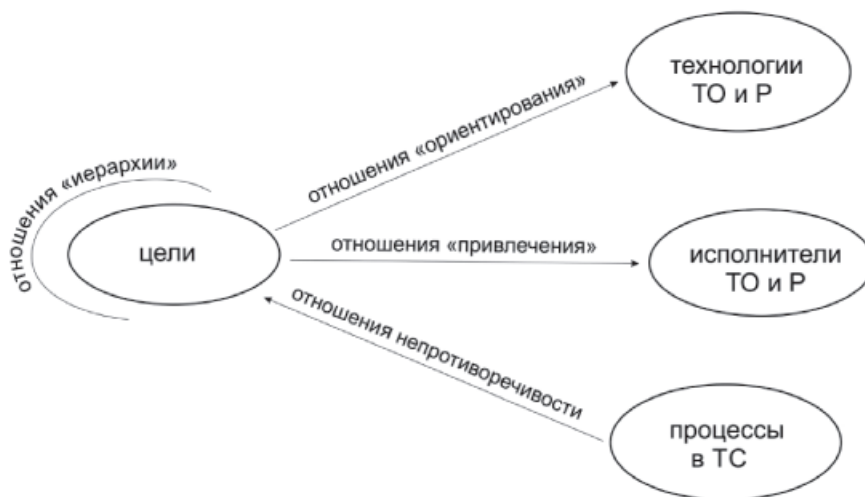


Рис. 2. Отношения на базисном понятии «цели»

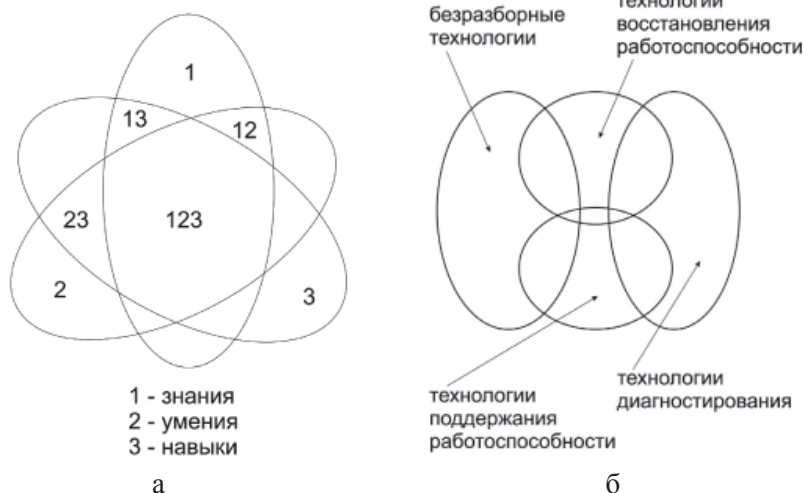


Рис. 3. Компетенции исполнителей ТО и Р [1] и технологии ТО и Р [2]

### Материалы и методы исследования

Для эффективной реализации планируемой цели деятельности необходимо определенное соответствие между элементами, составляющими объемы множеств, образующихся на базовых понятиях.

Множество элементов на базисных понятиях «исполнители ТО и Р» и «технологии ТО и Р» были представлены нами ранее (рис. 3).

Обозначив технологии ТО и Р следующим образом:

А – технологии поддержания работоспособности,

Б – технологии восстановления работоспособности,

В – технологии диагностирования,

Г – безразборные технологии (восстановления и поддержания работоспособности),

– получим следующие варианты комбинаций этих технологий (аналогично схеме (а) на рис. 3): А, Б, В, Г, АВ, АГ, БВ, БГ, АВВ, АБГ.

Соответствие между элементами, составляющими объемы множеств, образующихся на базисных понятиях «исполнители ТО и ремонта» (выраженными через знания, умения и навыки) и «технологии ТО и ремонта», можно представить в виде следующей матрицы.

Каждый элемент матрицы  $x_{ij}$  соответствует реализации определенной технологии ТО и ремонта исполнителем определенной квалификации, при этом с определенной степенью достоверности, определяемой значением функции принадлежности, может быть достигнута одна из целей деятельности (рис. 1): 1 – оперативная; 2 – краткосрочная; 3 – среднесрочная; 4 – долгосрочная; 5 – стратегическая.

Это может быть представлено в виде трехмерной матрицы, элементами которой являются значения функции принадлежности (рис. 4).

Матрица соответствия элементов множеств

|     |   | А         | Б         | В         | Г         | АБ        | АВ        | АГ        | БВ        | БГ        | АБВ        | АБГ        |
|-----|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
|     |   | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10         | 11         |
| 1   | 1 | $x_{1,1}$ | $x_{1,2}$ | $x_{1,3}$ | $x_{1,4}$ | $x_{1,5}$ | $x_{1,6}$ | $x_{1,7}$ | $x_{1,8}$ | $x_{1,9}$ | $x_{1,10}$ | $x_{1,11}$ |
| 2   | 2 | $x_{2,1}$ | $x_{2,2}$ | $x_{2,3}$ | $x_{2,4}$ | $x_{2,5}$ | $x_{2,6}$ | $x_{2,7}$ | $x_{2,8}$ | $x_{2,9}$ | $x_{2,10}$ | $x_{2,11}$ |
| 3   | 3 | $x_{3,1}$ | $x_{3,2}$ | $x_{3,3}$ | $x_{3,4}$ | $x_{3,5}$ | $x_{3,6}$ | $x_{3,7}$ | $x_{3,8}$ | $x_{3,9}$ | $x_{3,10}$ | $x_{3,11}$ |
| 12  | 4 | $x_{4,1}$ | $x_{4,2}$ | $x_{4,3}$ | $x_{4,4}$ | $x_{4,5}$ | $x_{4,6}$ | $x_{4,7}$ | $x_{4,8}$ | $x_{4,9}$ | $x_{4,10}$ | $x_{4,11}$ |
| 13  | 5 | $x_{5,1}$ | $x_{5,2}$ | $x_{5,3}$ | $x_{5,4}$ | $x_{5,5}$ | $x_{5,6}$ | $x_{5,7}$ | $x_{5,8}$ | $x_{5,9}$ | $x_{5,10}$ | $x_{5,11}$ |
| 23  | 6 | $x_{6,1}$ | $x_{6,2}$ | $x_{6,3}$ | $x_{6,4}$ | $x_{6,5}$ | $x_{6,6}$ | $x_{6,7}$ | $x_{6,8}$ | $x_{6,9}$ | $x_{6,10}$ | $x_{6,11}$ |
| 123 | 7 | $x_{7,1}$ | $x_{7,2}$ | $x_{7,3}$ | $x_{7,4}$ | $x_{7,5}$ | $x_{7,6}$ | $x_{7,7}$ | $x_{7,8}$ | $x_{7,9}$ | $x_{7,10}$ | $x_{7,11}$ |

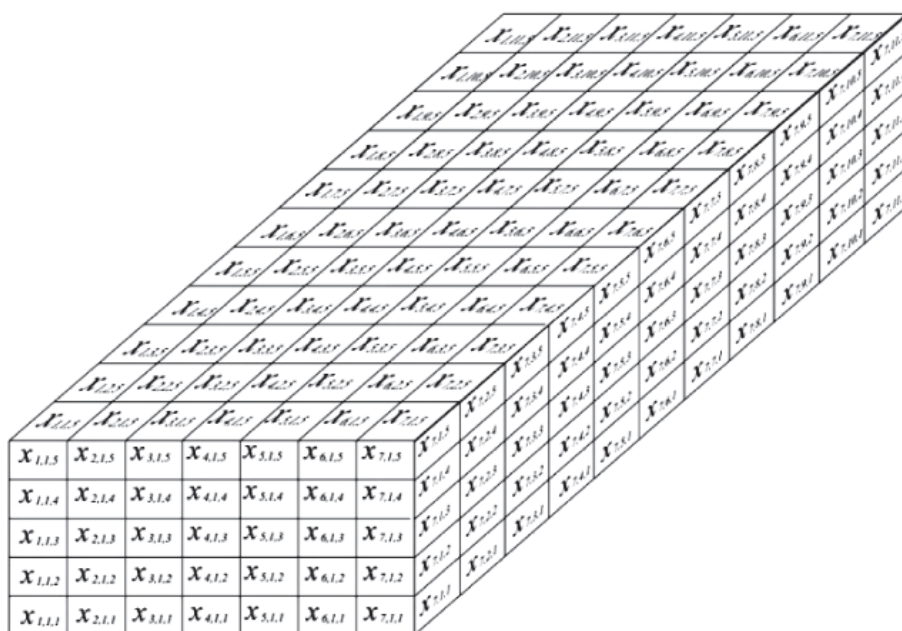


Рис. 4. Матрица значений функции принадлежности



# Результаты исследования и их обсуждение

Целью деятельности исполнителей ТО и ремонта является обеспечение работоспособности МТА в течение определенного времени работы или выполнение определенного объема работ.

Можно выделить следующие периоды работы МТА:

- полевая операция;
- цикл полевых работ (весенний, летний, осенний);
- сезон полевых работ;
- комплекс полевых работ в севообороте подразделения сельскохозяйственного предприятия;
- срок службы машин МТА, выраженный в годах или сезонах полевых работ.

Каждому периоду можно сопоставить определенное время работы МТА, в часах:  $T_{\Pi}$ ,  $T_{Ц}$ ,  $T_{СЭЗ}$ ,  $T_{СЭВ}$ ,  $T_{СЛ}$ . Таким образом, целью может являться обеспечение безотказности за время работы  $T$ , при этом

$$T_{\Pi} \leq T \leq T_{СЛ} \quad (1)$$

Оперативным сроком работы (рис. 1) будет являться длительность полевой операции  $T_{\Pi}$ . Среднесрочный период – продолжительность сезона полевых работ  $T_{СЭЗ}$ . Стратегическим периодом в таком случае будет являться срок службы машин, составляющих МТА,  $T_{СЛ}$ . В долгосрочной перспективе необходимо использовать сезонные перерывы в работе МТА для применения отдельных технологий восстановления работоспособности машин.

Отдельный интерес представляет обеспечение работоспособности трактора в течение сезона полевых работ при неоднократном изменении состава МТА, когда изменяются режимы использования и нагрузки на трактор.

Технико-экономическое обоснование производства работ по ТО и ремонту МТА для различных целей деятельности состоит в оптимизации затрат на ТО и ремонт с учетом возможных потерь урожая от простоя МТА на обслуживании и ремонте.

Ранее нами была решена задача обеспечения работоспособности тракторов во время выполнения полевой операции [6]. Выражение для определения суммарных затрат и убытков при реализации процесса ТО имеет следующий общий вид:

$$C_{\text{сум}} = D \cdot \left[ \frac{t}{\Pi} \cdot \left( K_1 + K_2 + \frac{K_3 \cdot D \cdot K_{CS} \cdot t}{\Pi} + \frac{K_4}{t} \right) + K_5 \cdot (K_6 + K_7 + K_3 \cdot K_5 \cdot D \cdot K_{CS}) \right], \quad (2)$$

где  $D$  – продолжительность полевой операции;  $t$  – продолжительность ТО;  $\Pi$  – периодичность ТО;  $K_{CS}$  – обобщенный коэффициент удельных убытков урожая;  $K_1$  – коэффициент учета затрат на ТО;  $K_2$  – коэффициент учета эксплуатационных издержек от простоя трактора на ТО;  $K_3$  – коэффициент учета производительности трактора;  $K_4$  – коэффициент учета транспортных издержек на мобильные средства ТО;  $K_5 = \varphi(t, \Pi)$  – коэффициент учета простоев на устранение отказов;  $K_6 = \omega(t, \Pi)$  – коэффициент учета затрат на устранение отказов;  $K_7$  – коэффициент учета эксплуатационных издержек от простоя трактора на устранении отказов.

Приведенная зависимость может быть использована для определения суммарных затрат и убытков для МТА в целом. Для этого необходимо внести изменения, учитывающие сложность состава агрегата и соответствие квалификации исполнителей ТО и применяемых ими технологий ТО цели ТО, выраженное значениями функции принадлежности (таблица):

$$K_5 = \frac{\sum_k \varphi_k(t, \Pi)}{a \cdot \sum_{i,j} x_{ij}}, \quad (3)$$

где  $k = 1, 2, 3, \dots, A$  – число машин агрегата;  $a$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий степень совпадения по времени различных отказов машин агрегата;  $x_{ij}$  – значения функции принадлежности при различной квалификации исполнителей и применяемых технологиях ТО;  $i = 1 \dots 7$  – возможные уровни квалификации исполнителей ТО;  $j = 1 \dots 11$  – возможный перечень применяемых технологий ТО.

Аналогичным образом

$$K_6 = \frac{\sum_k \omega_k(t, \Pi)}{b \cdot \sum_{i,j} x_{ij}}, \quad (4)$$

где  $b$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий степень сходства технологий устранения отказов различных машин агрегата.

Величина эксплуатационных издержек МТА будет учтена выражением

$$K_3 = \sum_k K_{3k}. \quad (5)$$

Минимизация функции суммарных затрат позволяет определить оптимальные параметры процесса ТО МТА – продолжительность и периодичность ТО, численность и квалификацию исполнителей ТО и применяемые технологии ТО.

Для цикла полевых работ выражение функции суммарных затрат будет иметь вид

$$C_{\text{цсум}} = \sum_l \alpha_{l-1} C_{\text{сум},l}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – коэффициент снижения работоспособности МТА при увеличении общей его наработки за цикл полевых работ;  $\alpha_0 = 1$ ;  $C_{\text{сум},l}$  – суммарные затраты и убытки при ТО МТА за время  $l$ -й полевой операции;  $l = 1, 2, \dots, B$  – число полевых операций, выполняемых МТА в цикле полевых работ.

Минимизация функции суммарных затрат за цикл полевых работ позволяет определить, кроме оптимальных параметров процесса ТО МТА, оптимальную загрузку МТА на полевых операциях цикла.

Для сезона полевых работ выражение функции суммарных затрат будет иметь вид

$$C_{\text{сез}} = \sum_m \beta_m C_{\text{цсум},m}, \quad (7)$$

где  $\beta$  – доля  $m$ -го цикла работ в структуре сезона полевых работ;  $m = 1, 2, 3$  – число циклов полевых работ в течение сезона.

Минимизация функции суммарных затрат за сезон полевых работ позволит определить оптимальные параметры процесса ТО МТА с учетом значимости цикла в сезоне.

### Выводы

Выбор исполнителей ТО и Р и технологий ТО и Р определяется целью функционирования МТА. Различные объемы планируемой к выполнению работы определяют различные требования к работоспособности МТА. При этом возможны два различных подхода: обеспечение максимально возможной или минимально необходимой работоспособности МТА на начало периода его работы. Выбор подхода также влияет на подбор исполнителей ТО и Р и технологий ТО и Р.

### Список литературы

1. Взаимодействие исполнителей ТО и ремонта при обеспечении работоспособности машинно-тракторных агрегатов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: [www.science-education.ru/116-12434](http://www.science-education.ru/116-12434) (дата обращения: 29.05.2015).

2. К вопросу о применении технологий ТО и ремонта при обеспечении работоспособности машинно-тракторных агрегатов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: [www.science-education.ru/119-14864](http://www.science-education.ru/119-14864) (дата обращения: 29.05.2015).

3. Теслинов А.Г. Концептуальное мышление в решении сложных и запутанных проблем. – СПб.: Питер, 2009. – 288 с.

4. Теслинов А.Г. Концептуальное проектирование сложных решений. – СПб.: Питер, 2008. 288 с.

5. Процессы в технических системах как основа и цель обеспечения работоспособности машинно-тракторных агрегатов [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2728> (доступ свободный).

6. Редреев Г.В. Обоснование процесса технического обслуживания тракторов группой исполнителей во время полевых работ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, ЧГАУ, 1996. – 16 с.

### References

1. Vzaemodejstvie ispolnitelej TO i remonta pri obespechenii rabotosposobnosti mashinno-traktornyh agregatov [Elektronnyj resurs] Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. no. 2; URL: [www.science-education.ru/116-12434](http://www.science-education.ru/116-12434) (data obrashcheniya: 29.05.2015).

2. K voprosu o primeneniі tehnologii TO i remonta pri obespechenii rabotosposobnosti mashinno-traktornyh agregatov [Elektronnyj resurs] Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. no. 5; URL: [www.science-education.ru/119-14864](http://www.science-education.ru/119-14864) (data obrashcheniya: 29.05.2015).

3. Konceptualnoe myshlenie v razreshenii slozhnyh i zaputannyh problem. / Teslinov A.G. SPb.: Piter, 2009. 288 p.

4. Konceptualnoe proektirovanie slozhnyh reshenij. / Teslinov A.G. SPb.: Piter, 2008. 288 p.

5. Processy v tekhnicheskikh sistemah kak osnova i cel obespecheniya rabotosposobnosti mashinno-traktornyh agregatov [Elektronnyj resurs] «Inzhenernyj vestnik Dona», 2014, no. 4. Rezhim dostupa: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2728> (dostup svobodnyj).

6. Redreev G.V. Obosnovanie processa tekhnicheskogo obsluzhivaniya traktorov gruppoj ispolnitelej vo vremya polevyh rabot. / Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, CHGAU, 1996. 16 p.

### Рецензенты:

Балакин П.Д., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машиноведение», ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет», г. Омск;

Браилов И.Г., д.т.н., профессор кафедры «Механика», ФГБОУ ВПО СибАДИ, г. Омск.

УДК 621.315

# **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОВОЛОКИ ИЗ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭКРАНОВ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА СРЕДНЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ**

**<sup>1</sup>Савченко В.Г., <sup>2</sup>Труфанова Н.М., <sup>2</sup>Щербинин А.Г., <sup>2</sup>Субботин Е.В., <sup>2</sup>Терлыч А.Е.**

<sup>1</sup>*Общество с ограниченной ответственностью «Опытно-конструкторское предприятие «ЭЛКА-Кабель»», Пермь, e-mail: savchenko@etk-perm.ru;*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: ktei@pstu.ru*

Одним из путей уменьшения затрат при производстве силовых кабелей на среднее напряжение является замена медных экранов на экраны, выполненные из алюминия или алюминиевых сплавов. Для оценки эксплуатационных характеристик проволоки из электротехнического алюминия и термокоррозионностойкого алюминиевого сплава были проведены экспериментальные исследования механических и электрических свойств при нормальных условиях и после термического воздействия. Для воспроизведения условий аварийного режима работы силового кабеля при коротком замыкании предварительный нагрев образцов проволок проводился путем приложения кратковременной токовой нагрузки. Установлено, что после термического воздействия удельные электрические сопротивления исследуемых материалов практически не изменились, при этом термокоррозионностойкий алюминиевый сплав показал более высокую стабильность механических характеристик.

**Ключевые слова:** экран силового кабеля, алюминий, алюминиевый сплав, механические и электрические характеристики

## **APPLICATION OF ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS WIRE FOR POWER CABLE SCREEN MANUFACTURING ON MEDIUM VOLTAGE**

**<sup>1</sup>Savchenko V.G., <sup>2</sup>Trufanova N.M., <sup>2</sup>Scherbinin A.G., <sup>2</sup>Subbotin E.V., <sup>2</sup>Terlych A.E.**

<sup>1</sup>*Limited Liability Company «Development enterprise «Elkacable», Perm, e-mail: savchenko@etk-perm.ru;*

<sup>2</sup>*Perm State National Research Polytechnical University, Perm, e-mail: ktei@pstu.ru*

One way to reduce manufacture costs of medium-voltage power cables is to replace the copper screens by aluminum screens or aluminum alloy screens. The experimental investigations of mechanical and electrical properties under normal conditions and after exposure to heat for estimate of operating characteristics aluminum wire and aluminum alloy wire were carried out. Preheating of wire samples was carried out by application of short-term current rating for reproduce the emergency operation of power cable during short-circuit. It is established that, after thermal exposure specific electrical resistance of test materials practically unchanged but aluminum alloy showed higher stability of mechanical characteristics.

**Keywords:** power cables screen, aluminum, aluminum alloy, mechanical and electrical characteristics

В последнее время одним из наиболее насущных вопросов как для предприятий, производящих кабельно-проводниковую продукцию, так и предприятий-потребителей является вопрос снижения ее себестоимости. На сегодняшний день одним из путей уменьшения затрат на производство кабельно-проводниковой продукции является использование более дешевых конструкционных материалов [1, 7]. В частности, для изготовления силовых кабелей на среднее напряжение [6] все более широкое применение находят экраны, выполненные из алюминия или алюминиевых сплавов (вместо медных экранов), что вызывает необходимость обоснования такого технического решения. В данной статье проводится сравнение проволоки, предназначенной для изготовления экранов, выполненной из электротехниче-

ского алюминия и термокоррозионностойкого алюминиевого сплава (ТАС).

На рис. 1 представлена конструкция кабеля среднего напряжения с алюминиевым проволочным экраном.

Известно, что при работе кабеля в штатном режиме температура экрана не превышает 60–70°C. Однако при возникновении аварийной ситуации в условиях короткого замыкания температура экрана может увеличиться до 250°C [4] и выше. При протекании токов короткого замыкания на кабельную линию оказывается существенное электродинамическое воздействие, в результате которого ослабленные нагревом проволоки могут деформироваться и разрушаться. Это, в свою очередь, может привести к увеличению сопротивления контакта, локальному перегреву и преждевременному выходу кабеля из строя.



Рис. 1. Кабель среднего напряжения с алюминиевым проволочным экраном

Для исследования влияния термического воздействия на механические характеристики проволок из алюминия и ТАС был проведен ряд экспериментов. Образцы проволок длиной 300 мм и диаметром 2,5 мм предварительно нагревались током до температур 150, 200, 250 и 300 °С в течение пяти секунд и охлаждались на воздухе. Далее с помощью универсальной машины Walter Bai LFM 50 T проводились

испытания на статическое растяжение при скорости нагружения 10 Н/(мм<sup>2</sup>·с) [2, 5, 8]. Начальная расчетная длина образца проволоки составляла 200 мм.

На рис. 2, 3 представлены кривые деформирования образцов электротехнического алюминия и термокоррозионностойкого алюминиевого сплава.

В табл. 1 приведены значения пределов прочности исследуемых материалов.

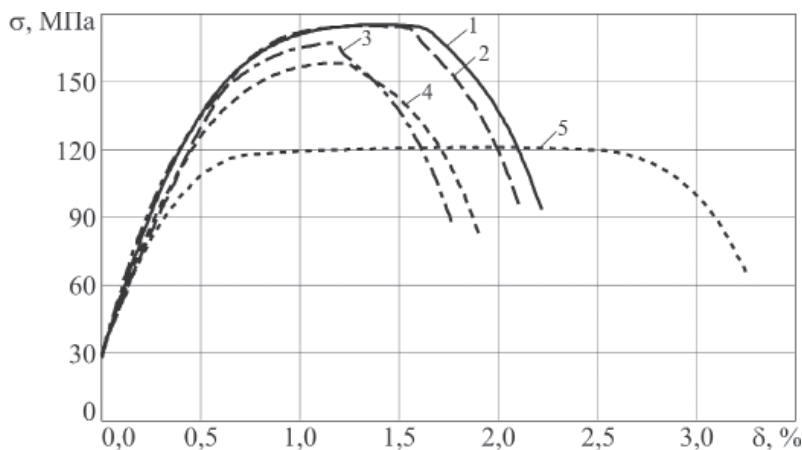


Рис. 2. Деформационные кривые проволоки из электротехнического алюминия:  
1 – без предварительного нагрева; 2 – температура предварительного нагрева 150 °С;  
3 – 200 °С; 4 – 250 °С; 5 – 300 °С

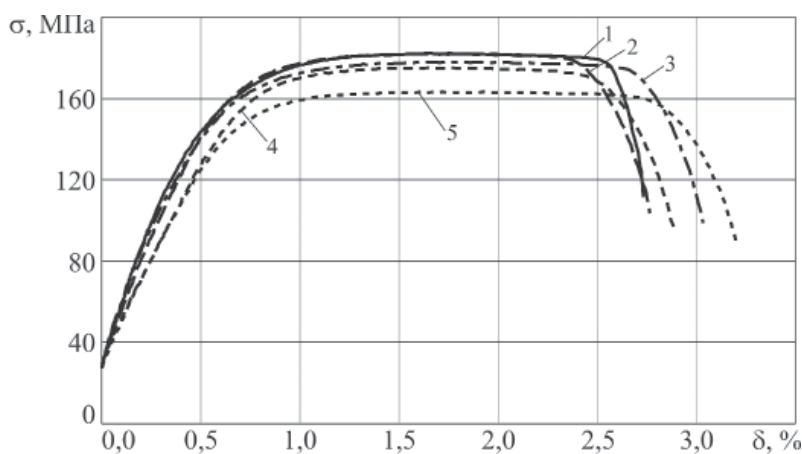


Рис. 3. Деформационные кривые проволоки из сплава ТАС:  
1 – без предварительного нагрева; 2 – температура предварительного нагрева 150 °С;  
3 – 200 °С; 4 – 250 °С; 5 – 300 °С

Таблица 1

Пределы прочности проволок из алюминия и сплава ТАС

| № п/п | Температура предварительного нагрева, °С | $\sigma_n$ , МПа |          |
|-------|------------------------------------------|------------------|----------|
|       |                                          | ТАС              | Алюминий |
| 1     | Без предварительного нагрева             | 182              | 176      |
| 2     | 150                                      | 182              | 174      |
| 3     | 200                                      | 178              | 167      |
| 4     | 250                                      | 175              | 158      |
| 5     | 300                                      | 163              | 121      |

Таблица 2

Удельное электрическое сопротивление алюминия и сплава ТАС

| № п/п | Температура предварительного нагрева, °С | Удельное сопротивление при 20°С $\rho$ , Ом м |                      |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
|       |                                          | ТАС                                           | Алюминий             |
| 1     | Без предварительного нагрева             | $2,89 \cdot 10^{-8}$                          | $2,81 \cdot 10^{-8}$ |
| 2     | 150                                      | $2,90 \cdot 10^{-8}$                          | $2,80 \cdot 10^{-8}$ |
| 3     | 200                                      | $2,89 \cdot 10^{-8}$                          | $2,82 \cdot 10^{-8}$ |
| 4     | 250                                      | $2,87 \cdot 10^{-8}$                          | $2,80 \cdot 10^{-8}$ |
| 5     | 300                                      | $2,89 \cdot 10^{-8}$                          | $2,81 \cdot 10^{-8}$ |

Из анализа результатов можно сделать вывод о том, что механическая прочность проволок из сплава ТАС выше прочности алюминия как при начальных условиях, так и после нагрева до температуры 300 градусов. Можно отметить, что ТАС является более стабильным материалом по характеру поведения и разбросу свойств, а также менее чувствительным к температурным перегревам. Так изменение значения предела прочности ТАС во всем диапазоне температур предварительного нагрева не превышает 11 %, в то время как для алюминиевых проволок эта величина составляет 45 %. Отличие по значению предела прочности при 300°С для двух материалов составляет 34 %, при этом значение относительного удлинения после разрыва для сплава ТАС в ряде экспериментов более чем в 2 раза выше.

Для оценки влияния термического воздействия на электрические характеристики проволок из двух исследуемых материалов после предварительного нагрева и охлаждения до комнатной температуры были измерены удельные электрические сопротивления [3]. Результаты, полученные на измерителе сопротивления жил

кабеля «КИС», представлены в табл. 2. Из таблицы видно, что удельное электрическое сопротивление обоих материалов практически не зависит от температуры предварительного нагрева в рассматриваемом диапазоне. При этом

$$\frac{\rho_{\text{ТАС}}}{\rho_{\text{Алюминий}}} = 1,03.$$

Таким образом, при замене медных экранов силовых кабелей среднего напряжения на экраны из электротехнического алюминия или его сплавов, помимо экономической целесообразности, необходимо учитывать их эксплуатационные характеристики. Так, исходя из результатов проведенных исследований, можно сделать вывод, что существенным преимуществом сплава ТАС по отношению к электротехническому алюминию является высокая стабильность его механических характеристик после термического воздействия в аварийных ситуациях. При этом разница удельных электрических сопротивлений сплава ТАС и электротехнического алюминия не превышает 3 %.



### Список литературы

1. Белый Д.И. Алюминиевые сплавы для токопроводящих жил кабельных изделий // Кабели и провода. – 2012. – № 1 (332). – С. 8–15.
2. ГОСТ 10446-80 (СТ СЭВ 835-89, ИСО 6892-84). Проволока. Метод испытания на растяжение.
3. ГОСТ 7229-76. Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников.
4. ГОСТ Р МЭК 60968-2009. Предельные температуры электрических кабелей на номинальное напряжение от 6 кВ ( $U_m = 7,2$  кВ) до 6 кВ ( $U_m = 36$  кВ) в условиях короткого замыкания.
5. Каллистер У., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры). – СПб.: Научные основы и технологии. 2011. – 896 с.
6. Основы кабельной техники / под ред. И.Б. Пешкова. – Мю: Академия. 2006. – 427 с.
7. Пешков И.Б. Состояние и перспективы применения алюминия в кабельной промышленности // Кабели и провода. – 2009. – № 1 (314). – С. 7–9.
8. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. – М.: Мир, 1972. – 406 с.

### References

1. Belyj D.I. Aljuminievyje splavy dlja tokoprovodjashhih zhil kabelnyh izdelij [Aluminium alloys for current-carrying conductors of cable products]. *Kabeli i provoda*. 2012. no. 1 (332). pp. 8–15.
2. GOST 10446-80 (ST SJeV 835-89, ISO 6892-84). Provodloka. Metod ispytaniya na rastjazhenie [Wire. Tensile test method].
3. GOST 7229-76. Kabeli, provoda i shnury. Metod opredelenija jelektricheskogo soprotivlenija tokoprovodjashhih zhil i

provodnikov. [Cables, wires and cords. Method of measurement of electrical resistance of conductors].

4. GOST R MJeK 60968-2009. Predelnye temperatury jelektricheskikh kabelej na nominalnoe naprjazhenie ot 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) do 6 kV ( $U_m = 36$  kV) v uslovijah korotkogo zamykanija. [Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) up to 30kV ( $U_m = 36$  kV)].

5. Kallister U., Retvich D. Materialovedenie: ot tehnologii k primeneniju (metally, keramika, polimery) [Materials science: from technology to application (metals, ceramics, polymers)]. SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii. 2011. 896 p.

6. Osnovy kabelnoj tehniki [Fundamentals of cable technology]. Pod red. I.B. Peshkova. Moskva: Akademija. 2006. 427 p.

7. Peshkov I.B. Sostojanie i perspektivy primenenija aljuminija v kabelnoj promyshlennosti [Status and prospects of application of aluminum in the cable industry]. *Kabeli i provoda*. 2009. no. 1 (314). pp. 7–9.

8. Honikomb R. Plasticheskaja deformacija metallov [Plastic deformation of metals]. M.: Mir. 1972. 406 p.

### Рецензенты:

Сметанников О.Ю., д.т.н., доцент кафедры вычислительной математики и механики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Бочкарев С.В., д.т.н., профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

УДК 004.9

## АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ОБЪЕКТОВ ФАУНЫ С ПОМОЩЬЮ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

**Талбонен А.Н., Рогов А.А., Калинин А.В., Тимонин А.О.**

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, e-mail: arogov@petrsu.ru*

В статье описывается проблема автоматической обработки аэрофотоснимков местности и поиска на изображениях целевых объектов фауны. В данной статье предложен комбинированный метод, который состоит из двух этапов: детектирование и классификация объектов. Для целей детектирования используется алгоритм Виолы – Джонса, результаты работы которого классифицируются с помощью сверточной нейронной сети. Данный подход обладает достаточной гибкостью для применения к различным группам искомым объектов в различных условиях. Это становится возможным благодаря этапу обучения каскада Хаара на различных выборках, а также обучению сверточной нейронной сети и регулированию количества искомым классов. В статье приводится сравнение результатов детектирования и классификации, полученных в ходе исследования. Данное исследование имеет большое значение для различных мероприятий в области охраны окружающей среды.

**Ключевые слова:** аэрофотосъемка, обработка изображений, поиск объектов на изображениях, распознавание образов

## AUTOMATIZATION OF SPECIFIC FAUNA OBJECTS COUNTING USING AERIAL PHOTOGRAPHS

**Talbonen A.N., Rogov A.A., Kalinin A.V., Timonin A.O.**

*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: arogov@petrsu.ru*

The paper describes the problem of automatic processing of aerial photographs and the problem of finding animals in images. The method described in this article consist of two stages: object detection and classification. Viola-Jones algorithm is used for object detection and then convolutional neural network (CNN) is used for classifying objects detected on the previous stage. The proposed approach in this paper is flexible and can be applied in different conditions. It is became possible because of cascade training with different sets of images and convolutional neural network training with different objects and different number of classes. The paper contains results of comparing different detection and classification methods. This research has a great importance for the various activities in the field of environmental protection.

**Keywords:** aerial photography, image processing, search for objects in images, pattern recognition

В настоящее время аэрофотосъемка с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) становится все более популярным способом мониторинга местности. Данный способ позволяет получить информацию, которая очень важна для принятия верных управленческих решений, направленных на охрану и рациональное использование природных ресурсов, кадастровый учет, транспортный надзор, и многих других целей.

С каждым днем растет количество компаний, занимающихся поиском объектов с помощью воздушной разведки местности. Для ее проведения чаще всего используется БПЛА, оборудованный цифровой профессиональной фотокамерой, которому задается определенный маршрут. При этом в результате съемки создается огромная коллекция изображений, в которой доля искомым объектов незначительна. Большинство организаций, таких как «ZALA AERO», «Finco AnimalCount» и «Русгеоком», предоставляющих подобные услуги, выполняют поиск

данных объектов вручную. В случае очень больших коллекций (несколько тысяч и более) обработка изображений становится достаточно трудоемкой. В связи с этим становится актуальной автоматизация поиска целевых объектов на цифровых изображениях (аэрофотоснимках) (рис. 1).

**Целью исследования** является разработка комбинированного метода детектирования целевых объектов на основе алгоритма Виолы – Джонса и сортировки его результатов с помощью сверточной нейронной сети.

### Комбинированный метод

Процесс обнаружения объектов технически представляет собой формирование множества областей в виде набора координат прямоугольников на основе анализа содержимого исходного изображения. Участки исходного изображения, соответствующие сформированным прямоугольным областям, будут считаться найденными объектами.



Рис. 1. Пример аэрофотоснимка с выделенными объектами

Множество найденных объектов можно разделить на 2 подмножества: множество релевантных объектов, то есть тех, что соответствуют искомому классу, и множество нерелевантных объектов. На основе соотношения релевантных и нерелевантных объектов определяются количественные характеристики качества работы алгоритма обнаружения: полнота и точность.

Полнота вычисляется как отношение найденных релевантных документов к общему количеству релевантных документов. Полнота характеризует способность системы находить нужные пользователю объекты, но не учитывает количество нерелевантных объектов, выдаваемых пользователю.

Точность вычисляется как отношение найденных релевантных объектов к общему количеству найденных документов. Точность характеризует способность системы выдавать в списке результатов только релевантные объекты [1].

Зачастую, если рассматривать различные модификации одного и того же алгоритма, точность и полнота будут находиться в обратной зависимости. То есть можно добиться высокой точности, жертвуя полнотой, и наоборот. Поэтому в настоящее время для обнаружения различных объектов с высокими показателями и точности, и полноты применяется комбинированный метод.

Общая схема работы комбинированного метода выглядит следующим образом. На первом этапе изображения из коллекции подаются на вход детектора. Для достижения наилучших показателей используется алгоритм обнаружения с параметрами, соответствующими результатам с наибольшей полнотой, в результате работы которого получается набор найденных объектов. Среди

них могут быть релевантные и нерелевантные объекты. На втором этапе найденные объекты подаются на вход классификатора, задачей которого является сортировка объектов (требуется оставить релевантные объекты и отбросить нерелевантные). Таким образом удастся повысить точность поиска целевых объектов.

В данном исследовании в качестве алгоритма обнаружения рассматривается алгоритм Виолы – Джонса, который основан на использовании каскадов из слабых классификаторов, таких как детекторы Хаара [2, 9]. Данный алгоритм реализован в библиотеке OpenCV [3, 8], однако для его работы требуется обученный каскад классификаторов. Помимо детектора Хаара в качестве алгоритма поиска объектов может использоваться метод локальных бинарных шаблонов и другие методы детектирования [4].

Качество работы каждого слабого классификатора в отдельности мало отличается от случайного выбора, поэтому для построения сильного классификатора используется так называемый «бустинг» [2]. «Бустинг» (от англ. boosting – повышение, усиление, улучшение) – это процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов. Основная задача такой процедуры – из множества слабых классификаторов (в данном случае – это признаки Хаара) построить эффективный сильный классификатор (каскад).

Классификатор называется сильным потому, что, в отличие от слабого, точность классификации значительно лучше чем при случайном выборе. А точность целого каскада уже стремится к 1.

Полученный в результате обучения каскад необходимо сохранить. Для этого можно использовать XML-файлы, как это сделано в библиотеке «OpenCV».

Представленный выше алгоритм обучения реализован в библиотеке «OpenCV» в виде утилиты `opencv_traincascade`. Данная утилита требует наборы позитивных и негативных образов (релевантных и нерелевантных объектов соответственно).

Далее формируется специальный конфигурационный файл с помощью утилиты `opencv_createsamples`, который затем подается на вход `opencv_traincascade`. После того, как `opencv_traincascade` завершит свою работу, обученный каскад будет сохранен в XML-файл. Это готовый обученный классификатор, который можно использовать для поиска объектов на изображении.

### Сверточные нейронные сети

Сверточные нейронные сети (СНС, CNN), предложенные Яном Лекуном, в отличие от простых искусственных нейронных сетей благодаря своей архитектуре позволяют эффективно распознавать изображения [7]. В структуру такой сети входят так называемые сверточные (convolution) и субдискретизирующие (subsampling) слои. Архитектура типичной СНС представлена на рис. 2.

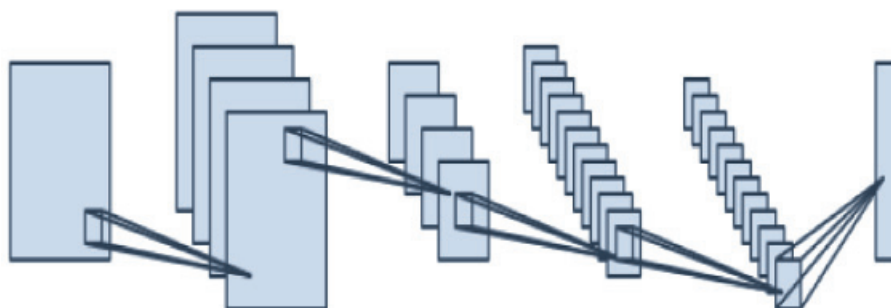


Рис. 2. Архитектура типичной сверточной нейронной сети

На данный момент существует несколько различных программных платформ и библиотек для работы с СНС. Наиболее распространенной среди них является библиотека «Caffe», разработанная в Berkeley Vision and Learning Center (BVLC) [6].

Для обучения и применения нейросетевых классификаторов библиотека «Caffe» предлагает несколько утилит.

Утилита `convert_imageset` формирует обучающую выборку в формате «LevelDB», пригодном для работы алгоритма обучения. Данная утилита принимает на вход текстовый файл, содержащий строки следующего

вида: `image.jpg < class >`, где `< class >` – числовой идентификатор класса изображения.

Для вычисления среднего значения изображения предназначена утилита `compute_image_mean`, которая на вход принимает сформированную базу данных типа LevelDB и возвращает на выходе файл, содержащий среднее значение изображения.

Для обучения сверточной нейронной сети в библиотеке «Caffe» существует программа `caffe`, которая принимает на вход специальный текстовый файл с конфигурационными параметрами. В данном файле указываются такие параметры обучения, как максимальное количество итераций (эпох обучения), периодичность и длительность тестирования промежуточных состояний и конфигурационный файл нейронной сети. Последний представляет собой текстовое описание слоев сети с указанием источника данных для обучения и тестирования и количеством выходных параметров.

Выходные значения представляют собой некоторые веса, которые вычисляются в процессе работы нейронной сети и сумма которых равна 1. Количество выходных параметров фактически определяет количество поддерживаемых классов. Оно также связано с теми значениями классов, которые указываются в файле обучающей выборки.

### Практические результаты

Для обучения каскада классификаторов была подготовлена обучающая выборка размером 640 релевантных и 9800 нерелевантных объектов. Для тестирования полученного каскада была сформирована выборка из 13 цифровых аэрофотоснимков, на которых были размечены 24 релевантных объекта.

При обучении использовались параметры:  
`numStages = 16` – количество уровней каскада, которые программа будет обучать;  
`minhitrate = 0,99` – минимальная доля релевантных объектов, которые были корректно распознаны при обучении;



$\text{maxFalseAlarmRate} = 0,5$  – уровень ложного распознавания нерелевантных объектов, при котором обучение будет остановлено;

$\text{mode} = \text{ALL}$  – использовать полный комплект Хаар-признаков, так как нам важна ориентация объекта.

Тестирование было произведено на языке Python с помощью библиотеки OpenCV и следующего кода:

```
cascade_path = «/path/to/cascade.xml»
cascade = cv2.CascadeClassifier (cascade_path)
faces = cascade.detectMultiScale(image, scaleFactor, minNeighbors)
```

Результаты поиска объектов

| № п/п | Обозначение | Всего объектов найдено | Релевантных объектов найдено | Точность | Полнота |
|-------|-------------|------------------------|------------------------------|----------|---------|
| 1     | haar        | 340                    | 23                           | 0,068    | 0,958   |
| 2     | haar_pr     | 50                     | 22                           | 0,440    | 0,917   |
| 3     | haar_NN     | 83                     | 21                           | 0,253    | 0,875   |
| 4     | haar_pr_NN  | 30                     | 21                           | 0,700    | 0,875   |

Результаты работы функции *detectMultiScale* зависят от входных параметров *scaleFactor* и *minNeighbors*, которые обозначают коэффициент увеличения скользящего окна и минимальное количество обнаружений одной и той же области при разных размерах скользящего окна соответственно. Для поиска оптимальных значений параметров был запущен тест с использованием перебора диапазона допустимых значений. В результате тестирования были отобраны 2 группы значений параметров, показавшие наилучшие результаты с точки зрения полноты и точности («haar» и «haar\_pr»). Результаты работы алгоритма с этими параметрами представлены в таблице.

Для обучения сверточной сети, соответствующей данной предметной области, была взята за основу структура сети CIFAR-10, конфигурация которой также представлена в Caffe [5]. Единственным отличием в данном проекте является только входной слой и количество классов выходного слоя (0 – нерелевантный объект, 1 – релевантный объект).

В качестве обучающей выборки было подготовлено множество из 640 релевантных объектов и 640 нерелевантных. В качестве тестовой выборки было подготовлено множество, содержащее 23 релевантных и 31 нерелевантный объект. В результате классификации 50 объектов из 54-х были классифицированы правильно с точностью 92,6 %.

Полученный нейросетевой классификатор был использован для сортировки результатов алгоритма Виолы – Джонса и был применен к результатам, обозначенным как «haar» и «haar\_pr». Полученные отсортированные выборки («haar\_NN» и «haar\_pr\_NN» соответственно) были оценены с точки зрения полноты и точности. Результаты работы алгоритма сортировки представлены в таблице.

### Заключение

В результате исследования удалось разработать комбинированный метод обнаружения целевых объектов фауны, обладающий точностью 70 % и полнотой 87,5 %. Несмотря на это, в процессе исследования обнаружились некоторые проблемы. Так, распознавание с помощью каскада Хаара с параметрами, направленными на детектирование наибольшего количества релевантных объектов («haar»), хотя и показало наибольшую полноту, точность результатов оказалась незначительной. При этом сортировка позволила повысить точность только до 25 %. Причиной такой работы каскада Хаара является недостаточное наполнение обучающей выборки изображениями различных типов из-за изначально ограниченной коллекции данных. Подобные проблемы так же проявились и при обучении нейронной сети.

В дальнейшем для решения вышеуказанных проблем предполагается использовать обучающие выборки с множеством классов, что в перспективе позволит заметно повысить точность и полноту поиска.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.*



### Список литературы

1. Агеев М., Кураленок И., Некрестьянов И. Официальные метрики РОМИП 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://romip.ru/romip2009/20\\_appendix\\_a\\_metrics.pdf](http://romip.ru/romip2009/20_appendix_a_metrics.pdf) (дата обращения: 22.05.2015).
2. Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/133826/> (дата обращения: 22.05.2015).
3. Распознавание образов для программистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://recog.ru/blog/opencv/page2/> (дата обращения: 22.05.2015).
4. Рогов А.А., Талбонен А. Н., Тимонин А.О., Калинин А.В. Автоматизация контроля численности целевых объектов фауны с помощью аэрофотосъемки // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сборник трудов VII Международной конференции. – 2014. – С. 372–375.
5. Caffe | CIFAR-10 tutorial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://caffe.berkeleyvision.org/gathered/examples/cifar10.html> (дата обращения: 22.05.2015).
6. Caffe | Deep Learning Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://caffe.berkeleyvision.org> (дата обращения: 22.05.2015).
7. Convolutional Neural Networks (LeNet) – DeepLearning 0.1 documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>. (дата обращения: 22.05.2015).
8. OpenCV – библиотека алгоритмов компьютерного зрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://develnet.ru/blog/493.html> (дата обращения: 22.05.2015).
9. Viola P., Jones M. Robust Real-time Object Detection // Second International Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision – Modelling, Learning, Computing and Sampling // Ref. Libr. – 2001.

### References

1. Ageev M., Kuralenok I., Nekrestjanov I. Oficialnye metriki ROMIP 2009 [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://romip.ru/romip2009/20\\_appendix\\_a\\_metrics.pdf](http://romip.ru/romip2009/20_appendix_a_metrics.pdf) (data obrashhenija: 22.05.2015).

romip.ru/romip2009/20\_appendix\_a\_metrics.pdf (data obrashhenija: 22.05.2015).

2. Metod Violy-Dzhonsa (Viola-Jones) kak osnova dlja raspoznavanija lic [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://habrahabr.ru/post/133826/> (data obrashhenija: 22.05.2015).

3. Raspoznavanie obrazov dlja programmistov [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://recog.ru/blog/opencv/page2/> (data obrashhenija: 22.05.2015).

4. Rogov A.A., Talbonen A.N., Timonin A.O., Kalinin A.V. Avtomatizacija kontrolja chislenosti celevyh obektov fauny s pomoshhju ajerofotos#emki // Sovremennye metody prikladnoj matematiki, teorii upravlenija i kompjuternyh tehnologij: sbornik trudov VII Mezhdunarodnoj konferencii. 2014. pp. 372–375.

5. Caffe | CIFAR-10 tutorial [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://caffe.berkeleyvision.org/gathered/examples/cifar10.html> (data obrashhenija: 22.05.2015).

6. Caffe | Deep Learning Framework [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://caffe.berkeleyvision.org> (data obrashhenija: 22.05.2015).

7. Convolutional Neural Networks (LeNet) DeepLearning 0.1 documentation [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>. (data obrashhenija: 22.05.2015).

8. OpenCV biblioteka algoritmov kompjuternogo zrenija [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://develnet.ru/blog/493.html> (data obrashhenija: 22.05.2015).

9. Viola P., Jones M. Robust Real-time Object Detection // Second International Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision Modelling, Learning, Computing and Sampling // Ref. Libr. 2001.

### Рецензенты:

Питухин Е.А., д.т.н., профессор, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск;

Печников А.А., д.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

УДК 620.179.162

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТА В ВИДЕ ЗАГЛАЖЕННОГО НЕПРОВАРА ПОСЛЕ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

Филиппов А.В., Тарасов С.Ю., Колубаев Е.А., Рубцов В.Е.

ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения» СО РАН,

Томск, e-mail: Andrey.V.Filippov@yandex.ru;

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск

В данной работе рассматривается дефект в виде непровара, полученный при сварке трением с перемешиванием стыкового соединения из алюминиевого сплава АМг5М. Рассмотрен случай образования заглаженного непровара, который является визуально не определимым. С применением металлографического исследования приведена характерная морфология рассматриваемого дефекта. Рассмотрены особенности разрушения сварного соединения с дефектом в виде заглаженного непровара. Для идентификации дефекта применялись такие методы, как визуально-измерительный контроль, рентгенографический, ультразвуковой и тепловизионный контроль. С применением методов неразрушающего контроля удалось получить исчерпывающую информацию о дефекте в виде непровара не только в местах его выхода на лицевую поверхность сварного соединения, но и в местах, заглаженных плечами инструмента, где визуально данный дефект не определяется.

**Ключевые слова:** сварка трением с перемешиванием, неразрушающий контроль, дефекты, алюминиевые сплавы

## DEFENITION OF DEFECTS IN FORM SMOTHEDED INCOMPLITE FUSION AFTER FRICTION STIR WELDING WITH USING NONDESTRUCTIVE TESTING

Filippov A.V., Tarasov S.Y., Kolubaev E.A., Rubtsov V.E.

Institute of Strength Physics and Materials Science, Siberian Branch of the Russian

Academy of Sciences, Tomsk, e-mail: Andrey.V.Filippov@yandex.ru;

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

This paper deals with a defect in the form of lack of fusion, obtained by friction stir welding butt joint of aluminum alloy АМg5М. The case of education smoothed incomplete fusion, which is not detectable visually. With the use of metallographic examination shows a typical morphology of the defect under consideration. The features of the destruction of the welded joint with a defect in the form of incomplete fusion smoothed. To identify the defect used methods such as visual and measuring control, X-ray, ultrasound and thermal control. With the application of nondestructive inspection managed to get detailed information about the defect in the form of incomplete fusion not only in the places of its output on the front surface of the welded joint, but also in places smoothed shoulders tool where the visual defect is not detected.

**Keywords:** friction stir welding, nondestructive control, defects, aluminum alloys

Сварка трением с перемешиванием [7] является одним из перспективных и современных методов получения неразъемных соединений деталей из алюминиевых сплавов, которые используются в ракетно-космической технике, железнодорожном транспорте, а также при изготовлении автомобильных цистерн. Как и в случае с традиционной сваркой плавлением, при трении с перемешиванием возможно образование дефектов, вызванное нарушением режимов или технологического процесса. Образование дефектов приводит к снижению прочности сварного соединения и является недопустимым в условиях работы тяжело нагруженных конструкций.

Первоочередным способом определения дефектов сварки трением с перемешиванием является визуально-измерительный

контроль. Однако большинство дефектов невозможно определить визуально без приготовления шлифа поперечного сечения образца. Кроме того, сварной шов является достаточно протяженным, что осложняет процесс определения дефектов. При изготовлении деталей ракетно-космической техники требуется контролировать шов на всей его длине. Применение методов неразрушающего контроля позволяет быстро получить исчерпывающую информацию о качестве сварного соединения [3, 5, 6].

Одним из распространенных дефектов при сварке трением с перемешиванием является заглаженный непровар, который располагается на небольшой глубине с лицевой стороны шва. В отдельных случаях в результате разглаживания материала плечами инструмента этот дефект скрыт и визуально

не определяется. Поэтому актуальной задачей является исследование характерных особенностей проявления этого дефекта при использовании различных методов неразрушающего контроля.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлось сварное соединение двух пластин толщиной 8 мм из термически неупрочняемого деформируемого сплава АМг5М в отожженном состоянии, выполненное сваркой трением с перемешиванием.

Тепловизионный контроль (ТК) проводился в процессе сварки [2]. Видеосъемка осуществлялась тепловизором Flir A655sc с частотой съемки 60 кадров/с. Прибор устанавливали на расстоянии 30 см от поля съемки, поле зрения – 150 мм. Коэффициент излучения исследуемого материала, полученный в результате калибровки, составил 0.2. Проведение ТК в режиме видеосъемки позволило идентифицировать местоположение обнаруженных дефектов по шкале времени видеоряда.

После записи данных производилась их постобработка специально разработанной компьютерной программой и строилась термограмма процесса сварки. Термограмма представляет собой изображение, составленное последовательно из столбцов пикселей, взятых из каждого кадра видеоряда на одинаковом расстоянии от левого края кадра. Ширина термограммы равна количеству кадров, используемому для ее построения. Таким образом, термограмма представляет собой развернутую во времени карту температуры для сечения находящегося на постоянном расстоянии от сварочного инструмента.

При ультразвуковом контроле дефектоскопия выполнялась с корневой стороны шва [1]. Исследовалась сварной шов и околосварная зона общей шириной 25 мм по всей толщине пластины. Для контроля применялся ультразвуковой дефектоскоп на фазированной решетке HARFANG VEO 16:128. Использовался метод секторного сканирования с датчиком на фазированной антенной решетке, на призме с углом 36°, с угловым разрешением от 0,05 до 1°. Углы ввода составляли от 45 до 70°, частота датчика – 10 МГц, опорное усиление 71,9 dB. В качестве контактной жидкости использовалась водопроводная вода.

Призма с датчиком устанавливалась задней стороной вдоль направляющей, перпендикулярно к оси шва на расстоянии около 2 мм от его края (11 мм от оси шва).

Ввиду большого отношения ширины шва к толщине пластины при сканировании задавался максимальный угол ввода 70°. При этом шов полностью попадает в область сканирования в 3 и 4 отражения. Фокусировка проводилась по глубине, линия фокусировки была выбрана в середине третьего отражения.

В процессе контроля призма, нагруженная «мертвой» силой 10 Н, перемещалась вдоль направляющей параллельно шву. Перемещение осуществлялось со скоростью 0,5–5 мм/с двумя способами – вручную и механизированно, с использованием электропривода через передачу «винт – гайка».

При радиационном контроле качества сварного шва был использован рентгеновский телевизор ФИЛИН 1010 [4, 8]. Размер входного окна детектора 10×10 см, разрешение 2048×2048 пикселей. Размер элемента изображения данного детектора составляет 48 мкм. Экспозиция выполнялась с помощью

источника излучения ICM CP120 при напряжении 70–120 кВ и токе рентгеновской трубки 0,5–1,5 мА. Кадры получены в режиме накопления, время экспозиции выбиралось в зависимости от толщины образца. Геометрическое увеличение не использовалось. Поскольку использовался калиброванный твердотельный детектор рентгеновского излучения, получаемые изображения были позитивными.

Вырезка образцов для металлографии производилась электрической дисковой пилой. Шлифование поверхности образцов проводилось вручную на шлифовальной бумаге производства SunMight Abrasives с постепенным уменьшением размера абразивных частиц в последовательности: P600; P800; P1200; P2000; P2500. При переходе с одного номера абразивной бумаги к другому производилась промывка образца водой и сушка на фильтровальной бумаге.

Полирование шлифов проводилось на фланелевой ткани с предварительно нанесенной на нее алмазной пастой АСМ НОМ 1/0 производства Real-Dzerzhinsk. Очистка поверхности шлифа от алмазной пасты проводилась на фланелевой ткани, смоченной суспензией, которая предварительно взбалтывалась. После очистки поверхности шлифа суспензией производилась промывка водой и сушка на фильтровальной бумаге.

Для выявления микроструктуры применялась 5% смесь водных растворов кислот HF, HCl и HNO<sub>3</sub> с объемным соотношением 2:1:1. Образец погружали в реактив и выдерживали в течение 30 секунд, затем промывали в струе воды и сушили промоканием фильтровальной бумагой.

Фотографирование поверхности образцов выполнялось на металлографическом инвертированном микроскопе МЕТАМ ЛВ-31 с помощью цифровой фотокамеры с разрешением 4 Мпкс (2272×1704 пикселя).

### Результаты исследования и их обсуждение

Морфология дефекта в виде заглаженного непровара представлена на рис. 1. Как видно, на некоторых участках наблюдается выход данного дефекта на поверхность на лицевой стороне сварного шва (рис. 2, а).

В результате выполненных испытаний на прочность при растяжении сварного соединения с дефектом рассматриваемого типа было установлено, что его прочность составляет около 50% от прочности основного материала. Такая низкая прочность соединения вызвана образованием макротрещины, перпендикулярной оси растяжения, которая появляется перед разрушением на лицевой стороне шва в месте расположения дефекта. Кроме того, дефект имеет большой размер, который существенно меняется в направлении вдоль сварного шва. Ввиду этого прочность шва существенно зависит от местоположения вырезанного из сварного шва образца для испытания.

Типичный вид образца, содержащего дефект в виде заглаженного плечами инструмента непровара по лицевой стороне, после испытания на растяжение приведен на рис. 2, б–в. В данном случае образец разрушился по дефекту, проходящему

по наступающей стороне шва. По фотографиям поверхности разрушения хорошо видно, что дефект находится непосредственно под лицевой стороной сварного шва и имеет развитую внутреннюю поверхность с внутренними полостями размером порядка 1 мм.

На рис. 3 показаны термограмма (рис. 3, а), УЗК-скан в продольном (рис. 3, а) и попереч-

ном (рис. 3, б) направлениях шва. Отдельные крупные красные пятна в середине сварного шва на термограмме совпадают с расположением прерывистой красной полосы на УЗК-скане в продольном сечении сварного шва. На УЗК-скане в поперечном сечении также хорошо видны места расположения дефектов, расположенных вблизи лицевой стороны шва.

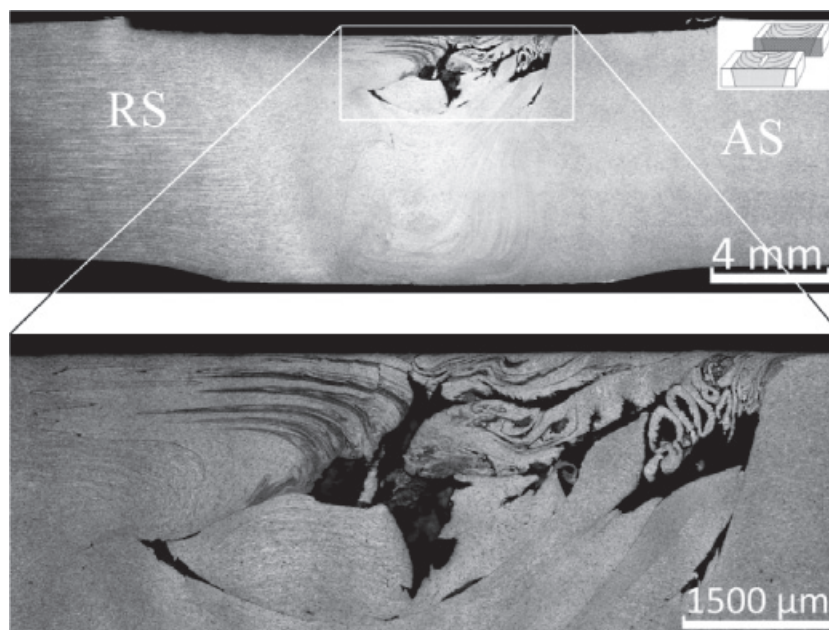


Рис. 1. Дефект в виде заглаженного непровара на поперечном сечении сварного шва и увеличенное изображение его морфологии (AS – наступающая, RS – отступающая стороны шва)

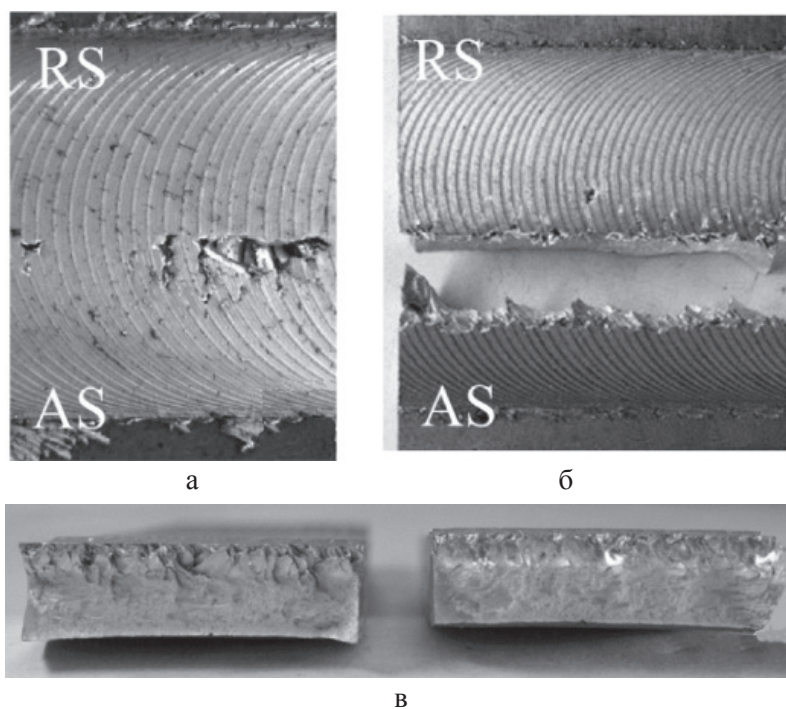


Рис. 2. Выход дефекта в виде заглаженного непровара на поверхность шва (а), лицевая сторона после испытания на растяжение (б) и поверхности разрушения (в) образца



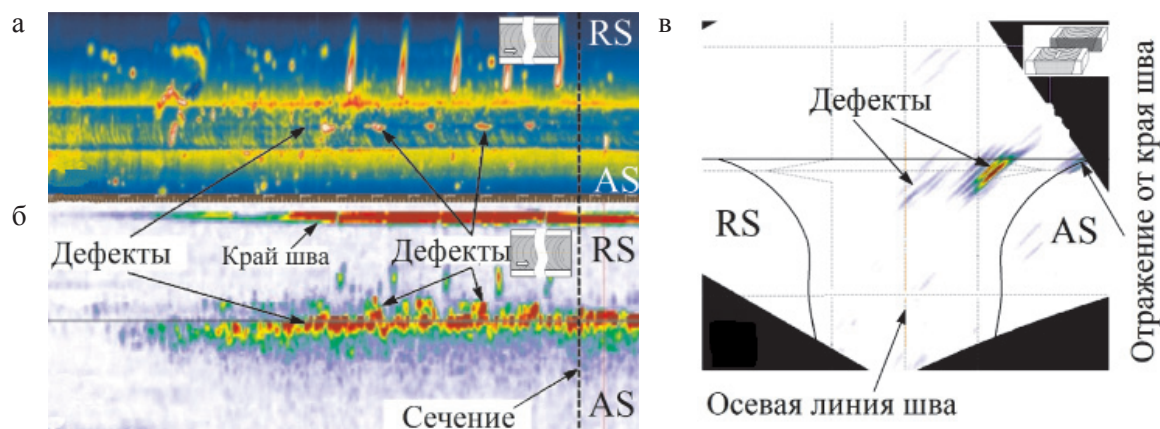


Рис. 3. Термограмма (а), УЗК-скан в продольном (б) и поперечном (в) направлениях шва

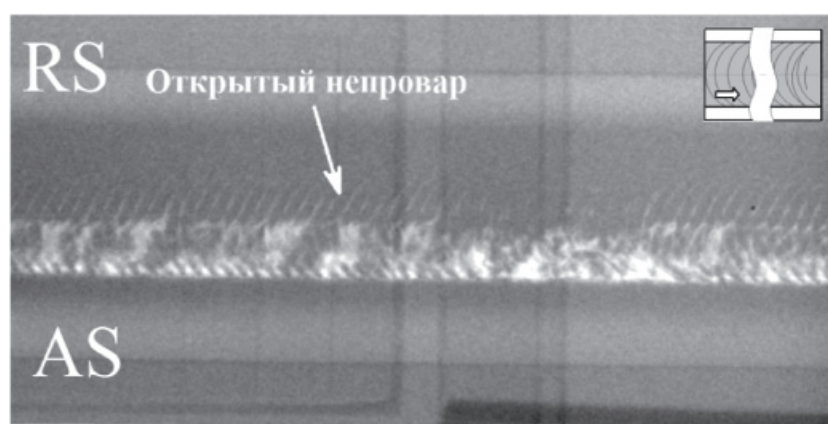


Рис. 4. Радиографическое позитивное изображение участка сварного шва с дефектом в виде заглаженного неспровара в месте его выхода на поверхность

Полученные с помощью термографии и ультразвука результаты определения расположения дефектов совпадают с результатами его определения при рентгенографии (рис. 4) и подтверждаются полученным шлифом поперечного сечения образца. Появление на термограмме сплошной красной полосы часто совпадает с местом выхода дефекта налицевую поверхность шва, что подтверждается результатами визуального измерительного контроля.

На рис. 4 приведено радиографическое позитивное изображение участка сварного шва с дефектом в виде заглаженного неспровара в месте его выхода на поверхность.

#### Заключение

Исходя из полученных данных следует, что дефект в виде заглаженного неспровара представляет высокую опасность, поскольку существенно влияет на прочность сварного соединения и не всегда может быть определен путем визуального контроля готового изделия.

В результате применения различных методов неразрушающего контроля удалось получить исчерпывающую информацию о рассматриваемом типе дефекта не только в местах выхода неспровара налицевую поверхность сварного соединения, но и в местах, заглаженных плечами инструмента, где визуально данный дефект не определяется. Следовательно, следует рекомендовать рассмотренные методы для более тщательной проверки сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием.

Работа выполнена по Проекту III.23.2.1 «Разработка научных основ создания мультимодальных функциональных материалов и покрытий триботехнического назначения на основе динамики контактирования поверхностей» и при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (договор № 02. G25.31.0063) в рамках реализации Постановления Правительства РФ № 218.



**Список литературы**

1. Рубцов В.Е., Колубаев Е.А., Тарасов С.Ю. Методика ультразвукового контроля сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, с использованием технологии фазированной антенной решетки // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: [www.science-education.ru/120-16485](http://www.science-education.ru/120-16485) (дата обращения: 11.06.2015).

2. Рубцов В.Е., Руденский Г.Е., Тарасов С.Ю., Колубаев Е.А., Гнюсов С.Ф., Васильев П.А., Бакшаев В.А. Тепловизионный мониторинг качества сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием // Сварка и диагностика. – 2015. – № 1. – С. 15–19.

3. Рубцов В.Е., Тарасов С.Ю., Колубаев Е.А., Гнюсов С.Ф. Использование методов неразрушающего контроля для диагностики дефектов в сварных швах, полученных сваркой трением с перемешиванием // Контроль. Диагностика. – 2015. – № 02. – С. 51–58.

4. Тарасов С.Ю., Рубцов В.Е., Колубаев Е.А. Использование микрофокусных источников рентгеновского излучения для дефектоскопии сварных швов после сварки трением с перемешиванием // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: [www.science-education.ru/119-15065](http://www.science-education.ru/119-15065) (дата обращения: 11.06.2015).

5. Bo Li, Yifu Shen, Weiye Hu. The study on defects in aluminum 2219-T6 thick butt friction stir welds with the application of multiple non-destructive testing methods // Materials and Design – 2011. – Vol. 32. – P. 2073–2084.

6. Kim Y.G., Fujii H., Tsumura T., Komazaki T., Nakata K.. Three defect types in friction stir welding of aluminum die casting alloy // Materials Science and Engineering A. – 2006. – Vol. 415. – P. 250–254.

7. Mishra R.S., De P.S., Kumar N. Friction stir welding and Processing. – Springe, 2014. – 338 p.

8. Tarasov S.Y., Rubtsov V.E., Kolubaev E.A.. Radiographic Detection of Defects in Friction Stir Welding on Aluminum Alloy AMg5M // AIP Conf. Proc: International Conference on Physical Mesomechanics of Multilevel Systems – 2014. – Vol. 1623. – P. 631–634.

**References**

1. Rubcov V.E., Kolubaev E.A., Tarasov S.YU. Metodika ultrazvukovogo kontrolya svarnykh soedinenij, poluchennykh

svarkoj treniem s peremeshivaniem, s ispolzovaniem tekhnologii fazirovannoj antennoj reshetki // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. no. 6. URL: [www.science-education.ru/120-16485](http://www.science-education.ru/120-16485).

2. Rubcov V.E., Rudenskij G.E., Tarasov S.YU., Kolubaev E.A., Gnyusov S.F., Vasilev P.A., Bakshaev V.A. Teplovizionnyj monitoring kachestva svarnykh soedinenij, poluchennykh svarkoj treniem s peremeshivaniem // Svarka i diagnostika. 2015. no. 1. pp. 15–19.

3. Rubcov V.E., Tarasov S.Y., Kolubaev E.A., Gnyusov S.F. Ispolzovanie metodov nerazrushajushhego kontrolja dlja diagnostiki defektov v svarnykh shvah, poluchennykh svarkoj treniem s peremeshivaniem // Kontrol. Diagnostika. 2015. o. 02. pp. 51–58.

4. Tarasov S.YU., Rubcov V.E., Kolubaev E.A. Ispolzovanie mikrofokusnykh istochnikov rentgenovskogo izlucheniya dlya defektoskopii svarnykh shvov posle svarki treniem s peremeshivaniem // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. no. 5. URL: [www.science-education.ru/119-15065](http://www.science-education.ru/119-15065).

5. Bo Li, Yifu Shen, Weiye Hu. The study on defects in aluminum 2219-T6 thick butt friction stir welds with the application of multiple non-destructive testing methods // Materials and Design 2011. Vol. 32. pp. 2073–2084.

6. Kim Y.G., Fujii H., Tsumura T., Komazaki T., Nakata K.. Three defect types in friction stir welding of aluminum die casting alloy // Materials Science and Engineering A 2006. Vol. 415. pp. 250–254.

7. Mishra R.S., De P.S., Kumar N. Friction stir welding and Processing. Springe, 2014. 338 p.

8. Tarasov S.Y., Rubtsov V.E., Kolubaev E.A.. Radiographic Detection of Defects in Friction Stir Welding on Aluminum Alloy AMg5M // AIP Conf. Proc: International Conference on Physical Mesomechanics of Multilevel Systems 2014. Vol. 1623. pp. 631–634.

**Рецензенты:**

Сизова О.В., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ИФПМ СО РАН, г. Томск;

Семухин Б.С., д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории физики прочности ИФПМ СО РАН, г. Томск.

УДК 681.518

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ В ЗАДАЧЕ КОРРЕКЦИИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Цибизова Т.Ю., Шэнь Кай, Неусыпин К.А.**

*ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»,  
Москва, e-mail: mumc@bmstu.ru*

Работа посвящена алгоритмическим методам повышения точности инерциальных навигационных систем. Исследована схема коррекции навигационных систем в выходном сигнале с использованием GPS. Представлены различные алгоритмы оценивания навигационной информации, а именно фильтр Калмана, его различные варианты реализации, их достоинства и недостатки. Предложен модифицированный нелинейный фильтр Калмана с использованием генетического алгоритма, представлена схема коррекции инерциальной навигационной системы с использованием генетического алгоритма. Проведен полунатурный эксперимент с реальной навигационной системой для оценивания ошибок при помощи линейного фильтра Калмана, нелинейного фильтра Калмана и модифицированного нелинейного фильтра Калмана с использованием генетического алгоритма. Доказано, что предложенный модифицированный фильтр работает с высокой точностью, и его рекомендовано использовать для построения моделей погрешностей ИНС.

**Ключевые слова:** летательный аппарат, инерциальная навигационная система, фильтр Калмана, генетический алгоритм

## ASSESSMENT ALGORITHMS' RESEARCH IN CORRECTION PURPOSES OF AIRCRAFT NAVIGATION SYSTEMS

**Tsibizova T.Y., Shen Kay, Neusypin K.A.**

*Federal budget-funded institution Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, e-mail: mumc@bmstu.ru*

This article is devoted to algorithmic methods of increase in respect of inertial navigation systems' accuracy. The author examines the navigation systems' correction circuit in output signal via GPS. Different algorithms for navigation systems' assessment, including Kalman filter, its versions, pros and cons, are provided. The modified non-linear Kalman filter, as well as navigation systems' correction circuit with genetic algorithms are offered. In order to assess the mistakes via linear Kalman filter, its non-linear and modified non-linear versions with genetic algorithms the seminatural experiment with actual navigation system is carried out. It is proved that the modified filter offered works with high accuracy and could be recommended for mistakes' models of inertial navigation systems.

**Keywords:** aircraft, inertial navigation system, Kalman filter, genetic algorithm

Современные летательные аппараты (ЛА) оснащены системами управления, которые реализуют различные траектории полета с учетом влияния внешней среды, возможного противодействия противника, а также изменения состояния самого ЛА. Решение задач управления ЛА во многом определяется уровнем точности измерительных систем. При управлении ЛА источником информационно-измерительных сигналов являются различные системы ориентации и навигации, в частности инерциальные навигационные системы (ИНС).

Современные ИНС имеют погрешности, обусловленные различными факторами. Эти погрешности можно компенсировать посредством конструкторских и алгоритмических методов. Реализация конструкторских методов требует значительного времени и новой технологической базы, а алгоритмические методы легко реализуются и позволяют повысить точность серийных измерительных систем. Алго-

ритмические методы повышения точности ИНС, как правило, включают алгоритмы оценивания, управления, прогноза и комплексирования [6]. При функционировании ИНС ЛА на атмосферном участке на длительных интервалах времени без коррекции от внешних измерительных систем наземных станций ближней и дальней навигации, спутниковых систем для компенсации погрешностей автономной ИНС используют способы формирования корректирующего сигнала на основе информации с датчиков углов прецессии гироскопов [2], формируют компенсационные сигналы с помощью алгоритмов фильтрации [1, 6].

Существенно повысить точность ИНС ЛА можно с помощью использования сигналов от внешнего по отношению к ИНС источника информации. В настоящее время наиболее точными являются навигационные системы с коррекцией от спутников. Рассматриваются различные схемы коррекции навигационных систем и алгоритмические

методы повышения точности навигационной информации при функционировании систем в условиях активных и пассивных помех, а также при сложном движении несущего объекта.

Предлагается в качестве алгоритма оценивания рассмотреть фильтр Калмана, нелинейный фильтр Калмана, модифицированный фильтр Калмана с использованием генетического алгоритма.

Проверка работоспособности и эффективности алгоритмов осуществляется с помощью моделирования по данным лабораторного эксперимента. Проверка работоспособности алгоритмов проведена с использованием данных лабораторного эксперимента с реальной инерциальной навигационной системой КИНД34-059.

### Коррекция навигационных систем с использованием сигналов GPS

Наиболее точная коррекция современных ИНС осуществляется алгоритмическим путем с использованием информации от GPS (рис. 1). В качестве алгоритмов коррекции часто используются различные алгоритмы оценивания для вычисления погрешностей измерительных систем [1, 2, 6]. В качестве алгоритма оценивания часто используют фильтр Калмана и его модификации [1, 6]. В настоящее время развиваются два основных направления исследований: углубленное изучение и анализ теории Байеса [1]; применение современных эволюционных алгоритмов, а именно подхода самоорганизации [3, 5], генетических алгоритмов (ГА) [10, 11] и их комбинаций для модификации традиционных фильтров Калмана.

шумов достоверно неизвестна, что может приводить к расходящемуся процессу оценивания [1, 6]. Поэтому для коррекции ИНС от GPS используют адаптивные алгоритмы оценивания [6], являющиеся модификациями фильтра Калмана.

При совершении ЛА маневров углы отклонения гиросtabilизированной платформы (ГСП) ИНС относительно выбранной системы координат нарастают, и линейная модель ее погрешностей, полученная с учетом предположения о горизонтальном движении несущего объекта и малости углов стабилизации, становится неадекватной реальному процессу [6].

К точности решения поставленных задач на современных ЛА предъявляются жесткие требования. Поэтому в практических приложениях используется комплексирование ИНС с GPS и последующая обработка навигационной информации посредством нелинейного фильтра Калмана.

Пусть уравнение для вектора состояния имеет вид

$$\dot{x}_k = \Phi_k(x_{k-1}) + w_k, \quad (1)$$

где  $x_k$  – вектор состояния;  $\Phi_k(x_{k-1})$  – нелинейная матрица модели, и часть вектора состояния измеряется:

$$z_k = H_k x_k + v_k, \quad (2)$$

где  $z_k$  – вектор измерений;  $H_k$  – матрица измерений;  $w_k$  и  $v_k$  – дискретные аналоги гауссовского белого шума с нулевыми математическими ожиданиями и матрицами ковариаций  $Q_k$  и  $R_k$  соответственно,

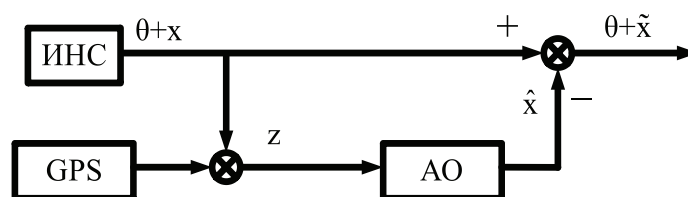


Рис. 1. Схема коррекции ИНС с использованием GPS:

ИНС – инерциальная навигационная система; GPS – система глобального позиционирования;  
 О – алгоритм оценивания;  $\theta$  – истинная навигационная информация;  
 $z$  – измерение;  $x$  – состояние системы;  $\hat{x}$  – оценки;  $\tilde{x}$  – ошибки оценивания

### Алгоритмы оценивания

Фильтр Калмана обеспечивает рекурсивное решение для линейной задачи оптимального оценивания в стационарных, а также нестационарных условиях.

В практических приложениях априорная информация о статистических характеристиках входного и измерительного

некоррелированные между собой, уравнения фильтра Калмана примут вид [9]

$$\hat{x}_k = \hat{x}_{k/k-1} + K_k (\hat{x}_{k-1}) [z_k - H_k \hat{x}_{k/k-1}];$$

$$\hat{x}_{k/k-1} = \Phi_k(\hat{x}_{k-1});$$

$$K_k(\hat{x}_{k-1}) = P_{k/k-1} H_k^T (H_k P_{k/k-1} H_k^T + R_k)^{-1}; \quad (3)$$

$$\mathbf{P}_{k/k-1} = \frac{\partial \Phi_k(\hat{x}_{k-1})}{\partial x_{k-1}^T} \mathbf{P}_{k-1} \left[ \frac{\partial \Phi_k(\hat{x}_{k-1})}{\partial x_{k-1}^T} \right]^T + \mathbf{Q}_k;$$

$$\mathbf{P}_k = (\mathbf{I} - \mathbf{K}_k(\hat{x}_{k-1})\mathbf{H}_k) \mathbf{P}_{k/k-1},$$

где  $\mathbf{I}$  – единичная матрица;  $\mathbf{P}_k$  – ковариационная матрица ошибок оценивания.

Но такой подход применим лишь в случае унимодального характера апостериорной плотности, когда апостериорная плотность многоэкстремальна, используется алгоритм, в котором апостериорная плотность представлена набором дельта-функций.

Недостатком представления апостериорной плотности в виде дельта-функций является то, что не учитывается локальное поведение функции  $\Phi_k$  в окрестности узлов сетки  $x_k^j$ . Ясно, что увеличение количества узлов сетки позволит повысить точность, но при этом возрастет объем вычислений.

Известен алгоритм, позволяющий учесть локальное поведение функций  $\Phi_k(x_{k-1})$ , построен на полигауссовской аппроксимации апостериорной плотности [9].

Перечисленные варианты реализаций нелинейного фильтра Калмана предполагают линеаризацию модели погрешностей ИНС с помощью ряда Тейлора, представление апостериорной плотности в виде набора  $\delta$ -функций или замену апостериорной плотности системой частных гауссовских плотностей, взятых с различными весами. В итоге в фильтре Калмана используются только линейные модели погрешностей ИНС.

Использование нелинейных моделей в фильтре Калмана в общем случае затруднительно ввиду того, что апостериорная плотность вектора состояния в этом случае не является гауссовской, и, следовательно, получить легко алгоритмизируемые рекуррентные соотношения для вычисления оценок вектора состояния не представляется возможным.

Известны подходы [1, 9], в рамках которых реализация фильтра Калмана сведена к решению стохастического дифференциального уравнения в частных производных, записанного в форме Ито или в форме Стратоновича. Однако практическая реализация решения этого уравнения сложна еще и потому, что при интегрировании этих уравнений необходимо применять специальные правила, не совпадающие с обычными правилами математического анализа.

Другим недостатком упомянутых вариантов реализации нелинейного фильтра Калмана является невысокая точность исходной нелинейной модели. Эта модель получена посредством анализа физических

законов, которые лежат в основе функционирования исследуемой конструкции ИНС. Однако учитываются лишь некоторые основные законы, принципы и возмущающие факторы, определяющие погрешности ИНС. Поэтому при маневрировании ЛА возникает необходимость идентификации параметров модели погрешностей ИНС. Для решения задачи совместного оценивания параметров и состояния объекта могут быть использованы метод инвариантного погружения с расширенным вектором состояния и расширенный фильтр Калмана. Однако расширение вектора состояния путем включения в него неизвестных параметров приводит к тому, что уравнения модели становятся нелинейными даже в случае линейной по состоянию и по параметрам исходной модели.

При реализации расширенного фильтра Калмана оценки, как правило, имеют расходящийся характер, обусловленный отсутствием априорной информации о статистических характеристиках шумов и из-за погрешностей линеаризации.

Решение нелинейной задачи совместного оценивания параметров и состояния может быть получено посредством адаптивных наблюдателей [6, 7]. Преимуществом адаптивных наблюдателей является отсутствие необходимости проведения операции линеаризации, что исключает весьма существенные ошибки, связанные с линеаризацией уравнений, описывающих оцениваемый процесс. Использование адаптивных наблюдателей возможно лишь в специфических случаях. Например, динамика вектора состояния описывается линейными уравнениями, а измерения нелинейно зависят от компонент вектора состояния объекта, нелинейный по состоянию объект, линейно зависящий от параметров и др.

На погрешность ИНС оказывают влияние многообразные возмущающие факторы, многие из которых коррелированы и, как правило, описываются с помощью вероятностных характеристик или стохастических уравнений. Однако достоверная информация о статистических характеристиках на практике отсутствует. Поэтому при оценивании погрешностей ИНС с использованием сложных моделей необходимо осуществлять идентификацию параметров и структуры модели в процессе функционирования системы. В некоторых случаях можно использовать подходы, базирующиеся на теории дифференциальной геометрии [4], которые позволяют проводить линеаризацию без потери точности.

В качестве алгоритма идентификации может быть использован, например, фильтр



Вольтерра второго порядка [8]. В качестве основной трудности реализации подобных алгоритмов является необходимость обработки большой базы данных, характеризующей работу идентифицируемой системы. Конструктивным подходом в решении данной задачи является использование фильтрующей структуры в виде последовательности Вольтерра. Однако одной из главных причин достаточно редкого применения методики фильтрации Вольтерра на практике является значительная сложность, связанная с реализацией фильтров Вольтерра. Количество операций при реализации увеличивается экспоненциально с увеличением порядка фильтра. Упрощение реализации фильтра Вольтерра возможно осуществить

путем параллельной комбинации линейного и квадратичного фильтров [8].

Наиболее полно учесть все особенности характера изменения погрешностей ИНС и, что особенно важно, конкретной ИНС в условиях каждого конкретного полета возможно посредством построения нелинейной модели с помощью одного из эволюционных алгоритмов – алгоритма самоорганизации и генетического алгоритма [5, 10].

Нелинейная модель используется в качестве эталонной модели для обеспечения адекватности модели фильтра Калмана и реального процесса изменения погрешностей ИНС. На рис. 2 представлена схема коррекции ИНС с использованием генетического алгоритма (ГА).

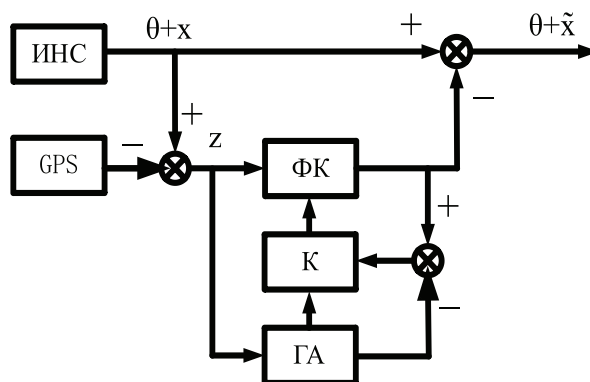


Рис. 2. Схема коррекции ИНС с использованием генетического алгоритма:  
 ИНС – инерциальная навигационная система; GPS – система глобального позиционирования;  
 ФК – фильтр Калмана; ГА – генетический алгоритм; К – критерий – индикатор расходимости  
 процесса оценивания;  $\theta$  – истинная навигационная информация;  $x$  – истинные ИНС ошибки;  
 $\tilde{x}$  – оценки ИНС ошибок

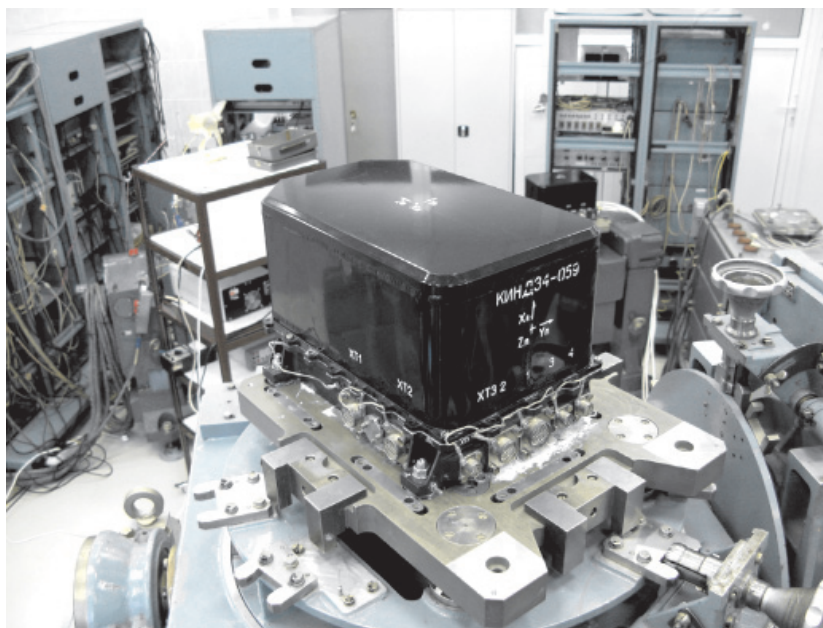


Рис. 3. Навигационная система КИИД34-059



### Моделирование по данным лабораторного эксперимента

Для того чтобы определить эффективность алгоритмов оценивания, использованы данные полунатурного эксперимента с реальной навигационной системой КИНД34-059 (рис. 3).

Для оценивания ошибок ИНС использованы: линейный фильтр Калмана (ЛФК), нелинейный фильтр Калмана (НФК) и модифицированный нелинейный фильтр Калмана с использованием генетического алгоритма (НФК с ГА).

Ошибки ИНС в определении местоположения вычислены в течение периода времени 0–5 ч показаны в таблице.

Ошибки ИНС в определении местоположения

| ИНС с алгоритмом | Ошибки, точная составляющая, м | Ошибки, северная составляющая, м |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| ЛФК              | 77                             | 83                               |
| НФК              | 44                             | 28                               |
| НФК с ГА         | 2,8                            | 1,3                              |

В соответствии с результатами лабораторных экспериментов модифицированный фильтр Калмана с генетическим алгоритмом в условиях маневрирования ЛА превосходит по точности классический нелинейный фильтр Калмана и линейный фильтр Калмана, работает с высокой точностью, и его рекомендовано использовать для построения моделей погрешностей ИНС.

### Выводы

Исследованы способы обработки навигационной информации ЛА в схеме коррекции ИНС в выходном сигнале. Представлены линейный и нелинейный фильтры Калмана. Анализ особенностей различных способов реализации фильтра Калмана показал необходимость использования апостериорной информации о модели исследуемого процесса.

В качестве алгоритма обработки информации предложено использовать нелинейный фильтр Калмана, модифицированный с помощью генетического алгоритма.

Эффективность предложенного алгоритма проверена с помощью математического моделирования и моделирования по данным полунатурного эксперимента с системой КИНД34-059. Результаты моделирования продемонстрировали высокую точность модифицированного нелинейного фильтра Калмана с использованием генетического алгоритма.

### Список литературы

1. Балакришнан А.В. Теория фильтрации Калмана: пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 168 с.
2. Буй Ван Кыонг, Неусыпин К.А. Алгоритмический способ повышения точности навигационных систем // Автоматизация и современные технологии. – 2005. – № 7. – С. 11–15.
3. Ивахненко А.Г., Мюллер Й.Я. Самоорганизация прогнозирующих моделей. – Киев: Техника, 1985. – 376 с.

4. Неусыпин К.А., Кэ Ф., Дзя Л.С. Управление и наведение ракет, основанное на теории дифференциальной геометрии // Автоматизация и современные технологии. – 2012. – № 1. – С. 16–20.

5. Неусыпин К.А. Разработка модифицированных алгоритмов самоорганизации для коррекции навигационной информации // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 1. – С. 37–39.

6. Неусыпин К.А. Современные системы и методы наведения, навигации и управления летательными аппаратами. – М.: Изд. МГОУ, 2009. – 500 с.

7. Неусыпин К.А., Шелухина Н.А. Коррекция навигационной информации посредством нелинейного фильтра Калмана // Автоматизация и современные технологии. – 2000. – № 4. – С. 21–23.

8. Пупков К.А., Цибизова Т.Ю. Реализация фильтра Вольterra второго порядка для идентификации нелинейных систем управления // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2006. – № 6. – URL <http://technomag.edu.ru/doc/58741.html> (дата обращения 10.03.2015).

9. Степанов О.А. Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации. – СПб.: ГИЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 1998. – 370 с.

10. Фам С.Ф., Цибизова Т.Ю. Методы построения математических моделей: генетические алгоритмы // Достижения вузовской науки: труды международной научно-практической конференции. – М.: ИИУ МГОУ, 2014. – С. 158–162.

11. Цибизова Т.Ю., Чан Нгок Хыонг, Нгуен Динь Тхай. Разработка компактного генетического алгоритма летательного аппарата // Естественные и технические науки. – 2015. – № 4 (82). – С. 175–178.

### References

1. Balakrishnan A.V. *Teoriya filtratsii Kalmana*: per. s angl. Moscow, Mir, 1988. 168 p.
2. Buy Van Kyong, Neusyypin K.A. Algoritmičeskij sposob povyšeniya točnosti navigatsionnykh sistem, *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii*, 2005, no 7, pp. 11–15.
3. Ivakhnenko A.G., Myuller Y.Ya. *Samooorganizatsiya prognoziruyushchikh modeley*. Kiev, Tekhnika, 1985. 376 p.
4. Neusyypin K.A., Ke F., Dzya L.S. Upravlenie i navedenie raket, osnovannoe na teorii differentsialnoy geometrii, *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii*, 2012, no 1, pp. 16–20.
5. Neusyypin K.A. Razrabotka modifitsirovannykh algoritmov samooorganizatsii dlya korrektsii navigatsionnoy informatsii, *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii*, 2009, no 1, pp. 37–39.
6. Neusyypin K.A. *Sovremennye sistemy i metody navedeniya, navigatsii i upravleniya letatelnyimi apparatami*, Moscow, Izd. MGOU, 2009. 500 p.
7. Neusyypin K.A., Shelukhina N.A. Korrektsiya navigatsionnoy informatsii posredstvom nelineynogo filtra Kalmana, *Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii*, 2000, no 4, pp. 21–23.
8. Pupkov K.A., Tsibizova T.Yu. Realizatsiya filtra Volterra второго порядка dlya identifikatsii nelineynykh sistem upravleniya, *Nauka i obrazovanie*, 2006, no 6, URL <http://technomag.edu.ru/doc/58741.html>. (accessed 10.03.2015).
9. Stepanov O.A. *Primenenie teorii nelineynoy filtratsii v zadachakh obrabotki navigatsionnoy informatsii*, Sankt-Peterburg, GNTs RF – TsNII «Elektroprigor», 1998. 370 p.
10. Fam S.F., Tsibizova T.Yu. Metody postroeniya matematicheskikh modeley: geneticheskie algoritmy. V sbornike: Dostizheniya vuzovskoy nauki: Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Moscow, IIU MGOU, 2014, pp. 158–162.
11. Tsibizova T.Yu., Chan Ngok Khyong, Nguen Din Tkhai. Razrabotka kompaktnogo geneticheskogo algoritma letatel'nogo apparata, *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2015, no 4 (82), pp. 175–178.

### Рецензенты:

Пролетарский А.В., д.т.н., профессор, декан факультета «Информатика и системы управления», зав. кафедрой «Компьютерные системы и сети», МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

Галиновский А.Л., д.т.н., профессор кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва.

УДК 621.789; 519.246

**РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ****Чигиринский Ю.Л., Щепетнов И.А., Чигиринская Н.В.***ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,  
Волгоград, e-mail: Julio-Tchigirinsky@yandex.ru*

Представлена и обоснована статистическая модель, отражающая взаимосвязи характеристик обрабатываемого материала и технологических режимов лазерного упрочнения с результатами обработки – глубиной поверхностного слоя с измененными физико-механическими свойствами. Модель построена как обобщение результатов исследований отечественных и зарубежных специалистов. Для определения коэффициентов регрессии использована методика полнофакторного производственного эксперимента. При построении аддитивной и мультипликативных моделей обеспечено выполнение комплекса условий Гаусса – Маркова. Показано, в результате сравнения моделей с точки зрения достоверности, адекватности и относительной погрешности, что наиболее корректное описание процесса дает степенная мультипликативная модель. Приведены практические рекомендации относительно применения методов математической статистики для отбора управляющих факторов, построения регрессионных моделей и прогнозирования результатов лазерного упрочнения поверхностей стальных деталей.

**Ключевые слова:** качество поверхности, поверхностный слой с измененными физико-механическими характеристиками, лазерное упрочнение, регрессионная модель, полнофакторный эксперимент, управляющие технологические факторы, достоверность, адекватность

**REGRESSION MODEL OF LASER HARDENING PROCESS****Chigirinskiy Y.L., Schepetnov I.A., Chigirinskaya N.V.***Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: Julio-Tchigirinsky@yandex.ru*

Presents and justifies a statistical model that expresses the relationship of the characteristics of the processed material and technological conditions of laser hardening the processing results – the depth of the surface layer with modified physical and mechanical properties. The model is constructed as a generalization of the research results of domestic and foreign experts. To determine the coefficients of the regression methodology used full factorial production experiment. When building additive and multiplicative models based on the complex conditions of the Gauss-Markov. Shows the comparison of models from the point of view of reliability, adequacy, and relative error, which is the most correct description of the process gives power multiplicative model. Practical recommendations on the application of mathematical statistics methods for the selection of control factors in the regression models and prediction results of laser surface hardening of steel parts.

**Keyword:** surface quality, surface layer of the modified physical-mechanical characteristics, laser hardening, regression model, full factorial experiment, control technological factors, reliability, model adequacy

Проведен литературный обзор научных работ по лазерному упрочнению поверхностного слоя сталей и чугунов и выявлены основные факторы, которые в конечном итоге влияют в большей мере на требуемые свойства поверхностной закали.

Виртуальный полнофакторный эксперимент охватывает стали [3] 20ХН3А, 45ХН2МФА, 12Х13, 30Х13, 12Х17, 15Х25Т, 12Х18Н10Т. Данные для моделирования получены в результате анализа результатов исследований [1, 2, 7 и др.], опубликованных в научных периодических и монографических изданиях. Достоверность средних значений, определенная по критерию Стьюдента, составила не менее 98% с учетом объемов статистических выборок не менее 140 наблюдений.

Общий массив (табл. 1) исходных данных включает усредненные результаты 140 экспериментов, что образует выборку, репрезентативность которой достаточна

для построения аддитивной [4, 5] четырехфакторной ( $140 > 2^4 = 16$ ) и мультипликативных ( $140 > 3^4 = 81$ ) регрессионных моделей.

Для уточнения списка объясняющих переменных определим (1, 2) коэффициенты корреляции (табл. 2):

коэффициент корреляции «фактор-функция»

$$r_{\Phi_j R} = \frac{\sum_{i=1}^k (\Phi_{ij} - \bar{\Phi}_j) \cdot (R_i - \bar{R})}{k \cdot \sigma_{\Phi_j} \cdot \sigma_R}; \quad (1)$$

коэффициент интеркорреляции факторов

$$r_{\Phi_j \Phi_z} = \frac{\sum_{i=1}^k (\Phi_{ij} - \bar{\Phi}_j) \cdot (\Phi_{iz} - \bar{\Phi}_z)}{k \cdot \sigma_{\Phi_j} \cdot \sigma_{\Phi_z}}. \quad (2)$$

Таблица 1

Усредненные результаты экспериментов

| Размер пятна лазера ( $r$ , мм) | Время закалки, ( $t$ , с) | Коэффициент температурного расширения ( $\alpha \cdot 10^{-6}$ , $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) | Скорость ( $V_{\text{обр}}$ , м/с) | Глубина закалки ( $Z_{\text{зак}}$ , мм) |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| $\Phi_1$                        | $\Phi_2$                  | $\Phi_3$                                                                                   | $\Phi_4$                           | R                                        |
| 1                               | 0,28                      | 13                                                                                         | 7                                  | 0,031                                    |
| 1                               | 0,14                      | 13                                                                                         | 14                                 | 0,020                                    |
| 1                               | 0,09                      | 13                                                                                         | 21                                 | 0,017                                    |
| 1                               | 0,07                      | 13                                                                                         | 28                                 | 0,015                                    |
| ...                             |                           |                                                                                            |                                    |                                          |
| 2,5                             | 0,35                      | 13                                                                                         | 14                                 | 0,034                                    |
| 2,5                             | 0,23                      | 13                                                                                         | 21                                 | 0,028                                    |
| 2,5                             | 0,17                      | 13                                                                                         | 28                                 | 0,024                                    |
| 2,5                             | 0,71                      | 13                                                                                         | 7                                  | 0,045                                    |
| ...                             |                           |                                                                                            |                                    |                                          |
| 3                               | 0,42                      | 11,5                                                                                       | 14                                 | 0,026                                    |
| 3                               | 0,28                      | 11,5                                                                                       | 21                                 | 0,021                                    |
| 3                               | 0,21                      | 11,5                                                                                       | 28                                 | 0,018                                    |
| 3                               | 0,85                      | 11,5                                                                                       | 7                                  | 0,037                                    |

Таблица 2

Корреляция и интеркорреляция

| $\Phi_2$ | $\Phi_3$ | $\Phi_4$ |         |          |
|----------|----------|----------|---------|----------|
| 0,0593   | 0,000    | 0,0000   | R       |          |
|          | 0,000    | -0,7523  | 0,4659  | $\Phi_1$ |
|          |          | 0,0000   | 0,8416  | $\Phi_2$ |
|          |          |          | -0,0316 | $\Phi_3$ |
|          |          |          | -0,6521 | $\Phi_4$ |

Поскольку коэффициенты интеркорреляции (2) факторов достаточно малы, можно говорить о слабом взаимном влиянии, за исключением коэффициента интеркорреляции фактора  $r_{\Phi_3, \Phi_4}$ . Однако, несмотря на вероятную интеркорреляцию факторов  $\Phi_3$  и  $\Phi_4$ , многие авторы [1, 2, 7] включают эти факторы в исследования. Аналогично, несмотря на малые значения (табл. 3) коэффициентов корреляции «фактор-функция» (1) для факторов  $\Phi_1$  и  $\Phi_3$ , что практически означает отсутствие линейной зависимости функции отклика от этих факторов, мы также рассматриваем их при моделировании.

Ранее [4, 6] мы обсуждали вопросы, связанные с корректностью построения и возможностью математического анализа регрессионных моделей, в частности с так называемыми условиями Гаусса – Маркова. Для обеспечения выполнения комплекса условий в отношении ортогональности и ро-

татабельности исходных данных, выполним их нормирование [5] в соответствии с соотношениями (3...5, табл. 3).

В работе рассматриваются три спецификации исходных моделей: линейная, степенная и показательная (экспоненциальная), – наиболее часто применяемые для описания процессов механической и физико-технической обработки. Процедура нормирования (3...5) позволяет привести все модели к одинаковому – линейному – виду в безразмерном координатном пространстве. Использование нормированного координатного пространства позволяет выполнять количественное сравнение коэффициентов регрессии с целью ранжирования технологических факторов по степени воздействия на результат исследуемого процесса.

Фрагмент массива нормированных исходных данных для построения степенной модели и результаты моделирования приведены в табл. 4.

Из представленных (рисунок) графиков видно, что поведение прогнозных линий идентично экспериментальным данным, следовательно, все модели соответствуют реальному процессу. Наиболее близко к экспериментальной кривой лежит график степенной модели, наибольшая погрешность у модели линейной.

В соответствии с неравенством (6) определены значения доверительной вероятности  $\alpha$  из условия статистической значимости всех рассматриваемых технологических факторов.

Таблица 3

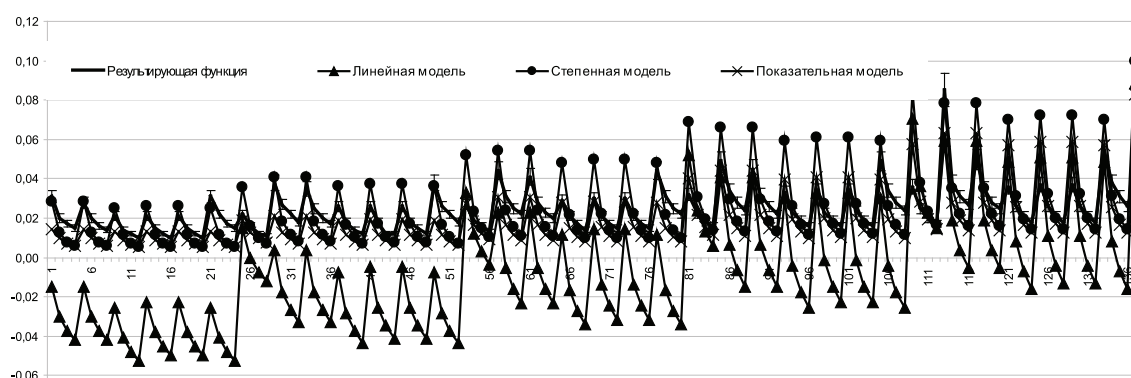
## Преобразования исходной модели

| Спецификация модели  | Исходная модель                            | Правила нормирования                                                                                                                                                                                                                        | Нормированная модель                            |
|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Линейная модель      | $R = B_0 + \sum_{j=1}^n B_j \cdot \Phi_j$  | $Y_i = 2 \cdot \frac{R_i - \max(R)}{\max(R) - \min(R)} - 1;$<br>$X_{ij} = 2 \cdot \frac{\Phi_{ij} - \max(\Phi_j)}{\max(\Phi_j) - \min(\Phi_j)} - 1$                                                                                         | $Y_i = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_{ij} \quad (3)$ |
| Степенная модель     | $R = B_0 \cdot \prod_{j=1}^n \Phi_j^{B_j}$ | $Y_i = 2 \cdot \frac{\ln\left(\frac{R_i}{\max(R)}\right)}{\ln\left(\frac{\max(R)}{\min(R)}\right)} - 1;$<br>$X_{ij} = 2 \cdot \frac{\ln\left(\frac{\Phi_{ij}}{\max(\Phi_j)}\right)}{\ln\left(\frac{\max(\Phi_j)}{\min(\Phi_j)}\right)} - 1$ | $Y_i = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_{ij} \quad (4)$ |
| Показательная модель | $R = B_0 \cdot \prod_{j=1}^n B_j^{\Phi_j}$ | $Y_i = 2 \cdot \frac{\ln\left(\frac{R_i}{\max(R)}\right)}{\ln\left(\frac{\max(R)}{\min(R)}\right)} - 1;$<br>$X_{ij} = 2 \cdot \frac{\Phi_{ij} - \max(\Phi_j)}{\max(\Phi_j) - \min(\Phi_j)} - 1$                                             | $Y_i = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_{ij} \quad (5)$ |

Таблица 4

## Параметры степенной модели (нормированные величины)

| № п/п              | $Y$ (норма $R$ ) | $X_1$ (норма $\Phi_1$ ) | $X_2$ (норма $\Phi_2$ ) | $X_3$ (норма $\Phi_3$ ) | $X_4$ (норма $\Phi_4$ ) |
|--------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                  | 0,0567           | -0,8378                 | 0,1060                  | -0,2439                 | -0,8672                 |
| ...                |                  |                         |                         |                         |                         |
| 140                | -0,3616          | 0,8533                  | -0,1073                 | 0,7355                  | 0,8799                  |
| Коэфф. регрессии   | $a_j$            | 0,21                    | 0,62                    | 0,21                    | -0,41                   |
| Критерий Стьюдента | $t_j$            | 0,64                    | 1,86                    | 0,63                    | 1,23                    |



Сравнение экспериментальных данных и результатов моделирования

Статистическая значимость факторов  $X_j$  оценивается [5] по критерию Стьюдента (6)

$$t = \frac{|A_j|}{\sigma^{(Y)}} \geq T_{\alpha} (3^n - 1). \quad (6)$$

Проверка адекватности моделей выполнена [5] по критерию Фишера (7) при уровне доверительной вероятности, соответствующем статистической значимости факторов.

$$F_{\text{мод}} = \left( \frac{\sigma_{\text{эксп}}}{\sigma_{\text{мод}}} \right)^2 = \frac{\sum_{i=1}^z (R_i^{\text{эксп}} - \bar{R})^2}{\sum_{i=1}^z (R_i^{\text{эксп}} - R_i^{\text{мод}})^2}. \quad (7)$$

Результаты моделирования приведены в табл. 5, 6.

Сравнение коэффициентов регрессии нормированных моделей позволяет сделать следующее заключение: линейная модель не в полной мере учитывает влияние рассматриваемых технологических факторов, поскольку коэффициент  $A_0$  (степень риска) достаточно велик, по сравнению с коэффициентами регрессии технологических факторов.

Ранжированные по степени значимости списки технологических факторов выглядят следующим образом.

Для степенной модели:

- длительность воздействия лазерного луча (время обработки);
- скорость вращения обрабатываемой детали;
- радиус лазерного луча (радиус светового пятна на обрабатываемой поверхности);
- теплофизические характеристики обрабатываемого материала.

Для показательной модели:

- длительность воздействия лазерного луча (время обработки);
- радиус лазерного луча (радиус светового пятна на обрабатываемой поверхности);
- скорость вращения обрабатываемой детали;
- теплофизические характеристики обрабатываемого материала.

Сравнительная оценка погрешности и достоверности (табл. 6) моделей позволяет сформулировать следующие выводы:

1) степенная полнофакторная модель наиболее адекватно описывает процесс лазерного упрочнения поверхностного слоя исследованных сталей;

2) проведенный авторами предварительный анализ литературы о наиболее значимых факторах, влияющих на процесс закалки, вполне согласуется с результатами моделирования.

Таблица 5

Коэффициенты регрессии нормированных моделей

| Модель |                                 | Значимость факторов |       |       |       |        |
|--------|---------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|
|        |                                 | $A_0$               | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$  |
| 1      | Линейная, все факторы           | –0,637              | 0,344 | 0,899 | 0,666 | –0,119 |
| 2      | Линейная, значимые факторы      | –0,637              | 0,344 | 0,899 | 0,666 | –0,119 |
| 3      | Степенная, все факторы          | –0,217              | 0,213 | 0,624 | 0,212 | –0,411 |
| 4      | Степенная, значимые факторы     | –0,217              | 0,213 | 0,624 | 0,212 | –0,411 |
| 5      | Показательная, все факторы      | –0,217              | 0,342 | 0,525 | 0,221 | –0,311 |
| 6      | Показательная, значимые факторы | –0,217              | 0,342 | 0,525 | 0,221 | –0,311 |

Таблица 6

Параметры моделей в реальном координатном пространстве

| Модель        | Коэффициенты $B_j$ |       |       |       |       | Достоверность | Относительная погрешность | Адекватность |
|---------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------------------|--------------|
|               | $B_0$              | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |               |                           |              |
| Линейная      | –0,12              | 0,01  | 0,1   | 0,01  | 0,00  | 99,40 %       | 179,77 %                  | адекватна    |
| Степенная     | 0,03               | 0,38  | 0,54  | 0,69  | –0,61 | 87,10 %       | 34,65 %                   | адекватна    |
| Показательная | 0,00               | 1,40  | 4,1   | 1,05  | 0,97  | 52,00 %       | 36,57 %                   | не адекватна |



**Список литературы**

1. Евдокимов В.Д. Технология упрочнения машиностроительных. – Николаев: Изд. НГГУ им. Петра Могилы. – 2005. – 352 с.
2. Майоров В.С. Лазерное упрочнение металлов // Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок: монография / под ред. В.Я. Панченко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 664 с.
3. Марочник сталей [Электронный ресурс] // Центральный металлический портал РФ. – Режим доступа: [http://metallicheskiy-portal.ru/marki\\_metallov/search/](http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/search/).
4. Чигиринский Ю.Л. Особенности применения табличного процессора для построения многофакторных регрессионных моделей / Ю.Л. Чигиринский, Н.В. Чигиринская // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сб. науч. тр. XI междунар. науч.-практ. конф. (19-21 марта 2014 г.). В 4 т. Т. 4 / Юго-Западный гос. ун-т, Московский гос. технол. ун-т «Станкин», Тульский гос. ун-т [и др.]. – Курск, 2014. – С. 315–319.
5. Чигиринский Ю.Л. Стохастическое моделирование в машиностроении: учеб. пособие / Ю.Л. Чигиринский, Н.В. Чигиринская, Ю.М. Быков; ВолгГТУ. – Волгоград: РПК «Политехник», 2002. – 68 с.
6. Чигиринский Ю.Л. Структура электронной таблицы для построения многофакторных регрессионных моделей / Ю.Л. Чигиринский, Н.В. Чигиринская, Л.А. Качалова // Изв. ВолгГТУ. Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». Вып. 11: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – № 8. – С. 39–41.
7. Capello Ed. and Previtali B. Optimization of production rate in diode laser hardening // Journal of Laser Applications. –2008. – № 20 (1). – DOI: 10.2351/1.2795747.

**References**

1. Evdokimov V.D. Tehnologija uprochnenija mashinostroitelnyh. Nikolaev: Izd. NGGU im. Petra Mogily. 2005. 352 p.
2. Majorov V.S. Lazernoe uprochnenie metallov // Lazernye tehnologii obrabotki materialov: sovremennye problemy fundamentalnyh issledovanij i prikladnyh raz-

rabotok: monografija / pod red. V.Ja. Panchenko. M.: FIZMATLIT, 2009. 664 p.

3. Marochnik stalej [Elektronnyj resurs] // Centralnyj metallicheskiy portal RF. Rezhim dostupa: [http://metallicheskiy-portal.ru/marki\\_metallov/search/](http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/search/).

4. Chigirinskij Ju.L. Osobennosti primeneniya tablichnogo processora dlja postroeniya mnogofaktornyh regressionnyh modelej / Ju.L. Chigirinskij, N.V. Chigirinskaja // Sovremennye instrumentalnye sistemy, informacionnye tehnologii i innovacii: sb. nauch. tr. XI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (19-21 marta 2014 g.). Vol. 4 t. T. 4 / Jugo-Zapadnyj gos. un-t, Moskovskij gos. tehnol. un-t «Stankin», Tulskij gos. un-t [i dr.]. Kursk, 2014. pp. 315–319.

5. Chigirinskij Ju.L. Stohasticheskoe modelirovanie v mashinostroenii: ucheb. posobie / Ju.L. Chigirinskij, N.V. Chigirinskaja, Ju.M. Bykov; VolgGTU. Volgograd: RPK «Politehnik», 2002. 68 p.

6. Chigirinskij Ju.L. Struktura jelektronnoj tablicy dlja postroeniya mnogofaktornyh regressionnyh modelej / Ju.L. Chigirinskij, N.V. Chigirinskaja, L.A. Kachalova // Izv. VolgGTU. Serija «Progressivnye tehnologii v mashinostroenii». Vyp. 11: mezhvuz. sb. nauch. st. / VolgGTU. Volgograd, 2014. no. 8. pp. 39–41.

7. Capello Ed. and Previtali B. Optimization of production rate in diode laser hardening // Journal of Laser Applications. –2008. no. 20 (1). DOI: 10.2351/1.2795747.

**Рецензенты:**

Мартынов В.В., д.т.н., профессор кафедры «Проектирование технических и технологических комплексов», ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», г. Саратов;

Каунов А.М., д.т.н., профессор кафедры «Теория и методика трудового обучения и воспитания», ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград.

УДК 53096

## МЕХАНИЗМ ДЕГИДРОКСИЛАЦИИ МИНЕРАЛОВ С ПОЗИЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Шишелова Т.И., Липовченко Е.Л.

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
Иркутск, e-mail: tamara.shishelova@gmail.com, egor-lip@mail.ru*

В статье с позиций квантовой механики представлен процесс дегидроксиляции в минералах. Процесс потери гидроксильной группы рассмотрен как процесс делокализации протона в системе — два атома кислорода и протон между ними. Такое перемещение протона обусловлено его переходом в возбужденное состояние при нагревании системы. Предлагаемой моделью является процесс перемещения протонов (неоднородный или гетерогенный процесс). Данный механизм дегидроксиляции представляется более правдоподобным. Вероятность обнаружения микрочастицы вблизи второго атома кислорода мала. Однако наличие промежуточного потенциального барьера изменяет данную вероятность. При нагреве в минерале из-за увеличения энергии протона растёт прозрачность среднего барьера. Учтено и наличие туннельного эффекта — вероятность перехода частицы непосредственно сквозь барьер. Увеличение вероятности нахождения протона вблизи второго потенциального источника соответствует процессу дегидроксиляции рассматриваемой системы. Рассчитывая отношение квадратов коэффициентов общей волновой функции системы, можно определить степень локализации протона вблизи соответствующих атомов кислорода, найти положение энергетических уровней и степень их локализации. Энергия колебаний гидроксильных ионов непосредственно связана с ИК-спектрами. Изучение влияния температуры на ИК-спектры слюды показало, что имеется относительно небольшое смещение частоты максимума линии поглощения гидроксильных ионов в сторону более низких частот, что соответствует рассмотренной модели и изменению интенсивности полос в области валентных колебаний ОН-связи. Сделав определенные квантово-механические расчеты, можно подтвердить правильность предложенной модели дегидроксиляции в минералах.

**Ключевые слова:** квантовая механика, дегидроксиляция, ИК-спектры, гомогенный, гетерогенный процесс, энергетические уровни, потенциальная яма

## QUANTUM-MECHANICAL REPRESENTATION OF THE MECHANISM OF DEHYDROXYLATION MINERALS

Shishelova T.I., Lipovchenko E.L.

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk,  
e-mail: tamara.shishelova@gmail.com, egor-lip@mail.ru*

The article from the standpoint of quantum mechanics presents the process of degidroxilation in minerals. The loss of hydroxyl group is considered as a process of delocalization of the proton in the system of two atoms of oxygen and a proton between them. Such movement of the proton is due to its transition to an excited state by heating system. The proposed model is the process of moving protons (homogeneous or heterogeneous process). This mechanism of degidroxilation seems more plausible. Probability of detection of micro-particles near the second atom of oxygen is low. However, the presence of an intermediate potential barrier, this changes the probability. When heated in the mineral due to the increase of proton energy increases the transparency of the middle barrier. Taken into account and the presence of a tunnel effect — the probability of moving particles directly through the barrier. The increase in the probability of finding the proton close to the second potential source corresponds to the process of degidroxilation the system under consideration. Calculating the ratio of the squares of the coefficients of the total wave function of the system can determine the degree of localization of the proton near the relevant atoms of oxygen, to find the position of the energy levels and the degree of their localization. The energy of the vibrations of hydroxyl ions is directly related to the IR spectra. Study of the effect temperature on the infrared spectra of micas showed that there is a relatively small frequency shift of the maximum absorption lines of hydroxyl ions in the direction of lower frequencies, which corresponds to the considered model and the change in the intensity of the bands in the region of stretching vibrations of IT. Making certain quantum-mechanical calculations, it is possible to confirm the correctness of the proposed model of degidroxilation in minerals.

**Keywords:** quantum mechanics, degidroxilation, IR-spectr, homogeneous, heterogeneous process, energy levels, potential well

Введение различных минералов в состав композитных материалов часто во многом определяется их способностью выдерживать высокую температуру. Немалый интерес представляют такие вещества, как — слюды, глинистые материалы и им подобные. Перед появлением новых аморфных или кристаллических фаз в таких веществах идёт процесс дегидроксиляции, обуслов-

ленный их нагревом и сопровождающийся изменением физических свойств минералов при выводе адсорбированной межслоевой воды [2, 7–11].

Несмотря на многочисленные работы, детального понимания процесса дегидроксиляции до сих пор нет. Важными факторами, влияющими на обсуждаемый процесс, являются уменьшение размеров частиц

и понижение степени кристаллизации. Данные эффекты снижают температуру, при которой начинается реакция. Многими авторами предпринимались попытки разобратся с механизмом дегидроксиляции, изучая кинетические реакции.

Однако во всех случаях, в силу особенностей исследуемых образцов или выбранных экспериментальных условий, опыты могут решать лишь конкретные физические задачи, но при этом всё-таки не дают возможности сделать обобщающие выводы относительно механизма обсуждаемого явления.

**Цель работы** состоит в том, чтобы, используя квантово-механические представления, изучить процесс дегидроксиляции различных веществ, например слюд. Понимание механизма дегидроксиляции важно для корректной оценки, прежде всего, термической стойкости слюд, а также выявления механизмов межфазового взаимодействия рассматриваемых веществ. Полученные результаты нацелены на выявление путей улучшения технологии производства качественных композиционных материалов на основе слюд.

Необходимо получить самые общие сведения и закономерности процесса дегидроксиляции слюд. Изучая литературные данные о механизме дегидроксиляции различных минералов, включая слюды, можно выделить две модели. Первая модель рассматриваемого процесса предполагает перемещение гидроксильных ионов (гомогенный процесс). Второй моделью является процесс перемещения протонов (негомогенный или гетерогенный процесс). Гомогенный механизм имеет ряд недостатков, при этом гетерогенный механизм представляется более правдоподобным. Для доказательства реальности гетерогенного варианта процесса дегидроксиляции требуется провести соответствующие квантово-механические расчёты с привлечением экспериментальных данных. С помощью таких методов, как термография, рентгенофазовый анализ, ИК-спектроскопия, и других методов можно оценить степень дегидроксиляции [2, 7–11].

Только анализ поведения протонов в гидроксильных группах в условиях, при которых предполагаемая реакция с участием протона становится возможна, позволит понять исследуемый механизм дегидроксиляции. При одновременном использовании вышеуказанных методов возможно достаточно полное описание процесса разложения слюд.

В настоящее время имеется несколько моделей или механизмов процесса потери гидроксильных групп ОН–. В одной из рассматриваемых моделей предполагается, что в диффузии участвует один изолированный

протон. В таком случае скорость потери гидроксильных групп будет определяться высотой и формой энергетического барьера, зависящего от природы слюды. Другими словами, каждая слюда имеет свою энергию активации процесса дегидроксиляции. Таким образом, данный процесс будет протекать для разных слюд при разных температурах [8].

Ранее предложенная структура безводного мусковита (Эберхарт, 1963) требует, чтобы в процессе дегидроксиляции атом кислорода сохранял своё местоположение [2]. Поскольку изолированный кислород не обладает возможностью диффундировать, как изолированный протон, то следствием этой модели является предположение о взаимодействии протона с кислородом в процессе его перехода.

Для того чтобы выявить механизм дегидроксиляции и понять роль в этом механизме протона, были проведены исследования, в частности методом ИК-спектроскопии [7–11]. Каждый протон при нормальной температуре локализуется вблизи атома кислорода, но может принимать участие в перемещении по свободным орбитальным соседних атомов кислорода. Так как энергия колебаний гидроксильных ионов тесно связана с ИК-спектрами, то полезно изучить влияние температуры на ИК-спектры различных слюд.

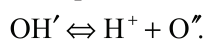
Изучение ИК-спектров слюд при высокой температуре показало, что имеется относительно небольшое смещение частоты максимума полосы поглощения гидроксильных групп в сторону более низких частот. Порядок указанных смещений находится в диапазоне значений от половины до трети ширины полос при изменении температуры от 400–500 °С.

Указанные процессы обратимы и в основном объясняются небольшими смещениями межатомных расстояний внутри решётки минералов. Для всех слюд отмечено, что интенсивность полос поглощения уменьшается при увеличении температуры [9]. В результате последующего охлаждения полосы снова восстанавливаются. Наблюдаемые изменения в спектрах не объясняются изменением ориентации ОН ионов, поскольку, как это следует из экспериментов, ориентация гидроксильных групп в слюдах не изменяется с температурой.

Для объяснения изменения интенсивности ИК-спектров недостаточно рассуждений о перемещении электронного облака кислорода. Такой механизм должен изменить дипольный момент осциллятора, а вслед за этим и интенсивность поглощения. Кроме того, характер изменения полос

валентных и деформационных колебаний схожи; зависимость интенсивности при изменении температуры сильно зависит от типа слюды; к тому же отношение коэффициента поглощения к содержанию воды почти втрое больше для мусковита по сравнению с флогопитом, при этом относительные изменения  $K_{\text{он}}$  при вариациях температуры сопоставимы для всех слюд.

В ранних работах по слюдам уменьшение интенсивности полос ОН связывалось с изменением числа вибраторов из-за делокализации протонов, при этом локализованные и нелокализованные протоны находятся в динамическом равновесии:



В соответствии с этим подходом представляет интерес более детальный анализ системы ОН...О. Необходимо провести квантово-механические расчеты механизма дегидроксиляции [1, 3–6]. Делокализацию протона, с позиции квантовой механики, можно рассматривать как процесс его перехода в возбужденное состояние. В качестве физической модели процесса дегидроксиляции можно рассмотреть два атома кислорода с симметрично расположенным между ними протоном. Система протона, связанная с атомом кислорода, представляет гармонический осциллятор, потенциальная энергия которого представлена на рис. 1. В рамках данной модели в невозбужденном состоянии протон не имеет возможности переходить от одного атома кислорода к другому. С ростом температуры протон, переходя в возбужденное состояние, будет

находиться на более высоких энергетических уровнях (рис. 1).

При увеличении значений энергии протона до величин, сопоставимых с высотой потенциального барьера, будет увеличиваться его «прозрачность» и соответственно расти вероятность его делокализации. Можно показать, что в результате перехода протона в возбужденное состояние в области значений энергий, соответствующих высоте барьера, наблюдаемая частота полос поглощения не изменяется.

В предлагаемой модели делокализация протона (протонирование) определяет перестройку водородной связи, что неизбежно отражается на ИК-спектрах. Выявлено, что именно эта связь характеризует наблюдаемые валентные колебания группы ОН. В экспериментах по мере увеличения энергии водородной связи наблюдается уменьшение частоты поглощения ОН группы, при этом полоса уширяется на фоне снижения её интенсивности.

Иначе ведёт себя полоса деформационных колебаний ОН, которая испытывает увеличение частоты и ширины, не изменяя при этом свою интенсивность.

Иногда полагают, что вариация частоты валентных колебаний ОН обусловлена изменением потенциальной энергии вибратора при деформации связи ОН. С другой стороны, известно, что значения частоты ОН коррелируют с частотой колебания трёхатомной системы ОН...О. Также обсуждается изменение частоты под воздействием второго потенциального источника, обеспечивающего условия возникновения водородной связи.

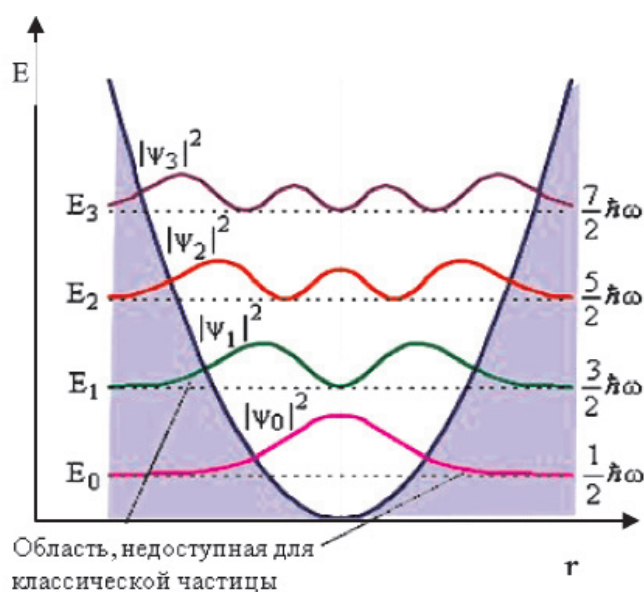


Рис. 1. Потенциальная энергия протона гидроксильной группы

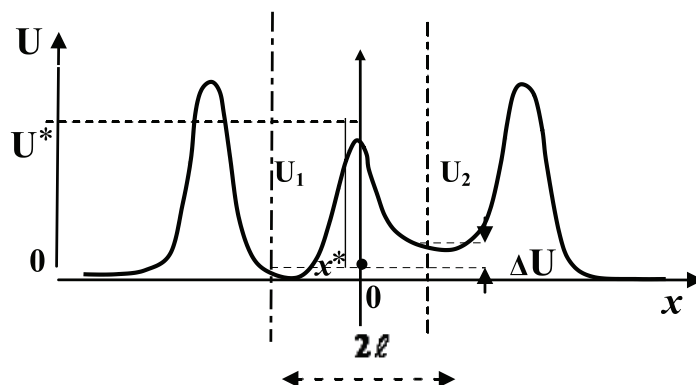


Рис. 2. Потенциальная энергия двух осцилляторов

Недостаточное толкование о вопросе изменений интенсивности полосы валентных колебаний вызывает необходимость проведения квантово-механического представления механизма дегидроксидации. Последующий расчет позволит определить степень локализации протона вблизи соответствующих атомов кислорода, найти положение энергетических уровней и степени их локализации.

За основу предлагаемой модели выберем систему из двух источников с параболической зависимостью потенциальной энергии  $U$  и смещения  $x$  от положения равновесия (рис. 2).

Выберем две потенциальные зависимости ( $U_1$  и  $U_2$ ), характеризующие воздействие двух рассматриваемых атомов на протон, при этом учтём смещение минимумов потенциальных энергий данных источников на величину  $\Delta U = U_{2\min} - U_{1\min}$ .

Общая потенциальная энергия системы двух близких расположенных осцилляторов  $U(x)$  имеет промежуточный барьер  $\Delta U$  с координатой

$$x^* = \frac{\Delta U}{2\kappa\ell}. \quad (1)$$

Выражение (1) соответствует пересечению потенциальных функций гармонических осцилляторов  $U_1(x)$  и  $U_2(x)$ , имеющих вид

$$U_1(x) = \frac{1}{2}\kappa(x + \ell)^2 = \frac{1}{2}\kappa x_1^2; \quad (2)$$

$$U_2(x) = \frac{1}{2}\kappa(x - \ell)^2 = \frac{1}{2}\kappa x_2^2. \quad (3)$$

Высота промежуточного барьера, разделяющего потенциальные ямы, определяется выражением

$$U(x = x^*) = \frac{1}{2}\kappa(x^* + \ell)^2 = \frac{1}{2}\kappa\left(\frac{\Delta U}{2\kappa\ell} + \ell\right)^2 \quad (4)$$

$$\text{или} \quad U^* = \frac{1}{2}\kappa\left(\frac{\Delta U}{2\kappa\ell} + \ell\right)^2. \quad (5)$$

Локализация протона, связанного с одним из атомов кислорода, определяется его волновой функцией  $\psi(x)$ , а её квадрат даёт значение плотности вероятности нахождения частицы в заданной области её движения. Вероятность обнаружения микрочастицы вблизи второго атома кислорода мала. Однако наличие второго потенциального барьера, несомненно, меняет данную вероятность. Также понятно, что при увеличении энергии протона (т.е. при его переходе в возбуждённое состояние) растёт прозрачность среднего барьера вследствие туннельного эффекта. Изменение вероятности нахождения протона вблизи второго потенциального источника соответствует процессу дегидроксидации рассматриваемой системы. Следует отметить, что туннельный эффект может существенно менять делокализацию микрочастицы только при её энергии не превышающей высоту барьера, и, следовательно, не является определяющим процессом. Более важным механизмом наблюдаемых изменений является смешивание волновых функций и смещение энергетических уровней при сближении двух атомов. Поведение микрочастицы соответствует волновому уравнению Шрёдингера, полностью определяющему её движение.

В квантовой механике движение частицы не может быть точно задано и определяется только вероятностью её локализации в пространстве при помощи волновой функции  $\psi(x)$ .

Для первого изолированного атома с потенциальной энергией  $U_1(x)$  запишем

$$\hat{H}_1 \psi_1^0 = E_1^0 \psi_1^0. \quad (6)$$



Здесь волновая функция  $\psi$  является решением стационарного уравнения Шрёдингера. Также запишем и для второго атома:

$$\hat{H}_2 \psi_2^0 = E_2^0 \psi_2^0. \quad (7)$$

Функции  $\psi_1^0$  и  $\psi_2^0$  – волновые функции, которые соответствуют двум близко расположенным изолированным потенциальным источникам с невозмущёнными энергетическими уровнями.

При сближении двух источников их волновые функции и энергетический спектр взаимно нарушаются. Прodelав в дальнейшем соответствующие квантово-механические расчёты, можно найти положение энергетических уровней, степень их локализации, выявить основные черты и понять механизм дегидроксиляции слюды.

Таким образом, в работе предлагается модель процесса дегидроксиляции минералов, в частности слюды, при их нагреве. Предполагается возможность перехода атома водорода гидроксильной группы к соседнему атому кислорода.

В дальнейшем, проведя соответствующие квантово-механические расчёты, можно подтвердить предложенную модель дегидроксиляции слюды.

#### Список литературы

1. Блатов В.А., Шевченко А.П., Пересыпкина Б.В. Полужемпирические расчётные методы квантовой химии. – Самара: Универс-групп, 2005. – 32 с.
2. Мецик М.С. Физика расщепления слюды. – 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. Фларри 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: дис. ... д-ра техн. наук. – Л., 1990. – 350 с.
9. Шишелова Т.И., Мецик М.С., Соколов К.Я. Изменение ИК-спектров слюды 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 слюды и слюдопластовых материалов методом ИК-спектроскопии // Тр. ИПИ. – Иркутск: Изд-во ИПИ, 1972. – Вып. 7. – С. 15–17.

11. Физико-химические основы производства слюдокомпозилов / Т.И. Шишелова, Н.Г. Тюрин, Е.А. Чайкина, С.Б. Леонов. – Екатеринбург: Изд-во «Ладъ», 1993. – 212 с.

12. Eberhart J.-P. Etude des transformations du mica muscovite par chauffage entre 100 et 1200°C // Bull. Soc. franc. Miner. et Crist. – 1963. – Т. 86. – Р. 213–351.

#### References

1. Blatov V.A., Shevchenko A.P., Peresypkina B.V. Polужемпирические расчётные методы квантовой химии. Samara: Univers-grupp, 2005. 32 s.
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. 83 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. Slyudosoderzhashchiye kompozitsionnyye 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. Fiziko-himicheskie osnovy proizvodstva sljudokompozitov / T.I. Shishelova, N.G. Tjurin, E.A. Chajkina, S.B. Leonov. Ekaterenbourg : Izd-vo «Lad», 1993. 212 p.
12. Eberhart J.-P. Etude des transformations du mica muscovite par chauffage entre 100 et 1200°C // Bull. Soc. franc. Miner. et Crist. 1963. T. 86. pp. 213–351.

#### Рецензенты:

Воронов В.К., д.х.н., профессор, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск;

Чупин В.Р., д.т.н., профессор, директор института архитектуры и строительства, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск.

УДК 532.546

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЩНЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

<sup>1,2</sup>Хисматуллин А.С., <sup>2</sup>Камалов А.Р.<sup>1</sup>ГАНУ «Институт прикладных исследований Республики Башкортостан»,  
Стерлитамак, e-mail: hism5az@mail.ru;<sup>2</sup>Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Салават

В настоящее время значительная часть эксплуатируемых мощных силовых трансформаторов отработала нормативный срок службы, установленный заводами-изготовителями. В работе предлагается метод интенсификации системы охлаждения трансформаторного масла на основе представлений о транскляторном переносе тепла. Интенсификация процесса теплообмена заключается в том, что теплосъем с нагревающегося масла в трансформаторе осуществляется за счёт циркуляции барботируемого элегаза, перекачиваемого компрессором. После всплытия пузырьков элегаз проходит через систему фильтров, удерживающих частицы масла, захваченные всплывающими пузырьками, и далее, пройдя систему очистки и охлаждения, повторяет рабочий цикл. В теоретических исследованиях для определения эффективного коэффициента транскляторного переноса тепла использован метод Зельдовича, дополненный методом редукции к эквивалентному интегро-дифференциальному уравнению при определении температурного поля. Результаты исследований показывают, что при пропускании элегазовых пузырьков через трансформаторное масло происходит возрастание коэффициента эффективной теплопроводности, связанное с транскляторным переносом тепла. Предлагаемый метод интенсификации системы охлаждения за счёт увеличения коэффициента переноса тепла в масле позволяет повысить эффективность системы охлаждения силовых масляных трансформаторов.

**Ключевые слова:** теплопроводность, теплоотдача, транскляторный перенос тепла, элегаз, трансформатор, барботаж, система охлаждения

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE COOLING SYSTEM POWERFUL POWER TRANSFORMERS

<sup>1,2</sup>Khismatullin A.S., <sup>2</sup>Kamalov A.R.<sup>1</sup>State Autonomous Research Establishment «Institute of applied research  
of the Republic of Bashkortostan», Sterlitamak, e-mail: hism5az@mail.ru;<sup>2</sup>Salavat branch of State Educational Institution of Higher Professional Education  
«Ufa State Petroleum Technical University», Salavat

Currently, a significant portion of the exploited powerful power transformers used standard life, factory-installed *izgotoviteli*ami. V paper proposes a method of intensifying the cooling system of transformer oil on the basis of ideas about Phenomenon of transillation transfer is a heat transfer. Intensification of heat exchange process is that the heat removal from heating oil in the transformer is carried out at the expense of the circulation bubbling sulfur hexafluoride, pumped by the compressor. After surfacing sulfur hexafluoride bubble passes through the filter, holding the oil particles trapped by rising bubbles and then passing cleaning and cooling system, the duty cycle repeats. In the process of theoretical studies Zeldovich's method, complemented by the reduction method to the equivalent integro-differential equation in temperature field calculations, was used to determine the effective coefficient of transillation heat transfer. Studies show that by passing electric gas bubbles through the transformer oil is an increase of the effective thermal conductivity associated with the heat transfer transillatory. The proposed cooling system increases the coefficient of heat transfer in oil and helps to control the cooling system of power oil transformers efficiently.

**Keywords:** thermal conductivity, heat transfer, transillation heat transfer, sulfur hexafluoride, transformer, bubbling, cooling system

На сегодняшний день в России остро стоят проблемы, связанные с техническим перевооружением промышленности и ликвидацией технологического отставания от промышленно развитых стран. Как показала практика, большую роль в этом могут сыграть физические методы, которые позволяют без заметных энерго- и ресурсных затрат интенсифицировать различные технологические процессы в промышленности [1–11].

Одной из таких задач является повышение эффективности охлаждения силовых

масляных трансформаторов, которые отработали нормативный срок службы, установленный заводами-изготовителями. Существующие системы охлаждения силовых масляных трансформаторов не обеспечивают эффективный отвод тепла от токоведущих элементов при кратковременных существенных перегрузках, чем значительно снижают их надёжность.

В работе предлагается способ повышения эффективности системы охлаждения трансформаторов, основанный на барбо-

тировании трансформаторного масла пузырьками элегаза. Большое значение коэффициента теплового расширения элегаза способствует образованию конвективных потоков, перераспределяющих неоднородности теплового поля в объеме трансформаторного масла [4–6]. В среде с конвективными ячейками возникает сложное поле скоростей, которое приводит к возрастанию эффективного коэффициента теплопроводности. При определенных условиях величина эффективного коэффициента теплопроводности может на несколько порядков превышать молекулярный коэффициент теплопроводности, поэтому исследование механизма переноса тепла в объеме трансформаторного масла с конвективными ячейками имеет важное практическое значение для повышения эффективности системы охлаждения силовых трансформаторов [12, 15].

### Теоретическая часть

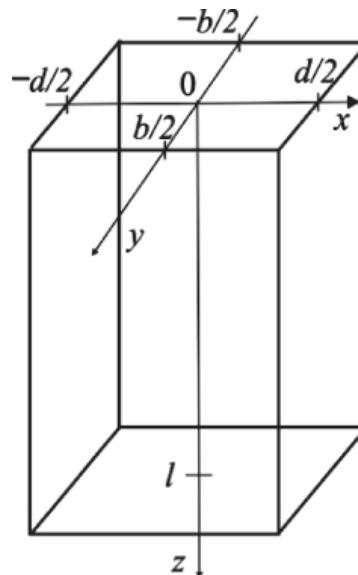
В процессе теоретических исследований для определения эффективного коэффициента трансилляторного переноса тепла использован метод Зельдовича, дополненный методом редукции к эквивалентному интегро-дифференциальному уравнению при определении температурного поля [15]. Конвективный перенос тепла в поле скоростей всплывающих пузырьков может быть представлен в виде потока, эквивалентного молекулярному. Это является следствием замкнутости потока, поскольку средний конвективный массоперенос за характерный период колебаний равен нулю. Из изложенного следует также, что конвективный теплоперенос в любых ячейках типа естественной конвекции эквивалентен молекулярному тепловому движению при условии замкнутости потока.

Путем осреднения конвективного потока, при определении которого использовано интегро-дифференциальное уравнение для температуры, выражающее температурное поле через его градиент, определены выражения для эффективных коэффициентов теплопроводности [12]. Установленное положение об эквивалентности переноса тепла конвективной ячейкой и молекулярными структурами явилось теоретической основой экспериментальных измерений эффективной теплопроводности [4]. Ячеистые структуры в экспериментальной установке генерируются регулярно всплывающими пузырьками. В основе генерации лежит известный факт, что при всплывании отдельного пузырька частицы «выделенной» жидкости движутся по замкнутым траекториям.

Математическая модель предлагаемой системы охлаждения силового трансфор-

матора представляет собой задачу теории теплопроводности о температурном поле в прямоугольном параллелепипеде (рисунок), ограниченном по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$  соответственно:

$$0 < x < \frac{d}{2}, \quad 0 < y < \frac{b}{2}, \quad 0 < z < l, \quad t > 0.$$



Геометрия задачи

Внутри емкости в начальный момент находится трансформаторное масло при температуре  $T_0 = 15^\circ\text{C}$ , которое постепенно, со временем, приобретает температуру  $T_H = 70^\circ\text{C}$ , соответствующую температуре нагревателя. Температурное поле внутри емкости определяется путем решения уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right); \quad 0 < x < \frac{d}{2};$$

$$0 < y < \frac{b}{2}; \quad 0 < z < l, \quad t > 0,$$

со следующим начальным условием:

$$T|_{t=0} = T_0$$

где  $a = \frac{\lambda}{c\rho}$  – коэффициент температуропроводности.

Теплообмен с окружающей средой на поверхности  $S$  подчиняется закону Ньютона:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_S = \alpha (T|_S - T_0),$$

где  $S$  – поверхность стенки;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи среды (трансформаторное масло – стенка емкости – воздух).

Обозначим  $h = \frac{\alpha}{\lambda}$ , тогда граничные условия можно записать как

$$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=\frac{d}{2}} + h \left( T \Big|_{x=\frac{d}{2}} - T_0 \right) = 0;$$

$$T|_{z=l} = T_0; \quad T|_{z=0} = T_n.$$

Поскольку продолжительность эксперимента намного больше времени установления температуры нагревателя, то температура нагревателя считается постоянной,  $T_n = \text{const}$ . Среднесуточное изменение температуры окружающей среды составляет  $10^\circ\text{C}$ , время проведения эксперимента – меньше двух часов, поэтому температура окружающей среды за время проведения эксперимента считается неизменной,  $T_0 = \text{const}$ . Решив задачу методом свертки, получим уравнение изменения температуры:

$$T = 16 \left[ \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\sin(\chi_n d/2) \sin(\mu_m b/2) \cos(\chi_n x) \cos(\mu_m y)}{(\chi_n d + \sin(\chi_n d))(\mu_m b + \sin(\mu_m b))} \times \right. \\ \left. \times \left[ \frac{\text{sh}(\sqrt{\chi_n^2 + \mu_m^2} \cdot (l-z))}{\text{sh}(\sqrt{\chi_n^2 + \mu_m^2} \cdot l)} - 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\pi k \sin\left(\frac{\pi k}{l} z\right) \exp\left(-a(\chi_n^2 + \mu_m^2 + (\pi k/l)^2)t\right)}{(\chi_n^2 + \mu_m^2)l^2 + \pi^2 k^2} \right] \right] \cdot (T_n - T_0) + T_0,$$

где уравнения для определения коэффициентов  $\chi_n$  и  $\mu_m$  записываются как

$$-\chi_n \sin\left(\chi_n \frac{d}{2}\right) + h \cos\left(\chi_n \frac{d}{2}\right) = 0;$$

$$h \cos\left(\mu_m \frac{b}{2}\right) - \mu_m \sin\left(\mu_m \frac{b}{2}\right) = 0.$$

### Экспериментальная часть

С целью проверки полученных теоретических расчетов были проведены экспериментальные исследования на разработанном лабораторном стенде.

Эксперименты проводились на лабораторном стенде, состоящем из реактора, нагревательного элемента, микрокомпрессора, измерительных устройств и персонального компьютера. В качестве реактора использована цилиндрическая ёмкость радиусом 12,5 см и высотой 30 см, заполненная трансформаторным маслом, на оси которого по центру закреплен нагревательный элемент. Газовые пузырьки создаются с помощью микрокомпрессора, осуществляющего впрыск газа через специальные кера-

мические распределители, расположенные в нижней части реактора. Регулирование интенсивности нагрева трансформаторного масла осуществляется с помощью лабораторного автотрансформатора, подключённого к нагревательному элементу. Для регистрации температурного поля в объеме емкости размещены термодатчики, сигналы с которых поступают на вход аналогово-цифрового преобразователя ADAM4018. Далее сигналы направляются в персональный компьютер, который позволяет управлять, регистрировать и обрабатывать информацию с помощью специально разработанной программы [13].

Результаты исследований показали, что при пропускании элегазовых пузырьков через трансформаторное масло коэффициент эффективной теплопроводности возрастает в 27 раз [14]. Фактически это означает, что при всплывании элегазовых пузырьков

механизм трансконвективного переноса тепла становится доминирующим [15].

Механизм теплообмена данного процесса следующий: основной теплосъем с нагреваемого масла в трансформаторе осуществляется за счёт циркуляции барботируемого элегаза, обладающего большим коэффициентом теплового расширения, в масле образуется конвективный поток, эффективно уносящий тепло. После всплытия пузырьков элегаз проходит через систему фильтров, удерживающих частицы масла, захваченные всплывающими пузырьками, и далее, пройдя систему очистки и охлаждения, возвращается обратно в работу для повторения рабочего цикла.

### Выводы

1. В результате теоретических расчетов получено уравнение изменения температуры, которое позволяет вычислить температурное поле внутри реактора с трансформаторным маслом с всплывающими пузырьками элегаза.

2. Результаты экспериментов показали, что барботирование трансформаторного масла пузырьками элегаза позволяет повы-



ситель коэффициент эффективной теплопроводности в 27 раз.

3. Предложенный способ интенсификации системы охлаждения позволяет:

- повысить эффективность системы охлаждения силовых трансформаторов за счёт барботирования масла элегазом, что значительно повышает коэффициент эффективной теплопроводности;

- внедрить в производство за счёт значительного ресурсо- и энергосбережения, основанного на снижении массогабаритных показателей конструкции и уменьшения изоляционных промежутков, а также улучшенных условий охлаждения токоведущих частей, без использования вентиляторов или других дорогостоящих систем охлаждения.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта главы Республики Башкортостан за 2015 г.*

#### Список литературы

1. Абрамов В.О., Абрамов В.О., Андрианов Ю.В., Кистев Э.В., Градов О.М., Шехтман А.В., Классен Н.В., Муллакаев М.С., Булычев Н.А. Плазменный разряд в кавитирующей жидкости // Инженерная физика. – 2009. – № 8. – С. 34–38.
2. Абрамов В.О., Абрамов В.О., Андрианов Ю.В., Градов О.М., Муллакаев М.С., Булычев Н.А. Соноплазменный разряд в жидкой фазе // Материаловедение. – 2009. – № 2. – С. 57–63.
3. Бахтизин Р.Н., Бакиев А.В., Хазиев Н.Н. Исследование процесса теплообмена при свободной конвекции в неоднородных средах // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2014. – Т. 19. – № 4. – С. 44–49.
4. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Камалов А.Р. Исследование изменения теплопроводности масла при барботаже в системе охлаждения силовых трансформаторов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 338.
5. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Минлибаев М.Р. Повышение эффективности охлаждения силовых масляных трансформаторов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – № 2. – С. 347–357.
6. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Хуснутдинова И.Г. Применение барботажа в системе охлаждения силовых трансформаторов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2014. – № 3. – С. 29–32.
7. Кызыргулов И.Р., Харрасов М.Х., Хусаинов А.Т. Электрон-фононное взаимодействие в пространственно неупорядоченной системе с сильной межэлектронной корреляцией // Физика металлов и металловедение. – 2011. – Т. 111. – № 2. – С. 126–135.
8. Минлибаев М.Р., Хисматуллин А.С., Филиппов А.И. Установка для исследования коэффициента температуропроводности в жидкости // Новые промышленные технологии. – 2010. – № 2. – С. 62–63.
9. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация технологических процессов добычи и переработки нефти, очистки нефтезагрязненных вод и грунтов: дис. ... д-ра техн. наук. Московский государственный университет инженерной экологии. – М., 2011. – 391 с.
10. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация добычи и переработки нефти. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014. – 168 с.
11. Филиппов А.И. Фльтрационно-волновой нагрев нефтяного пласта / А.И. Филиппов, П.Н. Михайлов, А.С. Хисматуллин // Инженерная физика. – 2006. – № 5. – С. 13–21.
12. Хисматуллин А.С. Теоретическое и экспериментальное исследование теплопереноса в жидкости с газовыми пузырьками: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Уфа, 2010. – С. 34–42.
13. Хисматуллин А.С., Баширов М.Г., Исаков Р.Р. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015614072 Программа записи выходных данных

эксперимента трансформаторного масла с всплывающими элегазовыми пузырьками.

14. Хисматуллин А.С., Баширов М.Г., Исаков Р.Р. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015614073 Программа анализа выходных данных эксперимента по определению коэффициента температуропроводности трансформаторного масла с всплывающими элегазовыми пузырьками.

15. Nigmatulin R.I. Transcillatory heat transfer in a liquid with gas bubbles / R.I. Nigmatulin, A.I. Filippov, A.S. Khismatullin // Thermophysics and Aeromechanics. – 2012. – Т. 19. – С. 589.

#### References

1. Abramov V.O., Abramov V.O., Andrianov Ju.V., Kisterev Je. V., Gradov O.M., Shehtman A.V., Klassen N.V., Mullakaev M.S., Bulychev N.A. Plazmennyy razryad v kavitirujushhej zhidkosti // Inzhenernaja fizika. 2009. no. 8. pp. 34–38.
2. Abramov V.O., Abramov V.O., Andrianov Ju.V., Gradov O.M., Mullakaev M.S., Bulychev N.A. Sonoplazmennyy razryad v zhidkoj faze // Materialovedenie. 2009. no. 2. pp. 57–63.
3. Bahtizin R.N., Bakiev A.V., Haziev N.N. Issledovanie processa teploobmena pri svobodnoj konvekcii v neodnorodnyh sredah // Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan. 2014. T. 19. no. 4. pp. 44–49.
4. Bashirov M.G., Hismatullin A.S., Kamalov A.R. Issledovanie izmenenija teploprovodnosti masla pri barbotazhe v sisteme ohlazhdenija silovyh transformatorov // Sovremennye problem nauki i obrazovaniya. 2014. no. 6. pp. 338.
5. Bashirov M.G., Hismatullin A.S., Minlibaev M.R. Povyshenij effektivnosti ohlazhdenija silovyh maslyanyh transformatorov // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal Neftgazovoe delo. 2014. no. 2. pp. 347–357.
6. Bashirov M.G., Hismatullin A.S., Husnutdinova I.G. Primenenie barbotazha v sisteme ohlazhdenija silovyh transformatorov // Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syrja. 2014. no. 3. pp. 29–32.
7. Kyzrgulov I.R., Harrasov M.H., Husainov A.T. Jelektron-fononnoe vzaimodejstvie v prostranstvenno neuporjadochennoj sisteme s silnoj mezhelektronnoj korrelyaciej // Fizika metallov i metallovedenie. 2011. T. 111, no. 2. pp. 126–135.
8. Minlibaev M.R., Hismatullin A.S., Filippov A.I. Ustanovka dlja issledovaniya koeficienta temperaturoprovodnosti v zhidkosti // Noveye promyshlennye tehnologii. 2010. no. 2. pp. 62–63.
9. Mullakaev M.S. Ultrazvukovaja intensifikacija tehnologicheskij processov dobychi i pererabotki nefti, oshistki neftezagryaznennyh vod i gruntov. Dis. dokt. tehn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet inzhenernoj ekologii. M.: 2011. 391 p.
10. Mullakaev M.S. Ultrazvukovaja intensifikacija dobychi i pererabotki nefti. M.: OAO «VNIIOJeNG», 2014. 168 p.
11. Filippov A.I. Filtracionno-volnovoj nagrev nefljanogo plasta / A.I. Filippov, P.N. Mihajlov, A.S. Hismatullin // Inzhenernaja fizika. – 2006. no. 5. pp. 13–21.
12. Hismatullin A.S. Teoreticheskoe i jeksperimentalnoe issledovanie teploperenosa v zhidkosti s gazovymi puzыrkami: dis. na soiskanie uch. st. kand. fiz.-mat. nauk. Ufa, 2010. pp. 34–42.
13. Hismatullin A.S., Bashirov M.G., Ishakov R.R. Svidetelstvo o gosudarstvennoj registracii program dlja JeVM no. 2015614072 Programma zapisi vyhodnyh dannyh jeksperimenta transformatornogo masla s vsplyvajushimi jelegazovymi puzыrkami.
14. Hismatullin A.S., Bashirov M.G., Ishakov R.R. Svidetelstvo o gosudarstvennoj registracii program dlja JeVM no. 2015614073 Programma analiza vyhodnyh dannyh jeksperimenta po opredeleniju koeficienta temperaturoprovodnosti transformatornogo masla s vsplyvajushimi jelegazovymi puzыrkami.
15. Nigmatulin R.I. Transcillatory heat transfer in a liquid with gas bubbles / R.I. Nigmatulin, A.I. Filippov, A.S. Khismatullin // Thermophysics and Aeromechanics. 2012. T. 19. pp. 589.

#### Рецензенты:

Абрамов В.О., д.т.н., зам. генерального директора ООО «Виатех», г. Москва;

Муллакаев М.С., д.т.н., ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова» РАН, г. Москва.



УДК 314.3

## ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОЖДАЕМОСТИ ПО ГОРОДАМ И РАЙОНАМ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Абдулманапов П.Г.

*Научно-исследовательский институт управления, экономики, политики и социологии;  
Дагестанский государственный университет народного хозяйства,  
Махачкала, e-mail: raha77@mail.ru*

Города и районы Республики Дагестан сильно различаются по демографическим показателям, в том числе и по уровню рождаемости. Целью данного исследования было определение территориальных особенностей рождаемости и степени дифференциации показателей рождаемости по административным районам и территориальным зонам Республики Дагестан. В результате проведенного исследования была определена высокая дифференциация показателей рождаемости по городам и районам региона, а также выявлены существенные различия между горными, равнинными и городскими местностями относительно процессов рождаемости. Наибольшая дифференциация по показателям рождаемости отмечается среди горных районов республики, и именно здесь наблюдается высочайший эффект от дополнительных мер помощи семьям с детьми: рост уровня рождаемости по некоторым территориям доходит до полутора раз. В предгорных и равнинных территориях дифференциация показателей рождаемости существенно ниже по сравнению с горными. Полученные результаты позволяют избирательно подходить к формированию демографической политики в области стимулирования рождаемости с учетом особенностей конкретной территории, местности.

**Ключевые слова:** рождаемость, коэффициент рождаемости, дифференциация показателей рождаемости, динамика рождаемости

## DIFFERENTIATION OF CHILDBIRTH FIGURES BY CITIES AND DISTRICTS OF DAGESTAN REPUBLIC

Abdulmanapov P.G.

*Scientifically research institute of management, economy, policy and sociology of the Dagestan State  
University of National Economy, Makhachkala, e-mail: raha77@mail.ru*

The cities and districts of Dagestan Republic differ significantly in demographic indicators, as well as in birth rates. The purpose of this study was to identify territorial distinctions in the birth rate and the degree of childbirth figures differentiation by administrative districts and territorial areas of the Republic of Dagestan. As a result of the conducted study a high distinction of childbirth figures by cities and districts of the region is determined, and significant differences of the fertility process in highland, lowland and urban areas are revealed. The greatest differentiation by childbirth figures is found out among the mountain districts of the Republic, and it is here the highest effect of additional measures of assistance to families with children is observed, where the growth of the birth rate in some areas reaches one and a half times. The differentiation of childbirth figures in submontane and plains areas is significantly lower than in mountain ones. The obtained results allow to take a selective approach to the formation of population policy in the field of promoting fertility taking into account the features of a specific territory and area.

**Keywords:** childbirth, fertility rate, differentiation of childbirth figures, dynamics of fertility

Значительная часть территории Республики Дагестан (более 43%) расположена в горной местности, на которой проживает более одной четверти всего населения региона. Население горных районов имеет свои особенности: культурные, морально-психологические, поведенческие, — которые прямым образом отражаются на демографических процессах. В связи с этим можно объединить их в отдельную территориально-демографическую группу и провести сравнительный анализ с процессами в остальных районах, где природно-климатические условия носят относительно благоприятный характер — с предгорными и равнинными территориями.

Кроме того, для исследования демографических процессов целесообразно выделить

городскую местность, представленную в Дагестане десятью городами, расположенными в равнинной зоне. Особенностью городского населения в демографическом аспекте является то, что значительная доля жителей — это выходцы из горных районов, переселившиеся относительно недавно, но не успевшие в полной мере сменить сельский тип репродуктивного поведения на городской.

Целью данного исследования было определение территориальных особенностей рождаемости и степени дифференциации показателей рождаемости по административным образованиям региона Северного Кавказа, разнообразного в природно-климатическом, экономико-географическом и этнокультурном разрезе — Республики Дагестан.

## Материалы и методы исследования

Тип исследования – наблюдательное, аналитическое, ретроспективное. Время проведения исследования – 2003–2013 гг. Исходными данными для анализа явились показатели рождаемости, предоставленные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Республике Дагестан (Дагестанстат). Необходимые для расчетов показатели уровня рождаемости взяты из размещенных в онлайн-базах данных. Для выявления влияния различных факторов на структуру изменения рождаемости использовался индексный метод. Картографический анализ применялся для определения дифференциации рождаемости по городам и районам региона и выявления ее изменений за определенный период времени.

## Результаты исследования и их обсуждение

Коэффициент рождаемости в Республике Дагестан в настоящее время превышает 19 рождений на 1000 человек населения, но ее среднее значение по городам республики составляет всего 17,7 рождений. По сравнению с 2003 г. он вырос на 2,8 пункта, однако до 2007 г. рост не наблюдался, и только после начала реализации дополнительных мер демографической политики начался положительный тренд [5].

Если мы условно примем показатель коэффициента рождаемости 30 и более рождений за высокий уровень рождаемости на территории, показатель от 20 до 30 – за средний уровень, а ниже 20 рождений – за низкий, то у нас окажется, что среди городов региона в первую группу не попадает ни одно муниципальное образование. Относительно высокий уровень рождаемости наблюдается в г. Дагестанские Огни – 27,2 рождений на 1000 жителей. На уровне среднереспубликанского показателя находится рождаемость в г. Буйнакске. В остальных городах коэффициент рождаемости ниже 19 промилле. Самый низкий показатель по данным на 2012 г. в г. Махачкала – 13,2 рождений, по сравнению с 2003 г. он не изменился, хотя в 2007 г. наблюдался ощутимый скачок.

Относительно благополучная ситуация с рождаемостью наблюдается в г. Южно-Сухокумске. Здесь в 2003 г. имела самая высокая рождаемость среди городов, а в следующем году она еще увеличилась. В последующие два года коэффициент рождаемости был немного ниже, но в 2007 г. он вернулся на уровень 2004 г. Однако в общем рождаемость в г. Южно-Сухокумске имеет негативную тенденцию – за период с 2003 г. по 2012 г. коэффициент рождаемости, рассчитанный на 1000 населения, снизился на 0,8 пункта, к тому же данный населенный пункт демонстрирует слабую отзывчивость на меры демографи-

ческой политики, направленные на стимулирование рождаемости.

Эффективность дополнительных мер демографической политики в области рождаемости проявляется в г. Кизляре, где в 2007 г. коэффициент рождаемости вырос на 2,6 пункта по сравнению с предыдущим годом, а также в Махачкале, Буйнакске и Хасавюрте, в которых данный показатель увеличился на 2,1 пункта. Низкий прирост коэффициента рождаемости в 2007 г. показывают города Дагестанские Огни, Кизилюрт, Каспийск – 0,2–0,4 пункта. Однако эти населенные пункты в следующем году дают скачок роста рождаемости до 22%, что говорит о запоздалой реакции на политические инструменты. В целом по населенным пунктам городского типа республики за два первых года реализации дополнительных мер помощи семьям с детьми коэффициент рождаемости удалось повысить на 2,65 пункта. В большинстве городов уровень рождаемости вырос на более чем на 20%. Исключение составляет г. Южно-Сухокумск, где коэффициент увеличился всего на 1,1 пункта, и г. Избербаш, где данный показатель не только не вырос, а даже снизился.

Из муниципальных районов Горного Дагестана к группе с высокой рождаемостью, в которых коэффициент рождаемости превышает 30 промилле, следует отнести Тляратинский и Цунтинский районы. К районам со средней рождаемостью можно было бы причислять следующие, где коэффициент рождаемости соответствует 20–30 рождением на тысячу населения: Табасаранский, Ахвахский, Цумадинский, Шамильский, Дахадаевский, Кайтагский, Акушинский, Левашинский, Сергокалинский, Чародинский, Докузпаринский и Рутульский. В остальных районах уровень рождаемости ниже, чем в среднем по горной территории республики. Наихудшее положение в Гумбетовском районе (коэффициент рождаемости – 13,6), в Ахтынском (15,1), в Кулинском (15,3).

Среди горных районов имеются такие, которые сумели добиться высоких показателей роста уровня рождаемости. За период 2003–2012 гг. рост уровня рождаемости на 50% и более отмечается в Хунзахском, Гумибском и Сергокалинском районах. Кроме того, более 25% рост составил в таких муниципальных образованиях, как Агульский, Табасаранский, Гергебильский, Шамильский, Дахадаевский районах. Единственным районом, где уровень рождаемости за анализируемый период снизился, является Ахтынский, в котором коэффициент рождаемости опустился с 18,5 до 15,1.

Несмотря на то, что административные районы с самым высоким коэффициентом рождаемости расположены в горной территориальной зоне Республики Дагестан, в предгорных и равнинных районах, характеризующихся не только умеренными климатическими условиями, но и более развитой социальной инфраструктурой и высоким экономическим потенциалом, отмечается более благополучная ситуация с рождаемостью населения [1]. Если, например, сравнивать средние показатели уровня рождаемости по горным и равнинным территориям, то у последних он значительно выше – 19,1 и 24,2 промилле. Кроме того, наблюдаемая среди горных районов высокая дифференциация по уровню рождаемости в предгорных и равнинных значительно сокращена. Так, разница в показателях коэффициента рождаемости между Кизилюртовским, где отмечается наибольший показатель, и Магарамкентским районами, где наименьший показатель, составляет всего 10,4 пункта, в то время как по горным районам – 16,7 пункта.

Среди рассматриваемых территорий, относительно высокие показатели уровня рождаемости имеют Кизилюртовский, Хасавюртовский, Карабудахкентский и Казбековский районы. Здесь коэффициент рождаемости, рассчитанный на 1000 человек населения, превышает отметки 27 промилле. К районам с низкой рождаемостью условно можно отнести территории, где коэффициент рождаемости ниже 20 промилле. Это Магарамкентский и Ногайский районы.

По сравнению с 2003 в 2012 г. уровень рождаемости повысился во всех административных районах предгорной и равнинной зоны республики. В целом рост составил более 30 %. Однако здесь имеются территории, где данный коэффициент вырос на 10 % (Ногайский), и на 80 % (Кумторкалинский). За анализируемый период значительно выросла рождаемость в Кизилюртовском районе (67 %), в Каякентском (42 %), в Казбековском и Магарамкентском (приблизительно 36 %).

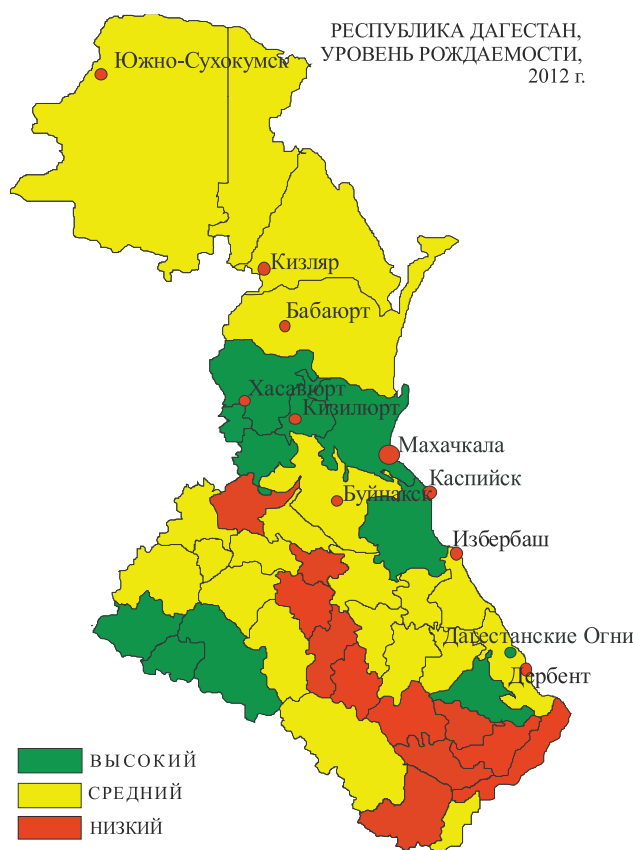
Основной рост уровня рождаемости приходится на 2007 г. До начала реализации дополнительных мер помощи семьям с детьми во всех территориях предгорья и равнины Дагестана имел место тренд на снижение уровня рождаемости [11]. В 2007 г. отмечается скачок в показателе коэффициента рождаемости и в дальнейшем складывается положительная динамика рождаемости. Причем наибольший рост наблюдается в тех районах, где имелось худшее положение в сфере рождаемости.

Так, в Каякентском районе, где коэффициент рождаемости за 2003–2006 гг. варьировал в пределах 15–16 промилле, уровень рождаемости подскочил на 25 %, что указывает на немедленную реакцию со стороны демографических процессов на введение материнского (семейного) капитала и других инструментов стимулирования рождаемости. Почти на 20 % рост составил в этом году в районах Казбековском, Карабудахкентском и Кизлярском.

Рост уровня рождаемости продолжился по настоящее время. За первые шесть лет реализации дополнительных мер демографической политики, т.е. до 2012 года, удалось повысить уровень рождаемости в равнинно-предгорной зоне Республики Дагестан более чем на 40 %. Кизилюртовский район, например, который имеет самый высокий показатель уровня рождаемости по данным на 2012 г., повысил за этот период коэффициент рождаемости с 15,7 до 29,1 промилле, что составляет 185,4 %. В качестве примера можно привести также и Магарамкентский район, имевший в 2006 г. самый низкий коэффициент рождаемости – 14,1 промилле и сумевший поднять его до 18,7 промилле к 2012 г.

В целях получения обобщенной картины, которая может иметь большее практическое значение при разработке мер и программ по регулированию демографических процессов, необходимо составить типологию территорий по уровню рождаемости. Для этого необходимо разбить все административные образования республики на три группы по величине показателя коэффициента рождаемости. С этой целью берем минимальное и максимальное значения данного показателя и числовую шкалу между ними разбиваем на три равные части, получаем промежутки значений величины коэффициента рождаемости для всех групп территорий.

Основываясь на таком подходе, проводим группировку городов и районов республики по величине общего коэффициента рождаемости в 2012 г. В первую группу попадают административные образования с коэффициентом рождаемости ниже 19,5 промилле, т.е. с низким уровнем рождаемости относительно других территорий республики. Во вторую группу входят территории со средним уровнем рождаемости (величина общего коэффициента рождаемости от 19,5 до 25,6 промилле). Третью группу составляют районы с высоким уровнем рождаемости (свыше 25,6 промилле). Картина территориальной дифференциации по уровню рождаемости в 2012 г. наглядно представлена на рисунке в виде картограммы.



*Группировка городов и районов Республики Дагестан по уровню рождаемости, 2012 г.*

В группу с низким уровнем рождаемости попадают 11 административных районов и почти все города республики, за исключением г. Дагестанские Огни, который по уровню рождаемости относится к типу территорий с высокой рождаемостью. В этой группе, кроме одного района – Магарамкентского, все территории относятся к горной территориальной зоне республики. Вторая группа у нас оказалась самой крупной, состоящей из 21 района. Из них две трети также расположены в горной зоне. Третья группа, состоящая из территорий с высоким уровнем рождаемости, представлена 9 административными районами и одним городом. Здесь только одна треть районов горные, а остальные 6 из 9 расположены в равнинной зоне, где благоприятными являются не только природно-климатические условия, но и социально-экономические.

Таким образом, по уровню рождаемости вся территория республики делится на три зоны: с низким, средним и высоким значением коэффициента рождаемости. Территориальная зона с низким уровнем рождаемости в настоящее время в основном состоит

из горных районов, расположенных в центральном и южном Дагестане и объединенных общими границами. Дополняется эта зона отдельно расположенным районом горной местности – Гумбетовским. Наиболее крупной является зона, состоящая из территорий со средним уровнем рождаемости. В настоящее время сюда относятся все северные районы Республики Дагестан, образующие отдельную группировку территорий, большинство из которых – горные, и еще два равнинные – Каякентский и Дербентский. Почти все районы из этой зоны ранее (до начала реализации программы помощи семьям с детьми) относились к группе с низкой величиной коэффициента рождаемости.

Большинство территорий из группы со средними значениями показателя уровня рождаемости имевшими место до 2007 г., к 2012 г. перешли в разряд районов с высоким уровнем рождаемости. В то время по всей территории Республики Дагестан величина коэффициента рождаемости не достигала 25 рождений на 1000 населения. В настоящее время зона с высокой рождаемостью состоит из двух высокогорных



(Цунтинский, Тляртинский), одного южного (Табасаранский) и шести равнинных районов из Центрального Дагестана (Кизилюртовский, Кумторкалинский, Карабудахкентский, Хасавюртовский, Казбековский и Новолакский).

Как показывает проведенный выше анализ, города и районы Республики Дагестан сильно дифференцированы по уровню рождаемости. По данным Дагестанстата на 2012 г. общий коэффициент рождаемости в регионе варьировал от 13 рождений в расчете на 1000 населения до 32. Наибольшая дифференциация по показателям рождаемости отмечается в горной территориальной зоне республики. Именно здесь расположены районы с самыми низкими и самыми высокими значениями коэффициента рождаемости. И в горных районах наблюдается высочайший эффект от дополнительных мер помощи семьям с детьми – рост уровня рождаемости по некоторым территориям достигает до 50%. В предгорных и равнинных территориях различия в уровне рождаемости существенно ниже. Так, разница в показателях коэффициента рождаемости между районами с наибольшим и наименьшим показателем составляет 10,4 пункта, в то время как по горным районам – 16,7 пункта.

Возможно, что наблюдаемая относительно высокая рождаемость в равнинной части Дагестана, определяемая в расчете на 1000 населения, связана не столько с повышенными репродуктивными ориентирами, сколько с половозрастной структурой населения. В результате миграционного оттока молодого населения из горных территорий за долгие годы социально-политических реформ изменилась структура населения в горах в сторону увеличения доли населения старших возрастов и снижения доли женщин репродуктивного возраста [4]. Скорее всего, суммарный коэффициент рождаемости – наиболее информативный показатель рождаемости – в равнинных районах ниже, чем горных, так как у горских народов традиционно имела высокая рождаемость. Однако Территориальный орган по статистике в Республике Дагестан не располагает информацией о суммарном коэффициенте рождаемости по городам и районам региона.

Если в целом по Республике Дагестан в 2007 г. был уникально высокий (для постсоветского периода) прирост общего коэффициента рождаемости, то в трех районах наблюдалось снижение этого показателя – Ахтынском, Лакском, Цумадинском. В значительной части территорий после начала реализации дополнительных мер демогра-

фической политики, обеспечившей стимулирование рождаемости в Дагестане, уровень рождаемости достиг значения данного показателя за 1990-е гг.

По многим районам республики в 2009–2010 гг. отмечается незначительное снижение рождаемости, вызванное экономическим кризисом, начавшимся в конце 2008 г. Но это явление оказалось временным, и оно вскоре завершилось с частичной компенсацией отложенных рождений в период кризиса.

### Выводы

Важнейшая задача демографической политики в регионе в настоящее время – не допустить снижения рождаемости в ближайшие годы. Расширяя и совершенствуя комплекс мер по стимулированию рождаемости, надо способствовать достижению весьма амбициозной цели, поставленной в отношении рождаемости в Концепции демографической политики Российской Федерации – увеличению уровня рождаемости к 2025 г. по сравнению с 2006 г. в 1,5 раза. Выявленные различия в показателях рождаемости по городам и районам республики и обнаруженная высокая эффективность материальных инструментов стимулирования рождаемости позволяют избирательно подходить к формированию демографической политики с учетом особенностей конкретной территории, местности. Если в самые ближайшие годы будут реализовываться дополнительные значимые эффективные меры демографической политики, то к 2015–2020 гг. можно ожидать увеличения суммарного коэффициента рождаемости на 30% относительно уровня 2006 г. Такой же эффект, как от введения практики выплаты материнского капитала, способно иметь предоставление бесплатных земельных участков под строительство жилого дома или дачи при рождении третьего и последующего ребенка, о котором говорится в Послании Президента Федеральному Собранию в 2010 г. [7].

### Список литературы

1. Абдулманапов П.Г. Демографическая безопасность Южных регионов России. – Махачкала: Издательский дом «Наука плюс», 2010. – 155 с.
2. Абдулманапов П.Г. Роль миграции в развитии Республики Дагестан // Региональная экономика: теория и практика. – 2012. – № 39. – С. 64–68.
3. Абдулманапов П.Г. Трудовые ресурсы региона: проблемы формирования и обеспечение занятости. – Махачкала: Издательский дом «Наука плюс», 2006. – 152 с.
4. Абидов М.Х. Демографическое развитие трудоизбыточных регионов Южного федерального округа. – Махачкала: Издательский дом «Наука плюс», 2008. – 198 с.



5. Демографический ежегодник Дагестана, 2012 год. Статистический сборник / Дагестанстат РД – Махачкала, 2013.

6. Кутаев Ш.К. Фактор занятости в развитии экономики депрессивного региона. – Махачкала: Издательский дом «Наука плюс», 2005. – 160 с.

7. Послание Президента Федеральному Собранию РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/news/9637> (дата обращения: 06.06.2015).

8. Сагидов А.К. Основные направления совершенствования здравоохранения в регионе // Вопросы структуризации экономики. – 2012. – № 3. – С. 88–93.

9. Хаджалова Х.М. Повышение качества жизни как условие обеспечения социальной стабильности региона. – Махачкала: Издательский дом «Наука плюс», 2008. – 360 с.

10. Хаджалова Х.М. Региональная инвестиционная политика в повышении качества жизни населения // Экономические науки. – 2009. – № 58. – С. 236–240.

11. Хаджалова Х.М. Человеческий капитал современной семьи // Креативная экономика. – 2014. – № 11 (95). – С. 62–72.

### References

1. Abdulmanapov P.G. *Demograficheskaya bezopasnost Yuzhnykh regionov Rossii* [Demographic safety of Southern regions of Russia]. Makhachkala: Izdatelskiy dom «Nauka plyus», 2010. 155 p.

2. Abdulmanapov P.G. *Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], no. 39 (2012): 64–68.

3. Abdulmanapov P.G. *Trudovye resursy regiona: problemy formirovaniya i obespechenie zanyatosti* [Labour resources of a region: problems of formation and establishment of employment]. Makhachkala: Izdatelskiy dom «Nauka plyus», 2006. 152 p.

4. Abidov M.Kh. *Demograficheskoe razvitie trudoizbytochnykh regionov Yuzhnogo federalnogo okruga* [Demographic development of labour-surplus regions in Southern

federal district]. Makhachkala: Izdatelskiy dom «Nauka plyus», 2008. 198 p.

5. *Demograficheskiy ezhegodnik Dagestana, 2012 god. Statisticheskiy sbornik* [Demographic year-book of Dagestan, 2012. Statistical collection]. Makhachkala: Dagestanstat RD, 2013. 235 p.

6. Kutaev Sh.K. *Faktor zanyatosti v razviti ekonomiki depressivnogo regiona* [Factor of employment in development of economy of a depressed region]. Makhachkala: Izdatelskiy dom «Nauka plyus», 2005. 160 p.

7. *Poslanie Prezidenta Federalnomu Sobraniyu RF* [Presidential Address to the Federal Assembly of the Russian Federation]. Available at: <http://www.kremlin.ru/news/9637/> (accessed 6 June 2015).

8. Sagidov A.K. *Voprosy strukturizatsii ekonomiki* [Questions of structurization of economy], no. 3 (2012): 88–93.

9. Khadzhalova Kh.M. *Povyshenie kachestva zhizni kak uslovie obespecheniya sotsialnoy stabilnosti regiona* [Improvement in life quality as a condition of providing social stability in a region]. Makhachkala: Izdatelskiy dom «Nauka plyus», 2008. 360 p.

10. Khadzhalova Kh.M. *Ekonomicheskie nauki* [Economic Sciences], no. 58 (2009): 236–240.

11. Khadzhalova Kh.M. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy], no.11 (2014): 62–72.

### Рецензенты:

Хаджалова Х.М., д.э.н., ведущий научный сотрудник, Институт социально-экономических исследований ДНЦ РАН, г. Махачкала;

Кутаев Ш.К., д.э.н., заведующий отделом воспроизводства населения и трудовых ресурсов региона, Институт социально-экономических исследований ДНЦ РАН, г. Махачкала.

УДК 658.114.2 / 658.14.012.22

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННО-КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<sup>1</sup>Аникина И.Д., <sup>1</sup>Кусмарцева Ю.В., <sup>1</sup>Тукова А.В., <sup>2</sup>Бисчекова Ф.Р.<sup>1</sup>Волгоградский государственный университет, Волгоград, e-mail: kfbd@volsu.ru;<sup>2</sup>Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.Р. Бербекова,  
Нальчик, e-mail: kmim93@mail.ru

В статье анализируются проблемы корпоративного управления в агропромышленных холдингах при условии расширенного воспроизводства капитала и более эффективного использования ресурсов. Авторами проведено исследование эффективности управления финансами сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий ЮФО, произведена оценка необходимости рационального государственного участия в кредитовании, финансовой поддержке, установлении паритета цен и т.д., основанного на взаимодействии органов государственной власти и сельскохозяйственных товаропроизводителей и перерабатывающих компаний. В качестве основного результата данного исследования служит вывод о целесообразности создания государственно-корпоративного сектора как ядра и движущей силы всего сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в условиях продовольственных санкций и импортозамещения путем реализации масштабных и значимых для общества инвестиционных проектов. Для решения актуальных проблем в области государственно-корпоративного управления выявлены основные проблемы регионального законодательства в области партнерства государства и частного бизнеса и предложены направления совершенствования федерального законодательства в целях повышения эффективности функционирования государственно-частных партнерств.

**Ключевые слова:** корпоративное управление, агропромышленный холдинг, перерабатывающая промышленность, инвестиционный проект, инвестиции, импортозамещение, государственная поддержка, вертикально-интегрированная система хозяйствования, государственно-корпоративные формирования, государственно-частное партнерство

## DEVELOPMENT PROSPECTS PUBLIC-CORPORATE GOVERNANCE AT PROCESSING ENTERPRISES

<sup>1</sup>Anikina I.D., <sup>1</sup>Kusmartseva Y.V., <sup>1</sup>Gukova A.B., <sup>2</sup>Bishechikova F.R.<sup>1</sup>Volgograd State University, Volgograd, e-mail: kfbd@volsu.ru;<sup>2</sup>Berbekov State University of Kabardino-Balkaria, Nalchik, e-mail: kmim93@mail.ru

This article analyses some issues of partnership of private and public companies, which are based on various degrees of interaction or on the share capital raised with the help of private investors. The authors conducted a study of the effectiveness of the financial management of agricultural and processing enterprises of the South Federal District, identified the main models (traditional State company, a cooperation model, a financial model, an organisational model, an operator model, private company which has been formed during the full privatisation) and forms of public-private partnerships, based on the interactions between government and agricultural producers and processing companies. One of the main results of this research provides the conclusion about the feasibility of establishing public-private partnerships through the implementation of large-scale and important to the community investment projects in agriculture and processing industry.

**Keywords:** corporate governance, agroindustrial holding, processing industry, investment project, investment, import substitution, State support, vertically-integrated management system, public-corporate formation, public-private partnership

Корпоративное управление имеет много разных дефиниций, но в целом они переплетаются между собой. Так, государства – члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в принятых «Принципах корпоративного управления» дают следующее определение: «Корпоративное управление – это внутренние механизмы, с помощью которых осуществляется руководство деятельности корпораций и контроля над ними... что подразумевает систему взаимоотношений между правлением компании, ее советом директоров, акционерами и другими заинтересованными лицами» [10].

Корпоративное управление предполагает формирование особой структуры, занятой определением целей межотраслевой корпорации и способов достижения и контроля этого процесса. Соответствующее корпоративное управление должно стимулировать менеджеров высшего звена достигать целей, отвечающих интересам расширенного воспроизводства производительного капитала и более эффективного использования ресурсов.

В настоящее время элементы корпоративной системы управления в сельском хозяйстве появляются вместе с так называемыми агропромышленными холдингами,

функционирование которых наблюдается в АПК. Ряд из них отличается экономически эффективными производствами на основе создания механизма оптимального корпоративного управления с учетом конъюнктуры рынка [4].

Казачья холдинговая компания Открытое акционерное общество «Краснодонское» (КХК ОАО «Краснодонское») в составе агрохолдинга «КоПИТАНИЯ» является крупнейшей в Волгоградской области компанией по производству мяса свинины.

Выделение 01 апреля 2013 года открытого акционерного общества «Птицефабрика Краснодонская» из КХК ОАО «Краснодонское» было связано в первую очередь с тем, чтобы создать на территории Волгоградской области крупное предприятие, направленное на производство и реализацию мяса птицы [3].

Основой развития агрохолдинга является необходимость интенсификации и повышения конкурентоспособности АПК, что может быть обеспечено только использованием современных технологий, подходов, идей и методов. Предполагается создание современного технологического интегрированного производства КХК ОАО «Краснодонское» и ОАО Птицефабрика «Краснодонская» – от производства зерна до выпуска готовой продукции (мясные полуфабрикаты из свинины и мяса птицы) в упаковке (27 200 тонн свинины, 23 400 тонн мяса птицы в убойном весе, 78 000 тонн мясoproductов). Выход на проектную мощность позволит удвоить производство по мясу свиней и птицы для убоя [6]. Данная

модель позволяет производить высококачественную продукцию, поскольку мониторинг качества осуществляется, начиная с посевов сырья и заканчивая продажей продукции в розничную торговлю [2].

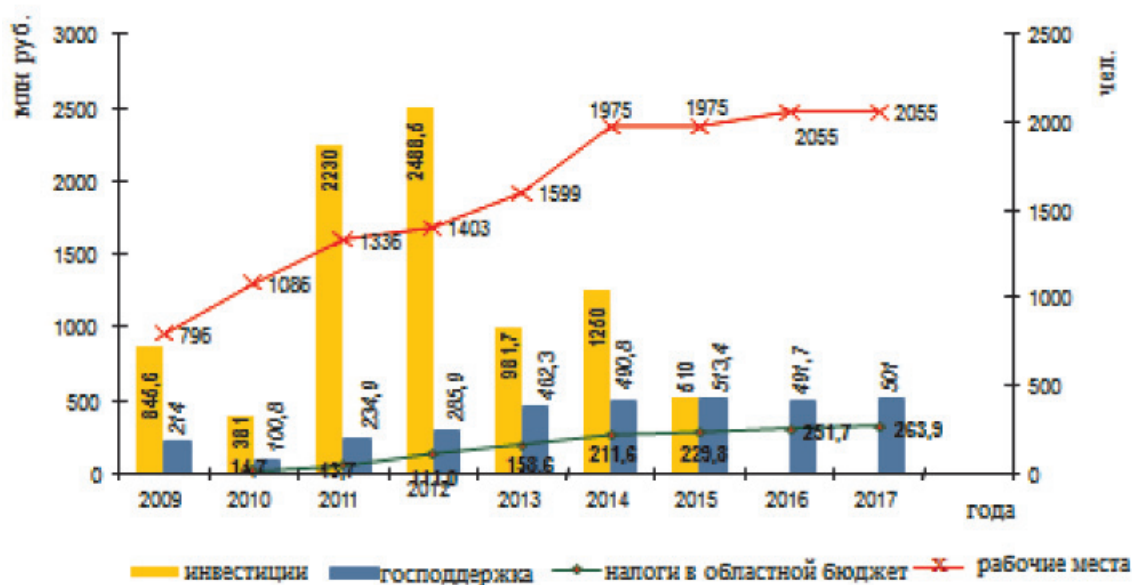
Компания «КоПИТАНИЯ», в структуру которой входят КХК ОАО «Краснодонское», ООО «Краснодонский комбикормовый завод» и ОАО «Птицефабрика Краснодонская» Иловлинского района Волгоградской области, одновременно реализует три крупных инвестиционных проекта:

- расширение птицефабрики;
- строительство склада по хранению мяса птицы и цеха утилизации птицы;
- реконструкция комбикормового цеха.

С начала реализации проектов общая сумма инвестиций составила более 2,5 млрд рублей, в том числе в 2013 году – 760 млн рублей.

Реализация этих инвестиционных проектов позволит создать более 650 дополнительных рабочих мест и увеличить ежегодные налоговые отчисления в консолидированный бюджет Волгоградской области до 264 млн рублей [5] (рисунок).

Во исполнение цели создания КХК ОАО «Краснодонское» и ОАО «Птицефабрика Краснодонская», отвечающих всем современным технологиям замкнутого цикла производства, было принято решение о строительстве производства по углубленной мясopереработке. Данный проект уже признан Министерством сельского хозяйства Волгоградской области в качестве приоритетного.



Инвестиции и господдержка КХК ОАО «Краснодонское» [8]

Оценивая перспективы работы КХК ОАО «Краснодонское» и ОАО «Птицефабрика Краснодонская», следует отметить следующие конкурентные преимущества компании – рост потребления мяса в России, в том числе в Южном федеральном округе, поддержка Администрации Волгоградской области и государства в целом в условиях продовольственных санкций и импортозамещения, сформировавшийся профессиональный коллектив. Реализация намеченных мероприятий, в совокупности с использованием внутренних резервов по повышению эффективности производства и повышению качества производимой продукции, позволит КХК ОАО «Краснодонское» и ОАО «Птицефабрика Краснодонская» увеличить свою долю на рынке в составе агрохолдинга «КоПИТАНИЯ» путем обеспечения потребителей большим объемом качественной продукции из мяса птицы и свинины [2].

Итак, целью создания холдинговых компаний является более эффективное управление имуществом компаний, входящих в группу из единого корпоративного центра за счет передачи им основных управленческих функций: управление производственным процессом, финансами, реализацией, маркетингом, стратегией развития и т.д. [4]. Но даже эффективные холдинговые структуры не могут функционировать без адекватной государственной поддержки.

Несовпадение рабочего и производственного периодов предопределяет специфику функционирования отраслей растениеводства и животноводства, занятого здесь постоянного и варьирующего капитала. Связанный с этим высокий коэффициент производственной емкости основных средств и низкий коэффициент производительности основных средств исключают для аграрного сектора возможность успешно конкурировать с другими отраслями экономики. Все это объективно требует рационального государственного участия в ценообразовании, налогообложении, кредитовании, поддержке, установлении паритета цен и т.д.

Сама по себе интеграция не может обеспечить планомерный и ритмичный ход воспроизводства промышленного или аграрного продукта по операционному циклу, который начинается первичной стадией производства и заканчивается поступлением его в готовом виде к конечному потребителю. Но интеграция создает для этого фундаментальную основу, включая и предпосылки, чтобы волевой фактор действовал в соответствии с внутренней логикой ее закономерностей на всех стадиях движения продукта. Поэтому для развития России не-

обходима научно обоснованная разработка и построение вертикально-интегрированной системы хозяйствования, включая экономику сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности.

В развитых странах такая система хозяйствования приняла «облик» государственно-корпоративных формирований, в которых определяющая экономическая роль принадлежит государству как участнику производственно-экономического процесса, а не только проводнику неких институциональных и социальных параметров и мотиваций. Исходя из этого, применительно к сельскому хозяйству России требуется гармонизированное воздействие государства на интересы в основном трех составных частей воспроизводства: сельского хозяйства, промышленности – перерабатывающей и ресурсообеспечивающей, торговли [4].

Страны – члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) являют собой пример такого формирования и функционирования эффективного агропромышленного комплекса, основанного на взаимодействии органов государственной власти и сельскохозяйственных товаропроизводителей. Достигнуть впечатляющих результатов стало возможно благодаря сложившемуся в них государственно-корпоративному типу управления с развитием аграрной экономики [9].

Эффективным инструментом при этом является [7] партнёрство государственного и частного секторов, которое обозначается термином Public-Private Partnership (PPP). В отечественных источниках литературы используется термин «государственно-частное партнёрство» (ГЧП), представляющее собой институциональный и организационный союз органов государственной власти и компаний частного бизнеса для осуществления значимых для общества проектов в обширном спектре направлений деятельности – от развития стратегически важных отраслей народного хозяйства до оказания общественных услуг в масштабах Российской Федерации или некоторых регионов. Интенсивное распространение различных видов государственно-частных партнёрств во многих странах мира и отраслях экономики дает возможность толковать конфигурацию взаимоотношений государства и частного бизнеса в качестве характерной черты современной смешанной экономики.

Региональные законы об участии субъекта РФ в государственно-частных партнерствах приняты в 68 субъектах Российской



Федерации, еще в 4-х регионах разработаны проекты соответствующих актов. При этом только в 18 регионах из 68 (26,5%) данные законодательные акты применялись для реализации проектов государственно-частного партнерства; только в 3 регионах (4,4%) действует эффективное региональное законодательство (Санкт-Петербург, Томская область и Ямало-Ненецкий автономный округ) [11].

Итак, региональное законодательство в области государственно-частного партнерства можно разделить на две группы:

1) содержат довольно подробное регулирование отношений в сфере партнерства государства и частного бизнеса и имеют сходные положения с законом города Санкт-Петербурга (их удельный вес в общей массе законов о ГЧП небольшой). В таких законах субъектов РФ детально описаны формы ГЧП, гарантии прав партнеров и т.п.;

2) содержат рамочное регулирование вопросов партнерства государства и частного бизнеса (их подавляющее большинство), то есть общие положения (нередко состоят из 5–7 статей), и представляют собой практически декларативные документы. Например, Закон от 29 ноября 2011 года № 2257-ОД «Об участии Волгоградской области в государственно-частном партнерстве».

Основной проблемой регионального законодательства в области партнерства государства и частного бизнеса являются риски противоречия законов субъектов Российской Федерации и конкретных положений контрактов по проектам государственно-частного партнерства федеральному законодательству. Подобные риски являются объективными и вызваны отсутствием соответствующего регулирования отношений в рамках государственно-частного партнерства на федеральном уровне и, в общем, не зависят от качества регионального законодательства [12].

Принятие федерального закона «Об основах государственно-частного партнерства в Российской Федерации» даст регионам возможность активизировать развитие своей нормативно-правовой базы в сфере партнерства государства и частного бизнеса, разработать методическую базу. На основании федерального закона должны быть приняты, например, следующие постановления Правительства Российской Федерации: о порядке инициации и подготовки соглашения о государственно-частном партнерстве, об оценке эффективности проекта государственно-частного партнерства по сравнению с бюджетным финансированием, о контроле исполнения обязательств частного инвесто-

ра, о порядке проведения конкурсных процедур и о порядке проведения общественных слушаний по соглашению о государственно-частном партнерстве [1].

Существенной нормой нового закона будут являться гарантирование прав частных компаньонов и коммерческих банков. Кредитные организации смогут осуществлять контроль за надежностью своих инвестиций и с согласия администрации менять частного партнера в случае существенного неисполнения своих обязательств. Частный партнер сможет пересматривать условия соглашения, если будут приняты законы, которые снизят привлекательность проекта для инвестора. Принятие федерального закона «Об основах государственно-частного партнерства в Российской Федерации» должно устранить существующие ограничения в земельном, налоговом и законодательстве о конкуренции [12].

### Список литературы

1. В Москве обсудили проект Федерального закона «Об основах ГЧП в РФ» URL: <http://pppcenter.ru/ru/press-center/pppcenter-news/v-moskve-obsudili-proekt-federalnogo-zakona-ob-osnovakh-gchp-v-rf>.
2. Годовой отчет казачьей холдинговой компании Открытого акционерного общества «Краснодонское» за 2013 год URL: [http://www.kopitaniya.ru/upload/auction/GO\\_2013\\_khk.pdf](http://www.kopitaniya.ru/upload/auction/GO_2013_khk.pdf).
3. Годовой отчет открытого акционерного общества «Птицефабрика Краснодонская» за 2013 год URL: [http://www.kydr.ru/upload/auction/GO\\_2013\\_pfk.pdf](http://www.kydr.ru/upload/auction/GO_2013_pfk.pdf).
4. Еремеев В. Перспективы государственно-корпоративного управления в сельском хозяйстве // Экономист. – 2012. – № 4. – С. 83–87.
5. Инвестиции в АПК Волгоградской области. Приложение № 1 к отчету министерства сельского хозяйства Волгоградской области о результатах деятельности за 2013 год. URL: <http://www.ksh-old.volganet.ru>.
6. Информационно-аналитический доклад «Итоги работы АПК и министерства сельского хозяйства Волгоградской области в 2014 году. URL: <http://ksh.volganet.ru/test/Молоканова/Итоги.pdf>.
7. Клинова М. Глобализация и инфраструктура: новые тенденции во взаимоотношениях государства и бизнеса // Вопросы экономики. – 2008. – № 8. – С. 78–90.
8. Механизмы и подходы к реализации долгосрочной областной целевой программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» // Информационные и аналитические материалы Министерства сельского хозяйства Волгоградской области. URL: [http://ksh.volganet.ru/f\\_05/f\\_04/](http://ksh.volganet.ru/f_05/f_04/).
9. Папцов А.Г. Государственное регулирование экономики за рубежом: аграрный аспект. – М.: МиД, 2006. – 350 с.
10. Принципы корпоративного управления ОЭСП. URL: <http://www.corp-gov.ru/projects/principles-ru.pdf>.
11. Рейтинг регионов России по уровню развития государственно-частного партнерства 2014–2015 // Некоммерческое партнерство «Центр развития государственно-частного партнерства» и Министерство экономического развития Российской Федерации при поддержке Торгово-промышленной палаты РФ. Москва-2015 URL: [http://www.pppi.ru/sites/all/themes/pppi/img/raytingREG-Block\\_16-03-2015\\_WEB.pdf](http://www.pppi.ru/sites/all/themes/pppi/img/raytingREG-Block_16-03-2015_WEB.pdf).



12. Шмелева Е. Интервью заместителя Министра С.Ю. Белякова «Новый закон о ГЧП – подспорье для любого инвестора». URL: [http://www.economy.gov.ru/minec/press/interview/doc20130319\\_01](http://www.economy.gov.ru/minec/press/interview/doc20130319_01).

### References

1. V Moskve obsudili proekt Federalnogo zakona «Ob osnovah GChP v RF» URL: <http://pppcenter.ru/ru/press-center/pppcenter-news/v-moskve-obsudili-proekt-federalnogo-zakona-ob-osnovakh-gchp-v-rf>.
2. Godovoj otchet kazachej holdingovoj kompanii Otkrytogo akcionernogo obshhestva «Krasnodonskoe» za 2013 god URL: [http://www.kopitaniya.ru/upload/auction/GO\\_2013\\_khk.pdf](http://www.kopitaniya.ru/upload/auction/GO_2013_khk.pdf).
3. Godovoj otchet otkrytogo akcionernogo obshhestva «Pticefabrika Krasnodonskaja» za 2013 god URL: [http://www.kydr.ru/upload/auction/GO\\_2013\\_pfk.pdf](http://www.kydr.ru/upload/auction/GO_2013_pfk.pdf).
4. Ereemeev V. Perspektivy gosudarstvenno-korporativnogo upravleniya v sel'skom hoz'jajstve. *Jekonomist*, 2012, no. 4, pp. 83–87.
5. Investicii v APK Volgogradskoj oblasti. Prilozhenie № 1 k otchetu ministerstva sel'skogo hoz'jajstva Volgogradskoj oblasti o rezultatah dejatel'nosti za 2013 god URL: <http://www.ksh-old.volganet.ru>.
6. Informacionno-analiticheskij doklad «Itogi raboty APK i ministerstva sel'skogo hoz'jajstva Volgogradskoj oblasti v 2014 godu URL: <http://ksh.volganet.ru/test/Molokanova/Itogi.pdf>.
7. Klinova M. Globalizacija i infrastruktura: novye tendencii vo vzaimootnoshenijah gosudarstva i biznesa. *Voprosy jekonomiki*, 2008, no. 8, pp. 78–90.
8. Mehanizmy i podhody k realizacii dolgosročnoj oblastnoj celevoj programmy «Razvitie sel'skogo hoz'jajstva i reguli-

rovanija rynkov sel'skoho'z'jajstvennoj produkcii, syrja i proizvodstva na 2013-2020 gody». Informacionnye i analiticheskie materialy Ministerstva sel'skogo hoz'jajstva Volgogradskoj oblasti URL: [http://ksh.volganet.ru/f\\_05/f\\_05\\_04/](http://ksh.volganet.ru/f_05/f_05_04/).

9. Papcov A.G. Gosudarstvennoe regulirovanie jekonomiki za rubezhom: agrarnyj aspekt. Moscow, MiD, 2006, 350 p.

10. Principy korporativnogo upravleniya OJeSR URL: <http://www.corp-gov.ru/projects/principles-ru.pdf>.

11. Rejting regionov Rossii po urovnju razvitija gosudarstvenno-chastnogo partnerstva 2014–2015. Nekommercheskoe partnerstvo «Centr razvitija gosudarstvenno-chastnogo partnerstva» i Ministerstvo jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii pri podderzhke Torgovo-promyshlennoj palaty RF. Moskva-2015 URL: [http://www.pppi.ru/sites/all/themes/pppi/img/raytingREG-Block\\_16-03-2015\\_WEB.pdf](http://www.pppi.ru/sites/all/themes/pppi/img/raytingREG-Block_16-03-2015_WEB.pdf).

12. Shmeleva E. Intervju zamestitelja Ministra S.Ju. Belyakova «Novyj zakon o GChP – podspore dlja ljubogo investora» URL: [http://www.economy.gov.ru/minec/press/interview/doc20130319\\_01](http://www.economy.gov.ru/minec/press/interview/doc20130319_01).

### Рецензенты:

Нагоев А.Б., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик;

Шидов А.Х., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой бухгалтерского учета, анализа и аудита, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.Р. Бербекова, г. Нальчик.

УДК 658.7

## МОНИТОРИНГ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ЗВЕНЬЯХ ЦЕПИ ПОСТАВОК ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА

Гильц Н.Е., Белякова Е.В., Широченко Н.В., Белякова А.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: ev\_belyakova@rambler.ru

Замедление темпов роста российского дилерского бизнеса на авторынке связано со сложными условиями организации и отслеживания выполнения логистических операций в звеньях цепи поставок. В статье рассматривается мониторинг как оперативный инструмент управления логистическими операциями в цепи поставок. Также в работе выявлены и систематизированы основные факторы, оказывающие непосредственное влияние на организацию товародвижения дилерского центра. Предложен набор входных данных для создания алгоритма мониторинга логистических операций в звеньях цепи поставок дилерского заказа. Представлен алгоритм мониторинга логистических операций в звеньях цепи поставок заказа дилерского центра, позволяющий в едином информационном пространстве отслеживать динамику изменений контролируемых показателей и корректировать управленческие решения взаимодействия поставщиков второго и первого порядка – автомобильных заводов-изготовителей и заводов запасных частей.

**Ключевые слова:** мониторинг, логистические операции, цепи поставок, товародвижение, дилерский центр

## MONITORING OF LOGISTICS OPERATIONS IN THE SUPPLY CHAIN DEALERSHIP

Gilts N.E., Belyakova E.V., Shirochenko N.V., Belyakova A.A.

Federal State Budgetary Institution of Higher Education Siberian State Aerospace University named after academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, e-mail: ev\_belyakova@rambler.ru

The slowdown dealer business on the market in Russian is due to difficult conditions of organization and monitoring of execution logistics operations in supply chain links. The article discusses monitoring as an operational tool for the management of logistics operations in the supply chain. The work also identified and systematized the main factors that have a direct influence on the product distribution of the dealership. Proposed a set of input data for create a monitoring algorithm of logistics operations in supply chain of dealers orders. Granted the monitoring algorithm of logistics operations in supply chain of the order dealership, allowing in a single information space to track the dynamics of changes of monitored indicators, and adjust management decisions interact the providers of the second and first order – automotive manufacturing plants and factories spare parts is presented.

**Keywords:** monitoring, logistics operations, supply chain, merchandising, dealership

Развитие отечественного автомобильного рынка в настоящее время происходит от «рынка производителя» к «рынку покупателя» через промежуточное состояние – «рынок дистрибьютора». Грамотная организация работы дилерской сети становится одним из самых весомых конкурентных преимуществ компаний-поставщиков, производителей, крупных оптовиков.

Условием успешной работы дилерской сети является грамотно построенная цепь поставок. Для обеспечения ее конкурентоспособности необходимо согласование и отслеживание большого количества показателей информационного, материального, финансового потоков, так как функционирование цепи поставок является чрезвычайно динамичным процессом, сопровождающимся структурной динамикой, изменением свойств и параметров сети. При этом неизбежны отклонения от плана и его корректировки в зависимости от вновь открывшихся обстоятельств [4, 5, 9].

Вопросам мониторинга и контроля деятельности предприятий и организаций в современной экономической литературе уделяется достаточно внимания. Научные труды В.В. Бурцева [1], В.П. Вороненко [2], Е.И. Зайцева [4], Д.А. Иванова [5], В.И. Сергеева [9] и других посвящены различным аспектам осуществления мониторинга и применения его инструментов. В работах Х.Й. Фольмута [10], Э. Майера [6], Р. Манна [6] и других описаны основные инструменты контроля, используемые для анализа, планирования, контроллинга и мониторинга различных сфер деятельности предприятий и организаций. В трудах указанных авторов излагаются лишь общие положения, не учитывающие специфику организации товародвижения в цепи поставок. Концептуально методическая база в полном объеме не разработана. Это приводит к необходимости проведения дополнительных исследований и разработок.

Одним из оперативных инструментов управления цепью поставок дилерского центра является мониторинг логистических операций, протекающих в звеньях цепи поставок дилерской сети. Анализ должны быть подвергнуты отклонения по выработанным планам, предложения по регулиующим воздействиям и принятию решений по корректировке отклонений.

При наличии жесткой конкуренции основная задача системы мониторинга – завоевание и сохранение дилерским центром предпочтительной доли рынка за счет обеспечения руководящего звена информацией о положении организации в текущий момент времени, что обеспечит принятие оперативных управленческих решений [6]. Неумение управлять основными логистическими функциями в современных условиях хозяйствования рождает следующую цепочку проблем: переполненные склады, финансовые потери, отсутствие оборотных средств на закупку сырья, частичная и даже полная остановка отгрузок и размещения заказов в производство.

При построении системы мониторинга цепи поставок дилерской сети должны быть учтены установленные цели организации, порядок текущего сбора и обработки информации для принятия управленческих решений, осуществление функций контроля фактических показателей деятельности от плановых, подготовка рекомендаций для принятия управленческих решений. Координируя, интегрируя и направляя деятельность всей системы управления предприятием на достижение поставленных целей, мониторинг выполняет функцию «управления управлением» и является синтезом планирования, учета, контроля, организации информационных потоков и многого другого.

Анализируя организацию распределительной деятельности предприятий, в том числе с построением сети дилерских центров, были изучены факторы, оказывающие влияние на эти процессы, которые объединили в четыре группы:

1. Финансовые результаты: инвестиционный климат в стране и регионе; возможность использования коммерческих источников финансирования; утвержденные предприятием финансовые показатели (рентабельность, прибыль, оборачиваемость, кэш-фло и др.).

2. Клиенты и рынок: рост числа клиентов; качество обслуживания клиентов; емкость рынка; уровень конкурентоспособности на рынке сбыта; темпы роста рынков сбыта.

3. Организация бизнес-процессов на предприятии: контроль доступности квот по запрашиваемым операциям; транспортировка на склад готовой продукции для от-

правки в дилерский центр; контроль организации операций, проходящих через банк; контроль получения груза.

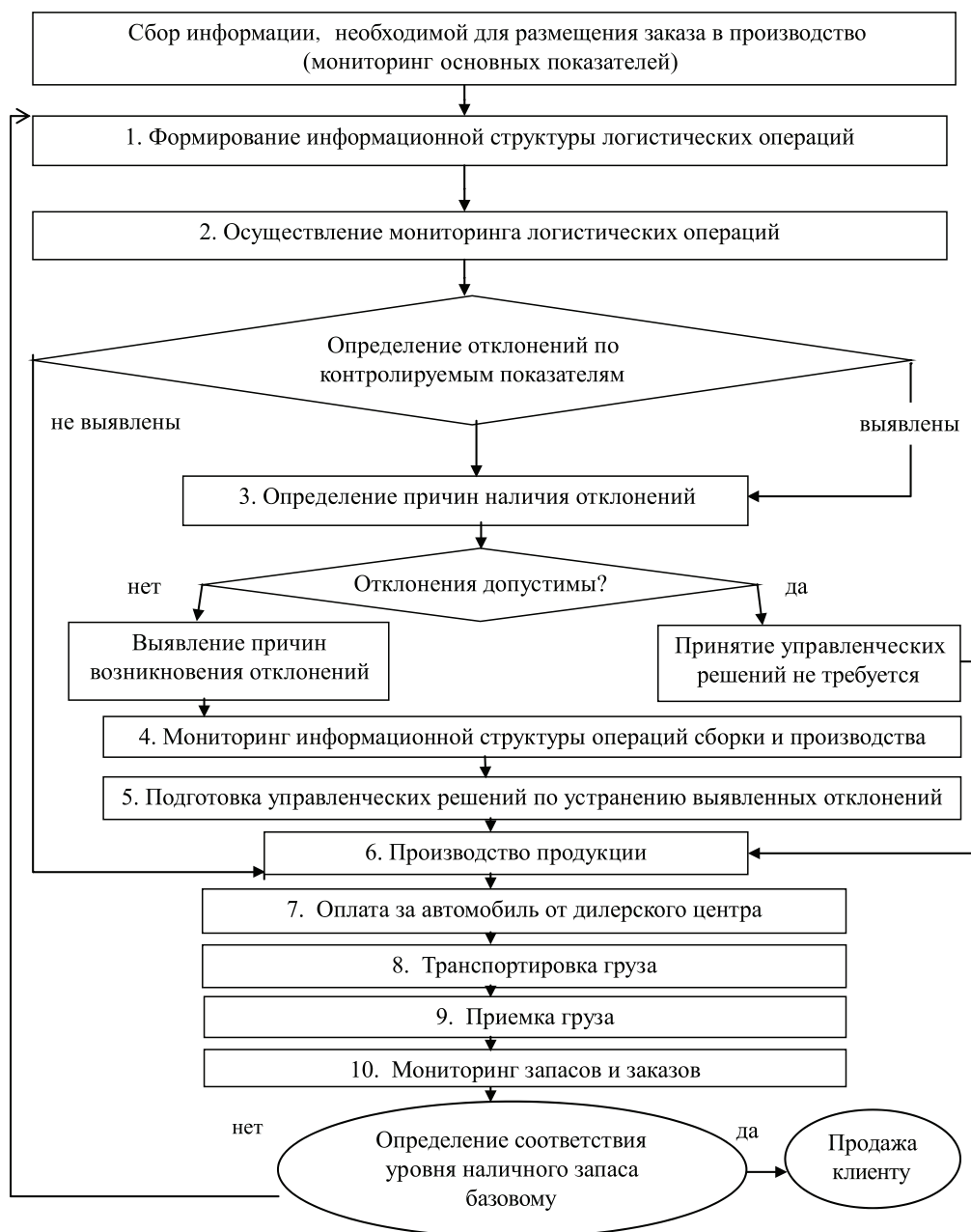
4. Способность к развитию: обеспеченность квалифицированными кадрами; инновации в технологиях организации процесса товародвижения; степень заинтересованности в изменениях и улучшениях движения товаропотоков.

Предложенная классификация объединяет значимые виды внутренних и внешних факторов, влияющих на организацию товародвижения в цепи поставок. Факторы, относящиеся к организации товародвижения конкретного предприятия, индивидуальны и весьма изменчивы, требуют специально организованного отслеживания в каждом конкретном случае.

Предложенная группировка факторов является одним из необходимых элементов построения алгоритма мониторинга логистических операций в звеньях цепи поставок дилерского центра. Это соответствует принципу системности мониторинга, так как именно для системного подхода характерны комплексная оценка влияния разноплановых факторов, целевой подход к их изучению.

Детально проработанная и документально закреплённая в учетной политике дилерского центра система мониторинга становится эффективным инструментом текущего и последующего контроля [3]. Анализ потребительских предпочтений, обоснованное планирование размера, сроков поставок, эффективный их контроль позволят значительно улучшить результаты деятельности дилерского центра в условиях конкуренции [8].

Концерн «Volkswagen» в соответствии с потребностями покупателей производит высококачественную продукцию, которая в целях удовлетворения запросов клиентов распространяется и обслуживается через международную дилерскую сеть. Количество дилерских центров «Volkswagen» в России больше 150. Два дилерских предприятия находятся в городе Красноярске. Один из них – ООО «Медведь АвтоТех-Центр» является официальным дилером марки Volkswagen. Свою оперативно-хозяйственную деятельность дилер выстраивает через функционирование цепи поставок поставщиков двух порядков. Производственный цикл продукции «Volkswagen» начинается со сборки запасных частей и оборудования. Заводы по производству запасных частей и оборудования являются поставщиками второго порядка, заводы – изготовители автомобилей – поставщики первого порядка. Основные поставщики расположены в Германии, Испании, Португалии, Мексике, ЮАР [7].



Алгоритм мониторинга логистических операций в звеньях цепи поставок дилерского заказа

Готовые автомобили поступают на склады концерна в Германии в городах Бремерхафен и Глаухау. В зависимости от страны-производителя различают два основных типа перевозки: морской и железнодорожный. Транспортировка автомобилей железнодорожным транспортом осуществляется со склада в Глаухау до центральной акцизной таможни в Москве, а со склада в Бремерхафен автомобили перевозятся морским транспортом до таможни в Санкт-Петербурге. После процедуры таможенной очистки автомобили поступают на склад транспортной компании

в г. Москве, откуда формируются автовозы для отправки дилеру.

С открытием заводов в России в городах Нижний Новгород и Калуга в 2013 г. возникла необходимость в совершенствовании системы мониторинга логистических операций в звеньях цепи поставок с заводов на территории РФ. Поставщики второго и первого порядков в анализируемой цепи поставок расположены на территории России. После производства готовая продукция поступает на склад транспортной компании в г. Москве, откуда формируются автовозы для отправки дилеру в Красноярск.



При этом следует осуществлять мониторинг за движением материальных, финансовых и информационных потоков. Сбор информации, необходимой для размещения заказа в производство, осуществляется путем мониторинга таких ключевых показателей, как план продаж и поставок, доступность производственных квот, потребительские предпочтения, сводная таблица соответствия наличного запаса базовому уровню.

Для создания алгоритма мониторинга логистических операций в звеньях цепи поставок входными данными будут: доступность производственных квот, план продаж и поставок, потребительские предпочтения, уровень наличного запаса. Разработанный алгоритм может быть использован в любой дилерской компании, так как предлагаемые этапы имеют универсальный характер (рисунок).

По готовому дилерскому заказу логист компании ООО «Медведь АвтоТехЦентр» отправляет запрос на отгрузку автомобиля со складов готовой продукции (склад импортера в г. Бремерхафен или г. Глаухау). Заявка на отгрузку на адрес в г. Красноярске может быть обработана с первого дня поступления готовой продукции на склад. Расчетное время в пути до дилерского центра 20–40 дней в зависимости от типа транспортного средства, используемого при перевозке (морской, железнодорожный, автомобильный).

Если заказ – клиентский, отгрузка осуществляется автоматически. Затем импортер отправляет письмо по электронной почте – «уведомление об отгрузке» с контактной информацией о складе (из которого произведена отгрузка), компании-перевозчике, грузе, дате погрузки, планируемой дате доставки и данными водителя автовоза. Копия ПТС на автомобиле импортного производства отправляется логисту компании в виде скана. Счет на оплату автомобиля выставляется при отгрузке со складов. Для клиента составляется план выкупа автомобиля и отправляется в финансовый отдел на одобрение. После его утверждения автомобиль отдается клиенту.

В соответствии с разработанным графиком мониторинга контролю подлежат материальные, информационные и финансовые потоки.

Мониторинг материальных потоков в выполнении дилерского заказа осуществляется по контролю сборки запасных частей, производству, транспортировке на склад готовой продукции, транспортировке на склад транспортной компании, контролю получения груза.

Информационные потоки дилерского заказа, подлежащие мониторингу, будут состоять в контроле доступности квот по запрошенным параметрам; расчете плана продаж; определении потребительских предпочтений; создании заказа в заводской системе; отслеживании подтверждения создания заказа. Особое внимание уделяется контролю доступности квот по запрошенным параметрам, проверке подтвержденной производственной недели, контролю транспортировки на склад готовой продукции, контролю отправления заявки на отгрузку, контролю отгрузки автомобиля со склада транспортной компании, контролю корректности выставления счета и сопроводительных документов на оплату автомобиля, контролю поступления оплаты за автомобиль. Итогом является контроль получения груза.

Мониторинг финансовых потоков в логистических операциях в звеньях цепи поставок дилерского заказа будет заключаться в контроле поступления оплаты за автомобиль.

Важнейшей задачей, стоящей перед мониторингом, является разработка вариантов управленческих решений по устранению выявленных отклонений. Данный алгоритм позволит осуществлять мониторинг логистических операций в звеньях цепи поставок в любой момент ее времени.

### Список литературы

1. Бурцев В.В. Методические основы мониторинга системы сбыта готовой продукции / В.В. Бурцев // Маркетинг в России и за рубежом. – 2002. – № 4. – С. 54–68.
2. Вороненко В.П. Машиностроительное производство / В.П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе, В.Н. Брюханов; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа. Издательский центр «Академия», 2001. – 304 с.
3. Гильц Н.Е. Методические подходы к мониторингу производственно-сбытовой деятельности промышленного предприятия // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – 2009. – № 2(23). – С. 412–417.
4. Зайцев Е.И. Процессная модель формирования цепей поставок / Е.И. Зайцев, А.В. Парфенов, С.А. Уваров [Электронный ресурс] // Логистика и управление цепями поставок. 2012. – № 2 (49). – URL: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-godam/item/793> (дата обращения 02.06.2015).
5. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. – 660 с.
6. Манн Р. Контроллинг для начинающих. Система управления прибылью / Р. Манн, Э. Майер. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 304 с.
7. Организация ООО «Медведь АвтоТехЦентр» [Электронный ресурс] // Информация о компании. – 2014 г. – URL: [http://www.volkswagen-krasnoyarsk.ru/about/about\\_center/comm](http://www.volkswagen-krasnoyarsk.ru/about/about_center/comm) (дата обращения 02.06.2015).
8. Столяр Е. Неопределенность и уязвимость, как основные причины снижения надежности в цепях поставок

[Электронный ресурс] // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – № 1 (48). URL: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-rubrikam/item/78> (дата обращения 04.06.2015).

9. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 479 с.

10. Фоллмут Х.Й. Инструменты контроллинга : пер. с нем. – М.: Омега-Л, 2007. – 128 с.

### References

1. Burtsev V.V. [Methodological bases of monitoring system of sales finished products]. *Marketing v Rossii i za rubezhom*. 2002, no. 4, pp. 54–68.

2. Voronenko V.P., Skhirtladtse A.G., Bryukhanov V.N. *Mashinostroitelnoe proizvodstvo* [Engineering production]. Moscow, Academy Publ., 2001, 304 p.

3. Gilts N.E. [Methodological approaches to the monitoring of production and marketing activity of industrial enterprise]. *Vestnik SibGAU*. 2009, no. 2(23), pp. 412–417.

4. Zaytsev E.I., Parfenov A.V., Uvarov S.A. [Process model of the formation of supply chains]. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok*. 2012, no. 2 (49). Available at: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-godam/item/793> (accessed 02.06.2015).

5. Ivanov D.A. *Upravlenie tsepyami postavok* [Supply chain Management]. St. Petersburg, Politekh Publ., 2010, 660 p.

6. Mann R., Mayer E. *Kontrolling dlya nachinayushchikh. Sistema upravleniya pribylyu* [Controlling for beginners. Man-

agement system profit]. Moscow. Finances and Statistics Publ., 2004. 304 p.

7. *Organizatsiya OOO «Medved AvtoTekhTsentr»* [The organization OOO «Medved Autotechcenter»]. Available at: [http://www.volkswagen-krasnoyarsk.ru/about/about\\_center/comm](http://www.volkswagen-krasnoyarsk.ru/about/about_center/comm) (accessed 02.06.2015).

8. Stolyar E. [Uncertainty and vulnerability as the main causes of reduced reliability in supply chains]. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok*, 2012. no. 1 (48). Available at: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-rubrikam/item/78> (accessed 04.06.2015).

9. Sergeev V.I. *Upravlenie tsepyami postavok : uchebnik dlya bakalavrov i magistrov* [The supply chain management: a textbook for bachelors and masters]. Moscow, Urait Publ., 2014. 479 p.

10. Follmut Kh. Y. *Instrumenty kontrollinga* [Controlling instruments]. Moscow, Omega-L Publ., 2007. 128 p.

### Рецензенты:

Ерыгина Л.В., д.э.н., профессор, декан Инженерно-экономического факультета, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;

Владимирова О.Н., д.э.н., профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита Торгово-экономического факультета, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск.

УДК 336.713

## НЕКОТОРЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Гриванов Р.И., Завальный Т.Д.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
Владивосток, e-mail: grivanov@inbox.ru; 502001@mail.ru*

Настоящая статья посвящена определению основных тенденций развития банковского сектора Российской Федерации и Приморского края в частности. Чтобы определить данные тенденции, был проведён статистический анализ данных банковского сектора страны и региона. Рассмотренные данные были взяты из публичной отчётности Банка России, отчётности Росстата и других официальных источников. Изученные показатели, такие как количество кредитных организаций, их капитал, прибыль, привлечённые средства и другие, за определённый временной промежуток, позволяют рассмотреть динамику изменения в абсолютном и процентном соотношении. Полученные результаты были сравнены между собой, на основе чего определено общее и особенное в динамике развития банковских систем Российской Федерации и Приморского края, а также сформулированы некоторые принципы изменения банковского сектора в стране и крае.

**Ключевые слова:** банковский сектор, Приморский край, статистика кредитных организаций, экономические тенденции

## SOME TRENDS OF RUSSIAN BANKING SYSTEM DEVELOPMENT: FEATURES OF PRIMORSKIY REGION

Grivanov R.I., Zavalnyy T.D.

*Vladivostok State University of Economics and Service,  
Vladivostok, e-mail: grivanov@inbox.ru; 502001@mail.ru*

This article focuses on identifying the main trends of development of the Russian banking sector and the Primorskiy region, in particular. To determine these trends, was conducted statistical analysis of the banking sector of the country and region. Examined data were taken from the public statements of the Bank of Russia, Rosstat statements and various other sources. The studied indicators such as the number of credit institutions, their capital, profits, and other borrowed funds, for a certain period, allow us to consider the dynamics of change in absolute and percentage terms. The results were compared with each other, on the basis of which showed the main similarities and differences in the dynamics of development of the banking systems of Russia and Primorsky region and also showed the main trends in the banking sector in the country and region.

**Keywords:** banking sector, Primorskiy region, statistics of credit institutions, trends in economy

Российская экономика развивается в сложных, противоречивых условиях, испытывая на себе действие ряда позитивных и негативных факторов, банковский сектор страны подвергается постоянным изменениям. Как показывает практика, развитие финансового сектора экономики тесно связано с реальным. Проблемы банковской сферы России можно рассматривать как ключевой элемент финансовой системы страны. Приморский край, в свою очередь, представляется интересным в связи со своей экономической перспективностью и новизной. Этот регион является заманчивым для привлечения инвестиций и развития предпринимательства, прежде всего благодаря своему географическому положению: близость морских торговых путей. Данный фактор выступает предпосылкой развития банковского сектора и становления благоприятного инвестиционного климата в регионе.

Владимир Путин в декабре 2013 года, заявил в своём послании Федеральному

собранию, Тихоокеанский регион как зону особого интереса. Развитие этой зоны важно не только с точки зрения экономики, но и внешней политики. Закреплено это было в стратегии развития России до 2025 года, где особый акцент был сделан на реализации усиления экономических интересов в АТР. «В связи с усилением позиций России в Азиатско-Тихоокеанском регионе считаем, что миссия Приморского края будет заключаться в обустройстве «фронт-линии» взаимодействия России с Азиатско-Тихоокеанским регионом, обеспечении наиболее продуктивного включения страны в азиатские рынки товаров, финансов, рабочей силы, технологий и информации» [7]. Из всего вышесказанного явно что, данная тема представляется актуальной.

Для определения тенденций развития банковских систем Российской Федерации (РФ) и Приморского края (ПК) рассмотрим данные из публичной отчётности Банка России, отчётности Росстата и других источников.

Сравнение основных показателей РФ и ПК

| Показатели                                            | 2009    | 2010              | 2011              | 2012              | 2013             | 2014              |
|-------------------------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ВВП РФ (млрд руб.)                                    | 38807,2 | 46308,5           | 55967,2           | 62218,4           | 66193,7          | 70975,6           |
| ВРП ПК (млрд руб.)                                    | 369,0   | 470,7             | 549,7             | 557,5             | 575,6            | 620,5             |
| Прирост ВВП РФ                                        | —       | +19,3 %           | +20,9 %           | +11,2 %           | +6,4 %           | +7,2 %            |
| Прирост ВРП ПК                                        | —       | +20,7 %           | +16,8 %           | +1,4 %            | +3,2 %           | +7,8 %            |
| Кол-во кредитных организаций (КО) в РФ                | 1058    | 1012              | 978               | 956               | 923              | 834               |
| Кол-во кредитных организаций (КО) в ПК                | 8       | 8                 | 7                 | 6                 | 6                | 6                 |
| Прирост КО в РФ                                       | —       | -4,3 %<br>-46     | -3,4 %<br>-34     | -2,2 %<br>-22     | -3,5 %<br>-33    | -9,6 %<br>-89     |
| Прирост КО в ПК                                       | —       | 0 %<br>0          | -12,5 %<br>-1     | -14,3 %<br>-1     | 0 %<br>0         | 0 %<br>0          |
| Капитал КО РФ (млрд руб.)                             | 3437,7  | 4326,2            | 3970,6            | 4649,0            | 5466,0           | 6890,4            |
| Капитал КО ПК (млрд руб.)                             | 6,07    | 6,59              | 7,5               | 9,1               | 9,87             | 10,57             |
| Рост капитала КО РФ (%/млрд руб.)                     | —       | +25,8 %<br>+889   | -9,2 %<br>-355    | +17 %<br>+678     | +17,6 %<br>+817  | +26,1 %<br>+1424  |
| Рост капитала КО ПК (%/млрд руб.)                     | —       | +8,6 %<br>+0,52   | +13,8 %<br>+0,91  | +21,3 %<br>+1,6   | +8,5 %<br>+0,77  | +7,1 %<br>+0,7    |
| Прибыль КО РФ (млрд руб.)                             | 401,3   | 130,7             | 444,4             | 692,2             | 785,1            | 803,2             |
| Прибыль КО ПК (млрд руб.)                             | 3,41    | 2,81              | 7,61              | 6,02              | 7,29             | 7,34              |
| Рост прибыли КО РФ (%/млрд руб.)                      | —       | -67,5 %<br>-270,1 | +240 %<br>+313,7  | +55,8 %<br>+247,8 | +13,4 %<br>+92,9 | +2,3 %<br>+18,1   |
| Рост прибыли КО ПК (%/млрд руб.)                      | —       | -17,6 %<br>-0,6   | +170 %<br>+4,8    | -20,9 %<br>-1,59  | +21,1 %<br>+1,27 | +0,7 %<br>+0,05   |
| Привлечённые средства РФ                              | 61695   | 64977             | 79515             | 99744             | 122662           | 150385            |
| Привлечённые средства ПК                              | 98,7    | 133,4             | 173,7             | 203,1             | 237,8            | 245,1             |
| Рост привлечённых средств КО РФ (%/млрд руб.)         | —       | +5,3 %<br>+3282   | +22,4 %<br>+14538 | +25,4 %<br>+20229 | +23 %<br>+22918  | +22,6 %<br>+27722 |
| Рост привлечённых средств КО ПК (%/млрд руб.)         | —       | +35,2 %<br>+34,7  | +30,2 %<br>+40,3  | +16,9 %<br>+29,4  | +17,1 %<br>+34,7 | +3,1 %<br>+7,3    |
| Вклады физ. лиц РФ                                    | 5907    | 7485              | 9818              | 11871             | 14251            | 16938             |
| Вклады физ. лиц ПК                                    | 13,4    | 19,4              | 26,5              | 36,3              | 45,6             | 48,7              |
| Прирост вкладов физ. лиц РФ (%/млрд руб.)             | —       | +26,7 %<br>+1578  | +31,2 %<br>+2333  | +20,9 %<br>+2053  | +20 %<br>+2380   | +18,9 %<br>+2687  |
| Прирост вкладов физ. лиц ПК (%/млрд руб.)             | —       | +44,8 %<br>+6     | +36,6 %<br>+7,1   | +37 %<br>+9,8     | +25,6 %<br>+9,3  | +6,8 %<br>+3,1    |
| Кредиты и прочие разм. ср-ва РФ (млрд руб.)           | 16527   | 16116             | 18148             | 23266             | 27709            | 32456             |
| Кредиты и прочие разм. ср-ва ПК (млрд руб.)           | 105     | 94                | 115               | 105               | 151              | 157               |
| Прирост кредитов и прочих разм. ср-в РФ (%/млрд руб.) | —       | -2,49 %<br>-411   | +12,6 %<br>+2032  | +28,2 %<br>+5118  | +19,1 %<br>+4443 | +17,1 %<br>+4747  |
| Прирост кредитов и прочих разм. ср-в ПК (%/млрд руб.) | —       | -10,5 %<br>-11    | +22,3 %<br>+21    | -8,7 %<br>-10     | +43,8 %<br>+46   | +4 %<br>+6        |

Источники: [1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 12, 14].

Данные, рассмотренные нами, позволяют выявить основные процессы преобразования банковского сектора РФ. Сокращается число банков и кредитных организаций (более 20 % за последние 5 лет). Связано это с большим количеством отзывов лицензий у действующих банков, вследствие

ужесточения политики ЦБ РФ. 1 января 2013 года вступила в силу Инструкция банка России № 139-И «Об обязательных нормативах банка». Несоблюдение этих нормативов является достаточным условием для отзыва лицензий у кредитных организаций. Сокращение участников банковской



деятельности так же связано с процессом федерализации – поглощением и присоединением средних и мелких организаций в процессе расширения поля деятельности крупных банков. По Приморскому краю наблюдаются абсолютно те же процессы, сокращаются как региональные кредитные организации, так и инорегиональные.

Наряду с сокращением числа участников, собственный капитал банков в России активно растёт (более чем в 2 раза за рассмотренный период). В Приморском крае так же высок показатель роста (почти 75 %). Вполне вероятно, что такие темпы роста связаны всё с тем же ужесточением политики ЦБ РФ. Для подтверждения статуса банка многим участникам пришлось обратить внимание на вопрос наращивания капитала. Уверенный рост демонстрируют и привлечённые средства. По России этот показатель возрос в 2,4 раза. По Приморью почти в 2,5. И, хоть за последний год темп прироста с 17 % снизился до 3 %, положительная тенденция продолжает сохраняться. К тому же нельзя забывать, что это при уменьшении количества кредитных организаций. В современной России наблюдается тенденция психологической напряжённости населения, связанная с затянувшимся процессом формирования социально-экономической системы [11]. Однако растёт количество вкладов физических лиц (2,9 по РФ и 3,6 по ПК). Такие цифры могут свидетельствовать об укреплении доверия к банковскому сектору в обществе, что на общем фоне выглядит особенно оптимистично. Увеличивается роль вкладов физических лиц в общей величине привлечённых средств (с 13 до 20 процентов) по Приморскому краю. Показатели по России возрастают менее стремительно (с 9,5 до 11 %). Это может говорить как о высоком потенциале данного источника банковских ресурсов, так и об отсутствии возможности привлечения иных источников финансирования банковской деятельности.

Рост деловой активности в Приморском крае в рамках программы социально-экономического развития Дальнего Востока происходит в основном благодаря городской и краевой программам развития. В целом мы видим, что тенденции развития банковского сектора Приморского края мало чем отличаются от российских. Основные характеризуются упрочнением роли финансового сектора и глобализацией финансовых рынков. Это выражается интернационализацией банковской сферы, ослаблением роли региональных банков на фоне возрастающей

государственной монополизации, а также сокращением количества кредитных организаций и финансовых учреждений. «Главной задачей и основной проблемой современного развития Приморского края является привлечение инвестиций, так как инвестиционные потоки выполняют важную роль индикатора состояния экономической системы и являются катализатором роста большинства социально-экономических показателей» [8].

### Список литературы

1. Banki.ru: Рейтинги банков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://banki.ru>.
2. Bankirsha: Количество банков в России – динамика за 2007–2015 годы, уставной капитал и количество банков в разрезе регионов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bankirsha.com>.
3. Бюллетень банковской статистики, 2009 – 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cbr.ru/publ/?PrtId=bbs>.
4. Дарькин С.М. Стратегия социально-экономического развития Приморского края до 2025 года. – 2008.
5. Демография.ру: Население России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.demographia.ru>.
6. Интерфакс: ВВП России в 2014 году вырос на 0,6 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://interfax.ru>.
7. Корень А.В., Татуйко А.В. Региональная налоговая политика как инструмент формирования благоприятного инвестиционного климата на дальнем востоке // Глобальный научный потенциал. – 2014. – № 11 (44). – С. 134–137.
8. Латкин А.П. Дальний Восток: качество госуслуг и демографическая ситуация // Российское предпринимательство. – 2012. – № 24. – С. 229–236.
9. Министерство финансов РФ: динамика ВВП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minfin.ru>.
10. Руксперт: Статистика: Список стран по ВВП (ППС) на душу населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ruxpert.ru>.
11. Смицких К.В., Ворожбит О.Ю. Налоговая политика государства как фактор экономического роста предпринимательской деятельности Приморского края // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 7. – С. 626–631.
12. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю: Объем и изменение валового регионального продукта в 2005 – 2013 годах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://primstat.gks.ru>.
13. Федеральная служба государственной статистики: Список субъектов РФ по ВРП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
14. ЦБ РФ: Статистика банковского сектора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cbr.ru/statistics/?PrtId=pdko>.

### References

1. Banki.ru: Reytingi bankov, 2015. Available at: <http://banki.ru> (accessed 5 April 2015).
2. Bankirsha: Kolichestvo bankov v Rossii – dinamika za 2007–2015 gody, ustavnoy kapital i kolichestvo bankov v razreze regionov, 2015. Available at: <http://bankirsha.com/kolichestvo-bankov-v-rossii-na-konec-goda-finansovyi-krizis-ustavnoi-kapital-i-chislennost-bankov.html> (accessed 5 April 2015).



3. Byulleten bankovskoy statistiki, 2009–2014. Available at: <http://www.cbr.ru/publ/?PrtId=bbs> (accessed 4 April 2015).
4. Darkin S.M. Strategiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Primorskogo kraya do 2025 goda, 2008, no. 324–KZ.
5. Demografiya.ru: Naselenie Rossii, 2014. Available at: <http://www.demographia.ru/> (accessed 4 April 2015).
6. Interfaks: VVP Rossii v 2014 godu vyros na 0,6%, 2015. Available at: <http://www.interfax.ru/business/421178> (accessed 4 April 2015).
7. Koren A.V., Tatuyko A.V. Regionalnaya nalogovaya politika kak instrument formirovaniya blagopriyatnogo investitsionnogo klimata na dalnem vostoке Globalnyy nauchnyy potentsial, 2014, no. 11, pp. 134–137.
8. Latkin A.P. Dalniy Vostok: kachestvo gosuslugi demograficheskaya situatsiya Rossiiskoe predprinimatelstvo, 2012, no. 24, pp. 229–236.
9. Ministerstvo finansov RF: dinamika VVP, 2009–2014. Available at: <http://info.minfin.ru/gdp.php> (accessed 4 April 2015).
10. Rukspert: Statistika: Spisok stran po VVP (PPS) na dushu naseleniya, 2014. Available at: [http://rukspert.ru/Statistika:Spisok\\_stran\\_po\\_VVP\\_\(PPS\)\\_na\\_dushu\\_naseleniya](http://rukspert.ru/Statistika:Spisok_stran_po_VVP_(PPS)_na_dushu_naseleniya) (accessed 4 April 2015).
11. Smitskikh K.V., Vorozhbit O.Yu. Nalogovaya politika gosudarstva kak faktor ekonomicheskogo rosta predprinimatel'skoy deyatelnosti Primorskogo kraya Ekonomikaipredprinimatelstvo, 2013, no. 7, pp. 626–631.
12. Territorialnyy organ Federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Primorskому krayu: Obem i izmenenie valovogo regionalnogo produkta v 2005–2013 godakh, 2014. Available at: [http://primstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/primstat/resources/Obem+i+izmenenie+valovogo+regionalnogo+produkta.htm](http://primstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/primstat/resources/Obem+i+izmenenie+valovogo+regionalnogo+produkta.htm) (accessed 4 April 2015).
13. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki: Spisok subektov RF po VRP, 2014. Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/accounts/](http://www.gks.ru/wps/wcm/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/) (accessed 4 April 2015).
14. TsB RF: Statistika bankovskogo sektora, 2015. Available at: <http://cbr.ru/statistics/?PrtId=pdko> (accessed 5 April 2015).

#### Рецензенты:

Осипов В.А., д.э.н., профессор кафедры экономики и управления на предприятии, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток;

Ворожбит О.Ю., д.э.н., профессор, председатель комитета по социальной политике и делам ветеранов Думы города Владивостока, г. Владивосток.

УДК 334.723.2

## ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ – СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

**Захаров Н.Н., Черданцев В.П., Тронина М.В.**

*НП ВПО «Прикамский социальный институт», Пермь, e-mail: psi.nayka@mail.ru*

Государство в современных условиях прилагает большие усилия для увеличения роста ВВП и повышения во всех сферах деятельности производительности труда. Важным фактором достижения целей всегда является человек, подготовленный к реалиям сегодняшнего дня, обладающий компетенциями для выполнения технологических задач и развития производства. Сегодня существует организация бизнеса на основе государственно-частного партнерства – ГЧП. Необходима деятельность, основанная на инновациях, для создания самообеспечивающих, саморегулирующих экономических механизмов в сфере образования. Важен прямой выход на частный сектор образования, на широкое развитие государственно-частного партнерства в образовании. Россия имеет возможность выбора механизмов партнерства при использовании имеющегося опыта зарубежных стран при проведении реформы в образовании с применением моделей партнерства государства и бизнеса.

**Ключевые слова:** реформа образования, организация бизнеса, государственно-частное партнерство, информационные технологии, рыночные преобразования

## PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN EDUCATION – SOCIO-ECONOMIC ASPECT

**Zakharov N.N., Cherdantsev V.P., Tronina M.V.**

*Prikamsky Social Institution, Perm, e-mail: psi.nayka@mail.ru*

The state in modern conditions has made great efforts to increase GDP growth and improvement in all spheres of activity productivity. An important factor in achieving goals is always people prepared for the realities of today, possessing the competencies to perform technological tasks and the development of production. Today there is a business organization based on public-private partnership – PPP. Required activity based on innovation to create a self-sustaining, self-regulating economic mechanisms in the sphere of education. Important direct access to the private education sector, the extensive development of public-private partnership in education. Russia has the choice of partnership when using existing experience of foreign countries when carrying out reforms in education with the use of models of partnership between the state and business.

**Keywords:** education reform, business organization, public-private partnerships, information technology, market transformations

Современная рыночная система определяет взаимодействие субъектов рынка с представителями всех видов предпринимательства: от мелкого до крупного. Рыночные преобразования необходимы и в сфере образования. Реформа системы образования диктуется требованием времени, глобализацией экономики, внедрением информационных технологий и должна осуществляться, прежде всего, через партнерство государства и бизнеса. Для осуществления кооперации и сотрудничества возможно применение механизма государственно-частного партнерства.

Правительство Российской Федерации в Программе экономического развития на период до 2020 года определяет государственно-частное партнерство основной системой развития как экономики в целом, так и образования всех уровней в частности [1]. Поэтому разработка методики его внедрения в сферу образования – важное условие достижения целей экономического развития Российской Федерации. На сегодняшний день можно считать, что выполняется политика государства по повышению

заинтересованности учреждений образования в качественном выполнении своих функций, а также созданию благоприятных условий для их самостоятельной работы.

Государственно-частное партнерство в сфере образования можно рассматривать как институт модернизации образования. Главные задачи обозначены новым федеральным законом, ФЗ-273 «Об образовании», вступившим в действие с 01.09.2013 года [2]. В нем определено создание правовых условий для обновления и развития системы образования в соответствии с современными запросами человека, общества и государства, потребностями развития инновационной экономики.

Следовательно, государственно-частное партнерство можно рассматривать как инструмент для решения таких задач современного образования, как получение образования детьми с различными образовательными потребностями; объединение и привлечение средств для улучшения качества обучающих программ; обеспечение условий для психофизиологической безопасности учащихся.

Объективно можно выделить ряд преимуществ государственно-частного партнерства.

Во-первых, возможность ускорения социально-экономического развития. Чаще всего элементами государственно-частных партнерств выступают социально весомые институты и инфраструктура, уменьшение временного интервала между выявлением необходимости создания нового объекта и реальным его воплощением становится реальным и значимым. В связи с этим государственно-частное партнерство может стать самым рациональным решением, позволяющим реализовать перспективные проекты «сегодня и сейчас» через привлечение частного капитала, как схемы финансового сотрудничества. Это дает дополнительное преимущество государственно-частному партнерству в виде сокращения воздействия на местный или региональный бюджеты через их более рациональное освоение.

Во-вторых, уменьшение расходования средств из государственного бюджета. Государственно-частное партнерство дает возможность привлечения капитала частных лиц к объектам социальной инфраструктуры, что дает возможность рационализации государственных инвестиций за счет грамотного распределения во времени финансового потока, который рассчитан на конкретный период действия соглашения.

В-третьих, реформирование государственного сектора. Внедрение государственно-частного партнерства даст возможность переориентирования на предоставление качественных услуг населению, что позволит решить многие региональные проблемы, реализовать программы развития муниципалитетов. Возможно вливание инновационных технологий и современных методов управления в государственные компании.

В-четвертых, увеличение реализованных проектов с высоким уровнем эффективности. Это возможно благодаря более качественному отбору предлагаемых проектов с учетом нужд населения и привлечения управленческого опыта частного партнера.

В-пятых, минимизация рисков и получение синергического эффекта. Синергический эффект взаимодействия государственных органов и частного сектора дает возможность переноса рисков проекта на каждого партнера, исходя из их возможности управления ими. То есть происходит перераспределение ответственности в рамках проекта на частного партнера в рамках всего цикла проекта.

В-шестых, повышение качества услуг. Государственно-частное партнерство через введение инновационных технологий

и методов управления создает более высокие управленческие стандарты, что существенно влияет на качество оказываемых услуг населению.

В-седьмых, ослабление коррупционных действий и незаконной практики на всех этапах реализации проекта. Государственно-частное партнерство в рамках своей деятельности юридически закрепляет распределение прав и обязанностей сторон, что обеспечивает выполнение проектов в соответствии со сметой и графиком, исключая непрозрачность конкурсных процедур и антикоррупционных действий среди чиновников.

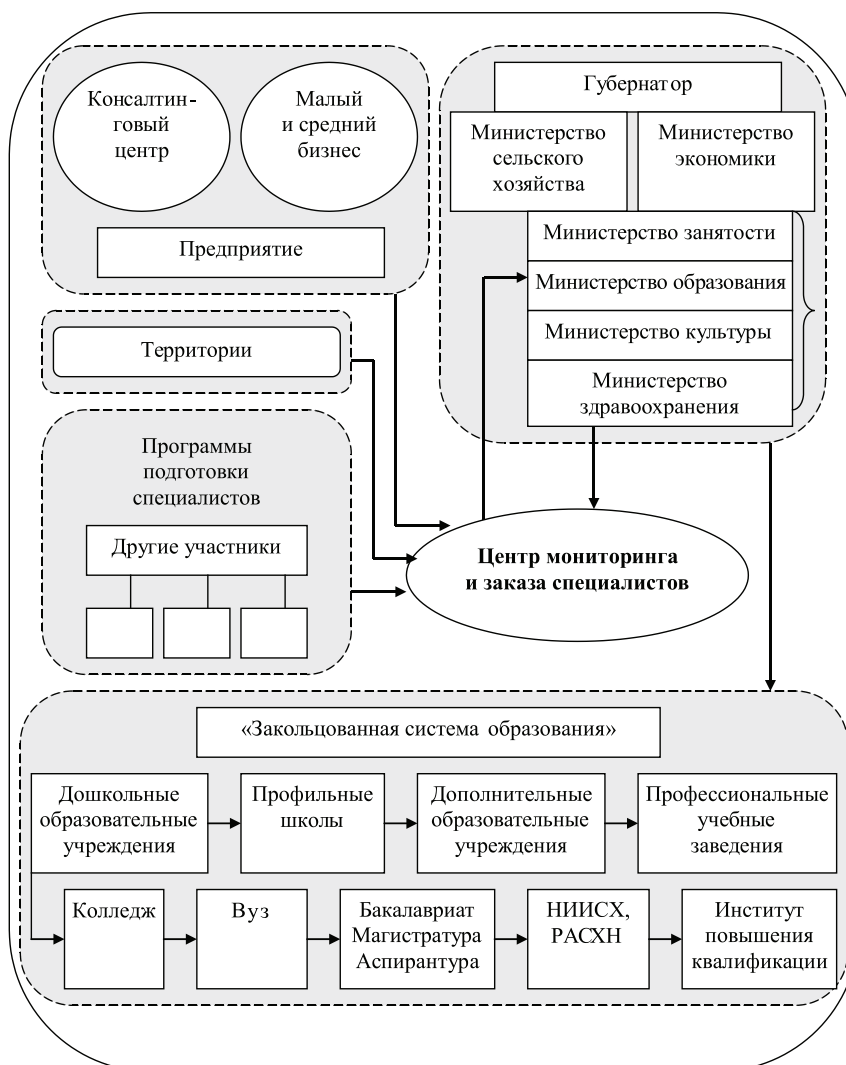
Для правильного применения инструмента, такого как ГЧП, важно понять механизм, то есть совокупность всех форм и моделей реализации в практике. В процессе эволюции и развития государственно-частного партнерства сложилось много схем по взаимодействию бизнеса и государства.

Работоспособная модель взаимоотношений бизнеса, органов власти и учебных заведений приведена на рисунке [3].

«Закольцованная система образования» включает в себя уровни административного, территориального комплексов образованной сферы. Региональный административный уровень формирует контрольные цифры потребности в специалистах и суммы ассигнований образовательной деятельности. Создание структуры образования включает в себя: систему дошкольных образовательных учреждений, систему профессиональных учебных заведений (колледж, вуз, научно-исследовательский институт повышения квалификации).

С учетом инновационного характера проводимых в Пермском крае преобразований можно рассмотреть конкретные решения вопросов построения непрерывного образования, многоканального финансирования, функционирования механизмов внутреннего предпринимательства с ориентацией на рынок, взаимодействие с работодателем. Представлена модель взаимосвязи структур «закольцованной системы образования» всех уровней обучения.

Успешное решение задач модернизации профессионального образования, их направленность на конечного потребителя свидетельствует о целесообразности реализации предлагаемой инновационной модели. «Закольцованная система образования» создает образовательную организацию нового типа во взаимодействии с администрацией Пермского края, рынком труда, работодателями, включая все ступени и формы непрерывного образования. Это важно на всех этапах формирования мирового образовательного пространства.



*Модель взаимодействия бизнеса, органов власти и учебных заведений в «закольцованной системе образования»*

Использование механизмов государственно-частного партнерства в образовании позволяет обеспечить:

- расширение рынка и усиление добросовестной конкуренции на рынке образовательных услуг;
- апробирование новых для образовательных структур организационно-правовых форм альянса с бизнесом;
- выработку предложений по дальнейшему совершенствованию нормативно-правовой базы реформирования профессиональной школы;
- тиражирование передового опыта; отработку инструментов многоканального финансирования;
- развитие взаимодействия работодателей и вузов;
- совершенствование системы управления в сфере инновационной деятельности путем обработки содержания и методик ад-

министрирования, подготовки повышения квалификации управленческих специалистов.

Существует разнообразная вариативность механизмов партнерства. Это зависит от имущественных факторов, возможных рисков и распределения ответственности (таблица).

Рассматривая инструменты финансового обеспечения государственно-частного партнерства в сфере образовательных услуг, выделим следующие важные преимущества: во-первых, привлечение инвестиций частных лиц для финансовой поддержки обновления инфраструктуры учебных заведений снижает нагрузку с государственного бюджета, которому необходимо учесть расходы на выполнение запланированных проектов лишь в течение 2–3 лет. Во-вторых, образовательная сфера – это тот сегмент, в котором экономические выгоды могут напрямую исходить из социальной ответственности частного бизнеса.

Направления реализации механизмов ГЧП [5]

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Контрактная форма                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● проведение исследований и опытных разработок совместно с университетами, создание исследовательского центра;</li> <li>● поддержка и реконструкция инфраструктуры вузов в целях совершенствования их материально-технической базы, проведение реставрации и ремонтно-восстановительных работ;</li> <li>● строительство для вузов новых зданий и сооружений с заключением инвестиционных контрактов с органами государственной власти;</li> <li>● совместная финансовая поддержка вузов государством и представителями частного сектора;</li> <li>● поддержка преподавателей вузов и студентов со стороны представителей частного бизнеса (гранты, стипендии и т.д.);</li> <li>● кредиты на образование, кредитование на льготных условиях;</li> <li>● участие представителей частного сектора в создании учебно-методического обеспечения, в организации образовательного процесса, руководстве учебными подразделениями;</li> <li>● проведение семинаров и конференций;</li> <li>● организация на производстве компании-партнера практики для студентов вузов</li> </ul> |
| Институциональная форма            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● учреждение благотворительных фондов (в виде некоммерческих организаций) представителями частного бизнеса;</li> <li>● создание (в форме юридических лиц) при участии университетов и представителей частного бизнеса исследовательских центров;</li> <li>● открытие субъектами частного сектора, в качестве учредителей, бизнес-школ;</li> <li>● учреждение корпоративных университетов в форме некоммерческих партнерств с участием государственного университета и субъектов частного сектора.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Форма общественного взаимодействия | формирование попечительских советов для вузов, в которых участвуют представители субъектов частного сектора                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Бизнес сегодня призван и активно способствует развитию социальных инвестиций в области образования. В наше время основным содержанием социальной ответственности компаний является взаимодействие их с образовательными учреждениями, их структурными подразделениями, учебными и научными коллективами, расширение присутствия компаний как в самом образовательном процессе, так и в управляющих органах. Если раньше частный сектор ограничивался лишь благотворительной помощью, спонсорством или просто пожертвованиями, то сегодня он ориентирован на активное участие в жизни учебного заведения, его развитие, совершенствование материальной базы, в том числе и в рамках государственно-частного партнерства. Характерным признаком последнего времени является создание корпоративных университетов, как в самих компаниях, так и в рамках высшего учебного заведения [4]. Таким образом, можно сказать, что механизмы государственно-частного партнерства в обозримом будущем могут стать одними из основных направлений финансирования развития инфраструктуры и кампусов высших учебных заведений.

**Список литературы**

1. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года (с изменениями и дополнениями): <http://base.garant.ru>.
2. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) <http://base.garant.ru>.

3. Черданцев В.П. Организационно-экономический механизм закупок и поставок сельскохозяйственной продукции для государственных нужд в условиях саморегулирования. – М.: РАКО АПК, 2011. – 320 с.

4. Государственно – частное партнерство в образовании // Материал Высшая школа государственного администрирования. Электронный ресурс. – Режим доступа: [nsa-msu.ru/ncd-1-9-535/news\\_publications.html](http://nsa-msu.ru/ncd-1-9-535/news_publications.html).

5. Государственно-частное партнерство в образовании: законодательный аспект (рабочие материалы к «Круглому столу» в Государственной думе ФС РФ (Москва, 18.10.07), подготовленные Федеральным агентством по образованию.

**References**

1. Rasporjazhenie Pravitelstva RF ot 17 nojabrja 2008 g. no. 1662-r O koncepcii dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitiya RF na period do 2020 goda (s izmenenijami i dopolnenijami): <http://base.garant.ru>.
2. Federalnyj zakon ot 29 dekabnja 2012 g. no. 273-FZ «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii» (s izmenenijami i dopolnenijami) <http://base.garant.ru>.
3. Cherdancev V.P. Organizacionno-jekonomicheskij mehanizm zakupok i postavok selskohozjajstvennoj produkcii dlja gosudarstvennyh nuzhd v uslovijah samoregulirovanija. M.: RAKO APK, 2011. 320 p.
4. Gosudarstvenno – chastnoe partnerstvo v obrazovanii // Material Vysshaja shkola gosudarstvennogo administrirovanija. Jelektronnyj resurs. Rezhim dostupa: [nsa-msu.ru/ncd-1-9-535/news\\_publications.html](http://nsa-msu.ru/ncd-1-9-535/news_publications.html).
5. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v obrazovanii: zakonodatelnyj aspekt (rabochie materialy k «Kruglomu stolu» v Gosudarstvennoj dume FS RF (Moskva, 18.10.07), podgotovlennye Federalnym agentstvom po obrazovaniju.

**Рецензенты:**

Светлакова Н.А., д.э.н., профессор кафедры организации производства и предпринимательства в АПК, Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь;

Прудский В.Г., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь.



УДК 334.012.23:316

## ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ КОРПОРАТИВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ – ОТ СОЦИАЛЬНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ К ОБЩИМ ЦЕННОСТЯМ

**Иванова Т.Е.***ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: ite15@mail.ru*

В статье рассматриваются этапы эволюции ключевых концепций, отражающих содержание корпоративной социальной ответственности (КСО) как управленческой теории и практики рыночного поведения современного бизнеса. Отражена связь основных концепций, ассоциируемых с КСО: концепции социальной ответственности бизнесмена, корпоративной ответственности, корпоративного поведения и социальной деятельности, социальной восприимчивости, концепции заинтересованных сторон, корпоративного гражданства, корпоративной устойчивости. В каждом из перечисленных концептуальных подходов содержится ценностный компонент, отражающий преемственность их содержания и целевую направленность. Это позволяет обосновать включение в данный хронологический ряд формирующийся тренд ориентации на создание и следование «концепции общих ценностей», интегрируемой в стратегию и в бизнес-модель современных компаний.

**Ключевые слова:** корпоративная социальная ответственность, социальная восприимчивость, концепция общих ценностей

## THE EVOLUTION OF THE CONCEPTS OF CORPORATE RESPONSIBILITY – SOCIAL SUSCEPTIBILITY TO SHARED VALUES

**Ivanova T.E.***Kuban State University, Krasnodar, e-mail: ite15@mail.ru*

This article discusses the evolution of key concepts that reflect the content of the corporate social responsibility (CSR) as management market behaviour in theory and practice of modern business. The link key concepts associated with CSR: the concept of social responsibility businessman, corporate responsibility, corporate behavior and social activities, social susceptibility, the concept of stakeholders, corporate citizenship, corporate sustainability. In each of these conceptual approaches contained value component, reflecting the continuity of their content and focus. This allows you to justify the inclusion in the chronological range of the emerging trend of targeting the establishment of and adherence the concept «Creating Shared Values», integrated in the strategy and business model of modern companies.

**Keywords:** corporate social responsibility, social sensitivity, the concept of shared values

Теория и практика взаимодействия различных субъектов постоянно развивается под влиянием множества факторов. В условиях перенасыщенных товарных рынков для достижения устойчивого равновесия и развития недостаточно инструментария маркетинга. Усиливающаяся зависимость организаций от внешней среды требует не только изменений в менеджменте, но и в философии бизнеса под влиянием принципов устойчивого развития, корпоративной социальной ответственности (КСО), менеджмента качества и других, в каждом из которых присутствует ценностный аспект, в большей или меньшей степени ориентирующий компании на принятие решений, отвечающих интересам бизнес-стратегий и проблемам сообщества.

Развитие концептуальных и прикладных аспектов КСО происходило достаточно долго, начиная с 1950-х годов. Отправной точкой явилась полемика, касающаяся содержания категории «социальная ответственность», трактуемая, прежде всего, в нормативном смысле, то есть с позиции оценочных суждений о том, «как долж-

но быть» [5]. Следует подчеркнуть, что уже с момента выхода «легендарной работы» Г. Боуэна «Социальная ответственность бизнесмена» (1953), положившей начало активным дискуссиям о сущности КСО, была обозначена дуальность ее ключевых категорий – целей и ценностей. В трактовке Г. Боуэна социальная ответственность бизнесмена состоит в «реализации такой политики, принятии таких решений либо следовании такой линии поведения, которые были бы желательны для целей и ценностей общества» [11]. Не менее важен вопрос об источниках ответственности: они подразумевают наличие некоего «общественного договора» как условия, согласующего поведение бизнесмена с целями и ценностями общества, а также присутствие особой внутренней моральной установки у бизнесмена, способной не только отражать ценности общества, но и формировать их.

Постепенно понятие «социальная ответственность бизнесмена» трансформировалось в более расширенную категорию «корпоративная ответственность» (*corporate responsibility*), отражающую не только

философские и морально-нравственные подходы, но и вопросы экономики и менеджмента. Описывая диалектику эволюции КСО, Ю. Благов [1] подчеркивает, что проблемы, связанные с ее практической реализацией на уровне фирмы, привели к развитию позитивной концепции «корпоративной социальной восприимчивости» (*corporate social responsiveness*) как отклика и способности корпорации адекватно воспринимать возникающие в обществе проблемы и реагировать на них, формируя свою позицию. Для развития данного подхода С. Сети предложил в качестве центральной категории концепции КСО использовать понятие «корпоративное поведение» (*corporate behaviour*), подразумевающее процесс реализации компанией ее корпоративной восприимчивости, адаптации к окружающей среде с целью завоевать общественную легитимность. Стремление соответствовать общественным ожиданиям стало проявляться не только за счет специализированного производства качественных товаров, но также путем обеспечения прозрачности функционирования компании посредством публичной отчетности и другими способами.

Следующей волной эволюции концепции КСО стала модель корпоративной социальной деятельности (*corporate social performance*), последовательно разрабатываемой в 1980–1990 годы С. Сети, А. Кероллом, Д. Вуд и др. Эта деятельность интерпретировалась через корпоративное поведение, то есть выполнение определенных социальных обязательств в ответ на действие рыночных сил и правовые ограничения и отражала степень социальной восприимчивости, приспособления поведения компании к нуждам общества. Одновременно появились понятия «корпоративная социальная политика», «корпоративная социальная справедливость», встраивающая «моральную корректность» в действия и политику [4].

Наиболее завершенную форму данная концепция приобрела в работах Д. Вуд, благодаря ряду уточнений смысла термина «деятельность», акцентированию внимания на ее результатах. На основе обобщения достижений нормативного и позитивного подходов была построена логическая модель, где принципы КСО воплощаются в процессах корпоративной социальной восприимчивости, которые, в свою очередь, приводят к измеряемым результатам. Важным выводом стало заключение о том, что реальное воздействие на общество со стороны компании происходит путем реализации ее социальной политики и социальных программ, что позволяет делать прагматичные оценки

действий. Подход Д. Вуд заложил основу встраивания идеи социальной ответственности в менеджмент компаний и подтвердил позицию К. Девиса об интеграции КСО в корпоративную стратегию [12], что позднее – в начале XXI века – стало мейнстримом дискуссии о КСО.

Таким образом, к середине 1990-х годов теория социальной ответственности значительно обогатилась позитивной эмпирикой; на базе моделей социальной восприимчивости и корпоративной деятельности сформировалась «классическая» концепция КСО. Параллельно стали развиваться так называемые альтернативные концепции «заинтересованных сторон», «корпоративного гражданства» и «корпоративной устойчивости», которые, опираясь на «теоретическое ядро», постепенно оформлялись как самостоятельные направления, обогащаемые теориями права, менеджмента, институционализма и другими.

Одной из самых распространенных стала концепция заинтересованных сторон, положенная в основу «стейкхолдерской теории фирмы», изложенной в книге Э. Фримена «Стратегическое управление: роль заинтересованных сторон» (1984) [13]. Предложенная А. Кероллом «матрица заинтересованных сторон» позволила ранжировать состав и выявлять противоречия в интересах стейкхолдеров, силу их влияния на мотивы и действия компании. На фоне данной концепции следует обратить внимание на «модель спроса и предложения КСО» А. Маквильямса и Д. Зигеля, в которой трактовка КСО представлена как форма инвестиций с определенными ожидаемыми результатами. Основной «спрос на КСО» исходит от потребителей и со стороны основных стейкхолдеров (инвесторов, работников, местных сообществ) и связан с ожиданиями выгоды от высокого качества товаров и услуг, производимых социально ответственными компаниями; тем самым формируется мотивация приобщения к КСО и в определенном смысле увеличивается ее предложение. На определенном этапе появилась потребность в идентификации компаний на предмет приверженности принципам КСО. С этой целью были разработаны международные стандарты: SA 8000 «Социальная ответственность», ISO 26000:2010 «Руководство по социальной ответственности», отражающие широкий спектр вопросов относительно содержания, принципов и границ социальной ответственности любых организаций [3].

В противовес стейкхолдерской теории концепция корпоративного гражданства (КГ) фокусирует первостепенное внима-

ние на нуждах местного сообщества, в котором функционирует конкретный бизнес. Основная идея — представить компанию как «хорошего гражданина», принимающего активное участие в деятельности или программах, направленных на рост общественного благосостояния. Концепция, исходя из безусловности правовой ответственности, подчеркивает общественную значимость добровольности «добрых действий компании», наличие у нее определенных гражданских прав, обязанностей и соответствующих ценностей. Концепция усиливает внимание к роли высшего топ-менеджмента, принимающего принципиальные решения и представляющего публичное лицо компании, а также к лидерам компании, вводя понятие «ответственное лидерство» [8]. Компании, ориентированные на КГ, считают фундаментом ее модели ценностный характер мотивации, подчеркивая, что вместе с корпорациями не менее важную роль играют государственные структуры и международные организации, также заинтересованные в реализации социальных ценностей общества: минимизации негативных последствий корпоративных решений для стейкхолдеров (соблюдение этических принципов, борьба с коррупцией, защита окружающей среды и др.); максимизации выгод через вклад в решение социальных проблем (развитие человеческого капитала, справедливое вознаграждение, выпуск социально значимой продукции); содействии достижению высоких финансовых результатов, обеспечении большей открытости относительно успехов и проблем. Ценности, которыми руководствуется компания в осуществлении своей деятельности, рассматриваются как ее «ключевой актив». Подразумевается, что корпорации не только могут, но и должны быть «гражданами»; в роли «социально ответственной организации» они нацелены не только на прибыль, но и обеспечение важных для общества благ, что лежит в основе разработки «общественного договора», строящегося на доверии между его сторонами. Таким образом, концепция КГ приблизила проблематику КСО к потребностям бизнеса, обогатила и расширила методологию исследования корпоративной социальной деятельности.

Первые публикации о концепции корпоративной устойчивости появились на волне распространения идей устойчивого развития, изложенных в Декларации Конференции ООН (1992). Основатель концепции Дж. Элкингтон в развитие представлений о КСО ввел понятие тройного итога деятельности компаний, включающего в себя не только финансовые и экологические параметры,

соответствующие идее «эко-эффективности», но также оценку воздействия на окружающую среду [3]. Суть «тройной линии» социальной ответственности в стратегии, нацеленной на устойчивый бизнес, приносящий одновременно выгоду компании, потребителям и природной среде (Profits, People, Planet). Примечательно, что именно эти подходы и термины были использованы в первом отчете о корпоративной устойчивости, подготовленном компанией *Shell*, а затем послужили основой методологии международных стандартов нефинансовой отчетности GRI, SA 8000 и ISO 14001.

В настоящее время около 6000 компаний различных стран ежегодно представляют общественности социальные (нефинансовые) отчеты, отражающие достижения в реализации принципов КСО. На вопрос о том, «действительно ли тема КСО востребована бизнесом или это дань моде?» бизнесмены отвечают, что, вероятно, для одних это дань моде, но чаще — это свидетельство развития личности самого предпринимателя. При этом еще много таких, которые даже не знают термина «КСО», хотя превосходят некоторые компании, декларирующие верность корпоративной социальной ответственности.

Концепция КСО продолжает эволюционировать, все более приближаясь к практической реализации, условиям ведения бизнеса и взаимодействия с государственными и коммерческими структурами. К примеру, одним из направлений реализации социальной ответственности в условиях растущей конкуренции обозначился подход, именуемый «осторожным эгоизмом», который выражается в стремлении корпораций сознательно формировать выгодное социальное окружение как условие для устойчивой прибыли, экономической безопасности, причастности к решению социальных проблем, что импонирует общественному мнению и ожиданиям заинтересованных сторон. Среди нового поколения предпринимательства находит понимание идея, что производство новой стоимости должно создавать выгоды бизнесу и глубже удовлетворять потребности сообщества, ориентироваться на ценности, содействующие социальному прогрессу.

В XXI веке в реалии общества входит концепция общих ценностей (*Creating Shared Value* — CSV), экономически исходящая из того, что слабость и проблемы общества непосредственно сказываются на бизнесе, влекут непроизводительные затраты ресурсов. Особенность данной концепции, отличающая ее от предыдущих, в том, что в ее основу авторами — М. Портером

и М. Креймером (2006) [9], был положен опыт социальной деятельности компании «Nestlé» в странах Латинской Америки как пример инновационного подхода в реализации социальной ответственности. Кредо концепции в том, что рынки формируются не только экономическими, но и социальными потребностями, которые огромны: это – качественное здравоохранение, жилье, питание, поддержка пожилых, материальная обеспеченность, хорошая экология и т.д., и они остаются неудовлетворенными на значительной территории Земли [7]. В концепции интегрируются ценности бизнеса и конечных потребителей производимой продукции. Следует отметить, что в постановке концептуальной идеи не делается упор на разделение ценностей по формату «христианские», «европейские», «протестантские» и др. – в ее основу заложены общечеловеческие ценности морального содержания и экономического благополучия.

Концепция общих ценностей не входит в противоречие с вышерассмотренными моделями КСО. В инструментальном плане ее особенность – это интеграция в бизнес-модель корпорации, новое понимание производительности в выстраивании цепочки создания стоимости. Формулирование общих ценностей компании строится на переосмыслении производительности во всей цепочке создания стоимости, формировании кластеров в местах дислокации предприятий. Следование принципам концепции требует от лидеров бизнеса и управленцев более глубокого понимания нужд общества, умения сотрудничать с различными коммерческими и некоммерческими организациями. Авторы подхода считают, что «общие ценности» – это не то же самое, что социальная ответственность, благотворительность и даже устойчивое развитие; это – новый путь к экономическим успехам и изменению делового мировоззрения. Компании, известные реалистичным подходом к бизнесу, – Google, Intel, Johnson&Johnson, Nestle, Unilever и др. – начинают видеть зависимость между благополучием общества и бизнеса, пытаются действовать согласно идее общих ценностей» [9]. Швейцарская компания Nestlé, предприятия которой расположены и в ряде регионов России, является «пионером» в разработке и реализации концепции «создания общих ценностей». Основы корпоративной культуры изложены в «Принципах деятельности» и «Кодексе делового поведения», которые отражают важнейшие ценности компании: честность, справедливость, уважение к людям и к окружающей среде; им должны следовать все сотрудники компании, а также

ее поставщики и подрядчики. В «Политике взаимоотношений между сотрудниками», основанной на международных стандартах, задан тон открытого диалога при решении и обсуждении трудовых вопросов. «Создание общих ценностей» является частью глобальной бизнес-стратегии компании Nestlé, цель которой – не только устойчивое развитие и строгое соответствие стандартам, но создание новых, более значимых ценностей для общества и акционеров в сфере питания, обеспечения чистой водой и развития сельских районов. Поэтому Nestlé инвестирует в продукты здорового питания, управление водными ресурсами и развитие сельского хозяйства потому, что это отвечает бизнес-стратегии в долгосрочной перспективе [7].

В Москве под эгидой Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) прошли три Всероссийских форума (2010, 2012 и 2014 гг.), объединенных общей идеей и названием – «Создавая общие ценности: стратегия корпоративной социальной ответственности». На них представители органов государственной власти, бизнес-сообщества, некоммерческих организаций и СМИ обсуждали, какие шаги необходимо предпринять для того, чтобы реализация социальных программ в России была успешной. Организаторы и участники форумов считают, что «в настоящее время именно бизнес является наиболее активным, динамичным и мотивированным игроком общественной жизни, и это налагает на него повышенные общественные обязательства. В то же время формирование и развитие ответственности не может идти в одностороннем порядке – поэтому бизнесу может принадлежать значительная, но не исключительная роль в этом процессе». По данным Ассоциации менеджеров, 52,9% крупных и средних российских компаний приветствуют модель, где государство и бизнес совместно определяют приоритеты социальной политики, а также области, в которых бизнес может нести социальную нагрузку с максимальным учетом своих интересов [10].

В качестве примера российской организации, положившей в основу своей деятельности ценностный подход, можно назвать Группу компаний «Новард». Главные ценности компании – лидерство, работа в команде, постоянное развитие, надежность, – и российские духовные ценности неотъемлемо связаны с миссией холдинга по созданию новой бизнес-модели, сочетающей передовые мировые практики с лучшими российскими традициями предпринимательства и меценатства, где «прибыль превыше всего, но честь превыше



прибыли». В ГК «Новард» функционирует система сбалансированных показателей, направленная на измерение эффективности ведения социально ответственного бизнеса, вовлеченности сотрудников, оценку соответствия рекламы заявленным ценностям, доли прибыли, отчисляемой на соответствующие инициативы [6].

Проведенный анализ отражает глубокую внутреннюю связь и преемственность понятий «социальная ответственность» и «общие ценности». В ходе эволюции ценностный аспект приобрел практический характер, отвечающий идее повышения качества жизни человека. В современной общественно-политической ситуации продвижение идеи безопасности и благополучия человека как особо значимой ценности отражает стратегию гуманизации общества [2] и подкрепляется социальными технологиями в бизнесе, позволяющими наглядно представлять результаты социально ответственной деятельности передовых организаций.

*Публикация подготовлена в рамках под-держанного РГНФ научного проекта № 14-02-00313а.*

#### Список литературы

1. Благов Ю.Е. Корпоративная социальная ответственность: эволюция концепции. – СПб.: Высшая школа менеджмента, 2010. – 272 с.
2. Зарецкий А.Д. Гуманистический характер корпоративной социальной ответственности в контексте формирования общих ценностей бизнеса // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 553.
3. Зарецкий А.Д., Иванова Т.Е. Корпоративная социальная ответственность: мировой и отечественный опыт: учебное пособие. – 2-е изд., доп. и перераб. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 360 с.
4. Зарецкий А.Д., Иванова Т.Е. Корпоративная социальная ответственность: мировая и отечественная практика // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 12. – С. 91–93.
5. Зарецкий А.Д., Иванова Т.Е. Онтология социальной ответственности бизнеса // Феномен рыночного хозяйства: от истоков до наших дней: матер. Международной научно-практической конференции. – Краснодар: НИИ экономики Южного федерального округа. 2014. – С. 244–251.
6. Захарова М. Ценностные основы бизнеса ГК НОВАРД. Социальная миссия, стратегия и ответственность – ключевые факторы успеха власти, общества и бизнеса // Сб-к материалов 4-й Международной научно-практической конференции по стратегическому управлению / под ред. С. Байдакова. – М.: НП «Объединение контроллеров». 2014. – С. 26–27.
7. Общие ценности «Нестле». – URL: <http://pioportal.ru/obshhie-tsennosti-nestle/> (дата обращения 26.05.2015).
8. Перегудов С.П., Семенов И.С. Корпоративное гражданство: концепции, мировая практика и российские реалии. – М.: Прогресс-Традиция, 2008. – 448 с.
9. Портер М., Креймер М. Капитализм для всех. – URL: <http://www.nb-forum.ru/interesting/experts/kapitalizm-dlya-vseh.html> (дата обращения 16.04.2015).
10. В Москве прошел Третий всероссийский форум «Создавая общие ценности: объединяем усилия для формирования здоровой среды». – URL: <http://www.nestle.ru/media/pressreleases/2014-06-09> (дата обращения 12.01.2015).
11. Bowen H. Social responsibilities of the businessman. – N.Y.: Harper Row, 1953.
12. Davis K. Understanding the social responsibility puzzle; what does the businessman owe to society // Business Horizons. – 1967. – № 10 (4). – P. 46–47.
13. Freeman R.E. Strategic management: a stakeholder approach. – Pitman Publishing: Marshfield (MA), 1984.

#### References

1. Blagov Ju.E. Korporativnaja socialnaja otvetstvennost: jevoljucija koncepcii. SPb.: Vysshaja shkola menedzhmenta, 2010. 272 p.
2. Zareckij A.D. Gumanisticheskij harakter korporativnoj socialnoj otvetstvennosti v kontekste formirovanija obshhih cennostej biznesa // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 6. pp. 553.
3. Zareckij A.D., Ivanova T.E. Korporativnaja socialnaja otvetstvennost: mirovoj i otechestvennyj opyt: uchebnoe posobie. 2-e izd., dop. i pererab. Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2013. 360 p.
4. Zareckij A.D., Ivanova T.E. Korporativnaja socialnaja otvetstvennost: mirovaja i otechestvennaja praktika // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2011. no. 12. pp. 91–93.
5. Zareckij A.D., Ivanova T.E. Ontologija socialnoj otvetstvennosti biznesa // Fenomen rynochnogo hozjajstva: ot istokov do nashih dnei: mater. Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Krasnodar: NII jekonomiki Juzhnogo federalnogo okruga. 2014. pp. 244–251.
6. Zaharova M. Cennostnye osnovy biznesa GK NOVARD. Socialnaja missija, strategija i otvetstvennost ključevye faktory uspeha vlasti, obshhestva i biznesa // Sb-k materialov 4-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii po strategicheskomu upravleniju / pod red. S. Bajdakova. M.: NP «Ob#edinenie kontrollerov». 2014. pp. 26–27.
7. Obshhie cennosti «Nestle». URL: <http://pioportal.ru/obshhie-tsennosti-nestle/> (data obrashhenija 26.05.2015).
8. Peregudov S.P., Semenenko I.S. Korporativnoe grazhdanstvo: koncepcii, mirovaja praktika i rossijskie realii. M.: Progress-Tradiciya, 2008. 448 p.
9. Porter M., Krejmer M. Kapitalizm dlja vseh. URL: <http://www.nb-forum.ru/interesting/experts/kapitalizm-dlya-vseh.html> (data obrashhenija 16.04.2015).
10. V Moskve proshel Tretij vsrossijskij forum «Sozdavaja obshhie cennosti: ob#edinjaem usilija dlja formirovanija zdorovoj sredy». URL: <http://www.nestle.ru/media/pressreleases/2014-06-09> (data obrashhenija 12.01.2015).
11. Bowen H. Social responsibilities of the businessman. N.Y.: Harper Row, 1953.
12. Davis K. Understanding the social responsibility puzzle; what does the businessman owe to society // Business Horizons. 1967. no. 10 (4). R. 46–47.
13. Freeman R.E. Strategic management: a stakeholder approach. Pitman Publishing: Marshfield (MA), 1984.

#### Рецензенты:

Зарецкий А.Д., д.э.н., профессор кафедры мировой экономики и менеджмента, Кубанский государственный университет, г. Краснодар;

Воронина Л.А., д.э.н., профессор кафедры мировой экономики и менеджмента, Кубанский государственный университет, г. Краснодар.



УДК 658.562.64

## ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ КАЧЕСТВОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ В ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННЫХ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЯХ

**Калажокова Ю.А.**

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»,  
Санкт-Петербург, e-mail: unecon@unecon.ru*

В статье рассмотрена проблема оценки качества научно-технических работ, возникающей в вертикально интегрированных структурах, в частности в нефтяных компаниях. Выявлена сущность данной проблемы и исследованы существующие и возможные методы ее решения. Сделан вывод о необходимости анализа мнения заказчиков путем анкетирования на основе методов определения индекса удовлетворенности потребителей. Произведена корректировка общих положений для определения такого индекса с учетом специфики научно-технических работ и выделены три основных группы оценок, а именно: результатов выполнения договора, процессов выполнения работ и уровня квалификации исполнителей. Разработана анкета, включающая основные показатели с детализацией шкалы измерения оценки. Представлены примеры расчетов удовлетворенности заказчика для работ, производимых в научно-техническом центре нефтяной компании, по проектированию разработки месторождений. Представлен комплексный показатель удовлетворенности с учетом значимости научно-технических работ и даны рекомендации по использованию рассмотренных показателей.

**Ключевые слова:** научно-технические работы, качество, удовлетворенность потребителей

## ASSESSMENT OF CUSTOMER SATISFACTION WITH QUALITY OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL WORKS IN VERTICALLY INTERGROWING OIL COMPANIES

**Kalazhokova Y.A.**

*St. Petersburg State economic University, Saint-Petersburg, e-mail: unecon@unecon.ru*

The article considers the problem of assessing the quality of scientific and technical papers originating in vertically integrated structures, in particular, in oil companies. The nature of this problem and investigated the existing and possible methods of its solution. The conclusion about the necessity of analyzing the opinions of customers by questionnaire-based methods of determining customer satisfaction index. Adjusted General provisions for determining such an index specific to scientific and technical papers and highlighted three primary groups of assessments, namely: the results of executing the contract, the processes of work performance and skill level of the performers. Designed questionnaire including key indicators, with details of the scale of measurement evaluation. Presents sample calculations of customer satisfaction for work performed in a research and development center oil company, for the design of field development. Presents a comprehensive indicator of satisfaction considering the importance of scientific and technical papers and recommendations on the use of the considered indicators.

**Keywords:** scientific and technical work, quality, customer satisfaction

В настоящее время особую важность для вертикально интегрированных нефтяных компаний (ВИНК), объединяющих предприятия, относящиеся к различным последовательным стадиям технологического процесса, такими как разведка и добыча нефти, транспортировка, переработка, нефтехимия, сбыт нефтепродуктов и нефтехимикатов, приобретает внутренняя оценка качества деятельности всех звеньев.

В результате в ВИНК формируется единая корпоративная культура, которая способствует воспитанию у персонала чувства принадлежности к единой компании, однако она в то же время затрудняет объективную оценку результатов «собственной» работы, исчезает необходимость в конкуренции, что влечет за собой отсутствие потребности в постоянном улучшении качества выполняемой работы, то есть встает задача объ-

ективной обратной связи внутренних потребителей.

Сложность в оценке удовлетворенности потребителя в ВИНК заключается в специфике взаимодействия корпоративного центра (КЦ) с дочерними обществами (ДО), выступающими, с одной стороны, в качестве исполнителя, с другой – в качестве заказчика.

Помимо предприятий, занимающихся вышеперечисленными видами деятельности, в состав ВИНК входят ДО, решающие научно-технические задачи – от региональных геологических исследований и сопровождения геологоразведочных работ до разработки инновационных технологий и методов добычи нефти и газа. К одному из таких предприятий относится ДО ОАО «Газпром нефть» – «ООО «Газпромнефть НТЦ» (НТЦ).

Работы, выполняемые такими предприятиями, сложнее всего поддаются оценке,

так как «продукт» их деятельности носит научно-технический характер и обладает следующими признаками:

- отсутствие товарной формы – он нематериален, его трудно оценить;
- невоспроизводим – обычно невозможно в неизменном виде предоставить его другому заказчику, т.к. он вновь требует сбора, анализа и презентации информации;
- заказчик является «сопроизводителем» выполняемых работ, который предоставляет информацию как важный ресурс.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, существует немало способов, которые позволяют определять удовлетворенность Заказчика, но для оценки деятельности НТП на данный момент не существует строго определенного, унифицированного метода.

«Ключом» к определению качества выполняемых научно-технических работ должно быть получение от Заказчика адекватной информации о его удовлетворенности, то есть обратной связи.

Самым простым способом получения такой информации являются жалобы и предложения, присылаемые по инициативе Заказчика. Но такой способ ориентирован на неудовлетворенных Заказчиков, он не дает полного представления о результатах выполненных работ.

Более адекватное представление об удовлетворенности заказчика дают методы, основанные на анкетировании. Анкетирование предполагает составление анкеты, ее заполнение (сбор информации от Заказчика) и обработку полученных данных.

На этапе сбора информации уже приходится сталкиваться с различными трудностями. Причины этого обычно самые разные и бывают связаны как с самим Заказчиком, так и с исполнителем.

К причинам, связанным с Заказчиком, можно отнести следующие:

- нежелание Заказчика обрабатывать анкеты или вопросники;
  - отсутствие возможности оценить свою удовлетворенность в момент получения услуги/результата работ (многое выясняется спустя некоторое время);
  - односторонность оценки результата работ и заведомая негативная оценка (обычно наибольшую активность проявляют именно те Заказчики, которые чем-то не удовлетворены);
  - халатность при оценке.
- С организацией – исполнителем работ:
- «разночтение» вопросов с Заказчиком;
  - занижение важности исследований удовлетворенности Заказчика;
  - расчёт на результативность от оценки удовлетворенности за очень короткие сроки.

Исходя из вышеперечисленных причин можно прийти к выводу, что вопросы анкеты должны быть направлены на получение предельно объективных характеристик качества выполняемых работ. При разработке анкеты это учитывалось, поэтому количество вопросов сводилось к минимуму, но в то же время оставалось достаточным для получения наиболее полного представления об удовлетворенности Заказчика.

Разработанная анкета для оценки удовлетворенности Заказчика (табл. 1) основана на расчете индекса удовлетворенности потребителя – Customer Satisfaction Index (CSI).

Основная проблема составления анкет – выявление всех факторов, влияющих на ощущение и удовлетворенность потребителя. Для этого надо обратиться к содержанию основных и неосновных требований потребителя к предмету потребления, что собственно он хочет – его ожидания, какую потребность удовлетворяет и какая степень его удовлетворенности произошла при потреблении.

Показатели в анкете были установлены по известному маркетинговому принципу «5Р» (product, process, people, promotion, price). Для оценки удовлетворенности заказчика НТР в ВИНК можно внести некоторые корректировки и выделить только три группы, а именно: первая группа показателей, «product», помогающая оценить результаты научно-технических работ, которая может быть объединена с показателем, описывающим их оформление и продвижение – «promotion». Вторая группа показателей, «people», раскрывает профессиональные качества персонала, а также взаимодействие с ним. Третья группа показателей, «process», определяет организацию процесса выполнения работ. Блок «price» в анкете не учитывался.

Комплексный CSI считается как сумма произведений весовых коэффициентов и выставленных оценок по трем составляющим: *CSIp* – оценке результата работ и его оформления; *CSIo* – оценке организации процесса; *CSIи* – оценке исполнителей.

Для каждого из показателей выставляется весовой коэффициент, то есть степень значимости данного критерия, а также его оценка по пятибалльной шкале, характеризующая степень удовлетворенности Заказчика. Все это возможно сделать на основе статистических методов – ранжирования, регрессионных анализов, экспертными и прочими подобными методами. Весовые коэффициенты могут быть, например, следующими: низкая значимость – 0,1; средняя – 0,3; высокая – 0,6.

По каждому блоку определяется отдельный показатель CSI. Он считается как сум-

ма произведений весовых коэффициентов и выставленных оценок. Общий результат по качественной оценке рассчитывается по следующей формуле (1):

$$Q = \frac{CSI_p + CSI_{ou} + CSI}{3}, \quad (1)$$

где  $CSI_p$  – оценка результата работ и его оформления;  $CSI_{ou}$  – оценка организации процесса;  $CSI$  – оценка исполнителей.

Обобщенная и обработанная информация, полученная в ходе анкетирования, используется при проведении анализа высшим руководством деятельности НТЦ, она способна помочь в выявлении возможностей для улучшения стратегий, работ, процессов и характеристик НТЦ. Такие улучшения помогут укрепить взаимоотношения с Заказчиком и привести к коммерческим и прочим выгодам.

Таблица 1

Анкета оценки удовлетворенности

| Критерии                            |                                                                                                                                                                   | Удовлетворенность заказчика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Значимость |   |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------|---|
|                                     |                                                                                                                                                                   | Q                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | К          | З |
| 1                                   |                                                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 3          | 4 |
| 1. Результаты работ и их оформления | 1.1. Соответствие ТЗ и требованиям нормативных документов<br><i>Степень соответствия полученного результата требованиям ТЗ и нормативных документов</i>           | 5 – соответствует всем требованиям ТЗ и всех НД<br>4 – соответствует всем требованиям ТЗ и части НД<br>3 – соответствует всем требованиям ТЗ; требования НД не учитывались<br>2 – не соответствует всем требованиям ТЗ, требования НД учтены<br>1 – не соответствует требованиям ТЗ и НД                                                                                                                                                                                                                                                 |  |            |   |
|                                     | 1.2. Готовность к применению (завершенность результатов)<br><i>Оценка готовности результатов к использованию в управленческой и производственной деятельности</i> | 5 – уже применяются<br>4 – высокая, предлагаемое решение полностью готово к самостоятельному применению<br>3 – средняя (готово к применению, требует постоянных консультаций исполнителя)<br>2 – недостаточная, для применения требуется доработка<br>1 – низкая, для практического применения требуется существенная доработка<br>0 – работа не требует оценки по данному показателю                                                                                                                                                    |  |            |   |
|                                     | 1.3. Качество оформления: отчета, предоставляемых отчетных материалов<br><i>Качество оформления отчетной документации, соответствие ГОСТ</i>                      | 5 – соответствует предъявляемым требованиям и стандартам<br>4 – в целом соответствует предъявляемым требованиям, но требуется устранение отдельных замечаний<br>3 – требует переоформления в соответствии с действующими стандартами заказчика или ГОСТами<br>2 – требуется переработка представленных материалов<br>1 – отчет не представлен<br>0 – предоставление отчетных материалов не предусмотрено ТЗ                                                                                                                              |  |            |   |
| 2. Организация работ по договору    | 2.1. Выполнение работ в установленные сроки                                                                                                                       | 5 – в срок<br>4 – опоздание < недели<br>3 – опоздание > 1 недели<br>2 – опоздание > 2 недель<br>1 – опоздание месяц и более                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |            |   |
|                                     | 2.2. Вовлеченность заказчика в выполнение договора<br><i>Степень информированности и возможности влияния на ход выполнения проекта</i>                            | 5 – исполнитель находится в постоянном контакте с Заказчиком и в полном объеме информирует его о ходе выполнения договора<br>4 – исполнитель всегда доступен, но информирует Заказчика о ходе выполнения договора только при завершении этапов работ<br>3 – исполнитель доступен и информирует Заказчика только по его запросам<br>2 – исполнитель доступен для Заказчика и информирует его, в случае, если это необходимо самому исполнителю<br>1 – исполнитель в основном недоступен для заказчика и не стремится к его информированию |  |            |   |

Окончание табл. 1

| 1              |                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 | 4 |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|                | 2.3. Оперативность и исполнительность при реагировании на Ваше обращение (предложения, замечания и т.д.)<br><i>Оценка отношения Исполнителя на обращение Заказчика</i>                                                                                                       | 5 – исполнитель рассматривает обращение заказчика в согласованные с ним сроки, готовит аргументированное решение и обсуждает его с Заказчиком<br>4 – исполнитель рассматривает обращение заказчика, готовит аргументированное решение, обсуждает его с заказчиком, не соблюдая сроков<br>3 – исполнитель рассматривает обращения заказчика, принимает решение и доводит его до сведения заказчика<br>2 – исполнитель аргументировано отказывается рассматривать обращения заказчика<br>1 – исполнитель старается игнорировать обращение заказчика без объяснений                                                                                                                  |   |   |
| 3. Исполнители | 3.1. Уровень компетенции<br><i>Оценка совокупности качеств, поведенческих индикаторов Исполнителя, отражающих его профессиональную подготовку, опыт, знание и мастерство</i>                                                                                                 | 5 – используется широкий диапазон теоретических и практических знаний, которые являются специальной областью в рамках какой-либо более широкой области, и демонстрировать понимание ограниченности базы знаний<br>4 – используется широкий диапазон практических и теоретических знаний в какой-либо области<br>3 – применяются знания в какой-либо области, используя процедуры, техники, материалы, инструменты, оборудование, технологии и некоторые теоретические понятия<br>2 – воспроизводятся и понимаются базовые знания в какой-либо области, диапазон знаний ограничен фактами и базовыми идеями<br>1 – по памяти воспроизводятся знания общеобразовательного характера |   |   |
|                | 3.2. Инициативность<br><i>Способность Исполнителя к самостоятельной организации действий, направленных на достижение поставленных целей, поиску оптимальных решений</i>                                                                                                      | 5 – находит и предлагает решения для сложных вопросов и ситуаций. Делает больше, чем от него ожидают<br>4 – действует, исходя из собственного опыта и приобретенных навыков. Проявляет настойчивость в достижении целей и преодолении препятствий<br>3 – высказывает предложения, но не производит реальных действий<br>2 – действует строго по «инструкции», ограничен и не гибок в принятии решений.<br>1 – в любой проблемной ситуации прибегает за решением и разъяснениями к Заказчику                                                                                                                                                                                       |   |   |
|                | 3.3. Уровень коммуникативной культуры<br><i>Способность Исполнителя взаимодействовать в деловой среде со своими коллегами и партнерами, т.е. способность Исполнителя донести до Заказчика свою точку зрения или любую другую информацию, оставаясь вежливым и корректным</i> | 5 – располагающий<br>4 – импонирующий<br>3 – принимаемый<br>2 – терпимый<br>1 – недопустимый                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |

Примечание. Авторская таблица.

Для примера проведем оценку одного из видов научно-технических работ, а именно для проектирования разработки месторождений (табл. 2).

$$Q = \frac{3,9 + 4,6 + 4,5}{3} = 4,3.$$

Проектирование разработки месторождений оценено в 4,3 балла.

Представленный выше расчет является обобщенной качественной оценкой со стороны Заказчика, но нас также интересует вторая позиция – самооценка исполнителей.



Таблица 2

Оценка качества проектирования разработки месторождений

| Оцениваемые свойства               | Вес (К) (0,1; 0,3; 0,6) | Оценка, Р |
|------------------------------------|-------------------------|-----------|
| Результат работ и оформление       | k1 = 0,6                | P1 = 4    |
| $CSI_p = \sum k_j \cdot P_j = 3,9$ | k2 = 0,3                | P2 = 4    |
|                                    | k3 = 0,1                | P3 = 3    |
| Организации процесса               | k1 = 0,6                | P1 = 5    |
| $CSI_o = \sum k_j \cdot P_j = 4,6$ | k2 = 0,1                | P2 = 4    |
|                                    | k3 = 0,3                | P3 = 4    |
| Исполнители                        | k1 = 0,6                | P1 = 5    |
| $CSI_i = \sum k_j \cdot P_j = 4,5$ | k2 = 0,3                | P2 = 4    |
|                                    | k3 = 0,1                | P3 = 3    |

Примечание. Авторская таблица.

Таблица 3

Шкала значимости

|   |                                                                                          |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Критерий имеет чрезвычайно высокую значимость. Его невыполнение критично                 |
| 4 | Критерий имеет высокую значимость                                                        |
| 3 | Нам трудно оценить, насколько важен для нас этот критерий, до сих пор он не был актуален |
| 2 | Критерий имеет относительно невысокую значимость                                         |
| 1 | Критерий не важен                                                                        |

После получения заполненной руководством анкеты осуществляется обработка полученной информации с помощью метода описательной статистики, рекомендованного ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005. Механизм обработки изложен в [8].

Для более полного анализа служит величина, называемая комплексный индекс удовлетворённости заказчика (далее по тексту – ИУЗ), являющаяся функцией от средневзвешенной удовлетворённости «У» (в отличие от Q эта величина определяется как средняя арифметическая без учета удельных весов) и средняя арифметическая значимости показателя (Зн).

ИУЗ рассчитывается по формуле

$$ИУЗ = \frac{(У - Зн) \cdot Зн^2}{50} + К, \quad (2)$$

где К – коэффициент, который выбирается в зависимости от величины Зн и У (табл. 4).

Для отражения тенденции изменения ИУЗ индекс удовлетворённости заказчика переводится в процентное выражение по оси ординат и временной ряд по оси абсцисс. Максимальный ИУЗ 3,16, минимальный минус 3,16 (рисунок). Для этого шкала индекса удовлетворённости принимается за 100%. Например, значение Удовлетворённости – 3,5 и Значимости – 5, ИУЗ равен 2,41 или 76,3%. Зная значения ИУЗ за предыдущие периоды, тенденцию можно представить в графическом виде.

Таблица 4

Значение коэффициента К при различных условиях

| Условие                                              | Значение коэффициента К |
|------------------------------------------------------|-------------------------|
| Зн менее 2, $1 < У < 5$                              | 0                       |
| $2 < Зн < 3$ ,<br>– при У менее 3<br>– при У более 3 | –0,16<br>0,16           |
| $3 < Зн < 4$ ,<br>– при У менее 3<br>– при У более 3 | –0,52<br>0,52           |
| $4 < Зн < 5$ ,<br>– при У менее 3<br>– при У более 3 | –1,16<br>1,16           |
| $Зн = 5$<br>– при У менее 3<br>– при У более 3       | –2,16<br>2,16           |

Примечание. Авторская таблица.

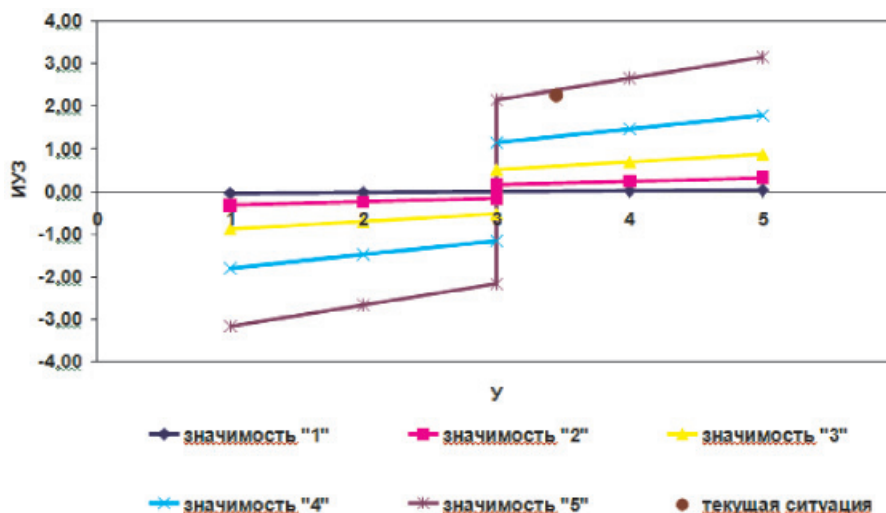
Анализ ИУЗ дает возможность рассмотреть 4 основных ситуации:

1) высокая удовлетворенность и высокая значимость – констатируют нормальный ход процесса;

2) низкая удовлетворенность и высокая значимость определяют приоритет для мероприятий;

3) низкая удовлетворенность и высокая значимость определяют второй приоритет;

4) высокая удовлетворенность и низкая значимость определяют третий приоритет для мероприятий по совершенствованию деятельности.



Графическое выражение зависимости ИУЗ от У

В результате данного исследования можно сделать следующие выводы.

1. В вертикально интегрированных структурах важно оценивать степень удовлетворенности внутреннего потребителя, которая является одним из ключевых элементов успеха структуры в целом. В вертикально интегрированных нефтяных компаниях оценка удовлетворенности заказчика осуществляется с целью обеспечения полноты данных при анализе систем управления и принятии управленческих решений, а также повышения эффективности взаимодействия между Дочерним обществом и Корпоративным центром.

2. Мероприятия по совершенствованию научно-технических работ необходимо разрабатывать на основе оценки со стороны заказчика –  $Q$ , а также комплексного индекса удовлетворенности заказчика с учетом значимости показателей.

#### Список литературы

1. Горбашко Е.А. Управление качеством: учебник для бакалавров. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 463 с.
2. ГОСТ Р ИСО 10001-2009 Менеджмент организации. Удовлетворенность потребителя. Рекомендации по правилам поведения для организации.
3. ГОСТ Р ИСО 10002-2007 Менеджмент организации. Удовлетворенность потребителя. Руководство по управлению претензиями в организациях.
4. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001.
5. Окрепилов В.В. Менеджмент качества; в 2-х т.; т. 2. – СПб.: Наука, 2007. – 504 с.

6. Федотов В.В. Способы оценки и мониторинга степени удовлетворенности потребителя // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 9. – С. 24–29.

7. Шибя Ш. Новое американское тотальное управление качеством: учебник / Ш. Шибя, А. Грэхэм, Д. Вальден. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 348 с.

#### References

1. Gorbashko E.A. Upravlenie kachestvom: uchebnik dlja bakalavrov. M.: Izd-vo Jurajt, 2012. 463 s.
2. GOST R ISO 10001-2009 Menedzhment organizacii. Udovletvorjonnost potrebitelja. Rekomendacii po pravilam povedenija dlja organizacii.
3. GOST R ISO 10002-2007 Menedzhment organizacii. Udovletvorjonnost potrebitelja. Rukovodstvo po upravleniju pretenzijami v organizacijah.
4. GOST R ISO/TO 10017-2005 Statisticheskie metody. Rukovodstvo po primeneniju v sootvetstvii s GOST R ISO 9001.
5. Okrepilov V.V. Menedzhment kachestva; v 2-h t.; t. 2. SPb.: Nauka, 2007. 504 p.
6. Fedotov V.V. Sposoby ocenki i monitoringa stepeni udovletvorjonnosti potrebitelja // Metody menedzhmenta kachestva. 2005. no. 9. pp. 24–29.
7. Shiba Sh. Novoe amerikanskoe totalnoe upravlenie kachestvom: uchebnik / Sh. Shiba, A. Grjehjem, D. Valden. M.: INFRA-M, 2001. 348 p.

#### Рецензенты:

Горбашко Е.А., д.э.н., профессор, проректор по качеству, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург;

Бонюшко Н.А., д.э.н., профессор, начальник управления повышения квалификации персонала, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург.

УДК 330

## СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ СФЕРЫ РЕГИОНА

<sup>1</sup>Кантемирова М.А., <sup>2</sup>Дзакоев З.Л.

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия», Владикавказ;

ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет»,

Владикавказ, e-mail: [kantemirova.mira@mail.ru](mailto:kantemirova.mira@mail.ru);

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет»,

Владикавказ, e-mail: [dzll@rambler.ru](mailto:dzll@rambler.ru)

В современных динамично меняющихся рыночных условиях развитие перерабатывающих предприятий АПК региона во многом обусловлено фактором конкуренции и высокой неопределенности внешней среды. Это обстоятельство, в свою очередь, требует совершенствования методов самоорганизации и управления на предприятии с целью повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности и обеспечения необходимых объемов прибыли. В статье рассмотрены основные положения стратегического подхода к развитию предприятий перерабатывающей сферы региона. Определены схемы стратегического планирования конкурентоспособности на перерабатывающих предприятиях региона. Рассмотрены особенности создания и функционирования стратегического отделения предприятия. Модернизация среднего и крупного предприятия предполагает радикальное изменение его бизнес-стратегии и структуры на основе создания полуавтономных групп подразделений и отделов в виде отделений, планирующих свою деятельность и полностью отвечающих за прибыли и убытки.

**Ключевые слова:** регион, перерабатывающее предприятие, стратегия, планирование, конкуренция, эффективность, социально-экономическое развитие, инвестиции, управление

## FEATURES OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION IN THE FIRST DECADE OF XXI CENTURY

<sup>1</sup>Kantemirova M.A., <sup>2</sup>Dzakoev Z.L.

<sup>1</sup>GBOU VPO «North Ossetian State Medical Academy», Vladikavkaz;

FGBOU VPO «Gorsky State Agrarian University», Vladikavkaz, e-mail: [kantemirova.mira@mail.ru](mailto:kantemirova.mira@mail.ru);

<sup>2</sup>VPO «North Ossetian State University», Vladikavkaz, e-mail: [dzll@rambler.ru](mailto:dzll@rambler.ru)

In today's rapidly changing market conditions, the development of processing of agricultural enterprises in the region is largely due to the competition factor and the high uncertainty of the external environment-sti. This, in turn, requires improving methods of self-organizing and management of the enterprise in order to improve the efficiency of production and economic activity and to ensure the necessary volumes of profits. The article describes the main provisions of a strategic approach to the development of the processing scope of the region. A scheme of strategic planning for the competitiveness of the processing enterprises in the region. The features of the establishment and functioning of the department of strategic enterprises. The modernization of medium and large enterprises implies a radical change in its business strategy and structure through the creation of semi-autonomous groups, divisions and departments in the form of branches, plan their activities and fully responsible for profits and losses.

**Keywords:** region, processing plant, strategy, planning, competition, efficiency, social and economic development, investment, management

Без повышения уровня конкурентоспособности предприятия невозможно привлечь потребителей, обеспечивать необходимые доходы, занимать устойчивые позиции предприятия на рынке, невозможно и само его существования. Конкуренция заставляет каждое предприятие знать, насколько подходят потребителю предлагаемый товар, его качество, цены, послепродажный сервис. Конкуренцию следует рассматривать как детерминирующий фактор стабилизации цен, стимул внедрения в производство инноваций, способ вытеснения с рынка неэффективных хозяйствующих субъектов [6, с. 105]. В этой связи обеспечение необходимого уровня конкурентоспособности следует оценивать не только как функцию си-

стемы управления предприятием, но и как потенциальный результат эффективности функционирования всех его подразделений и звеньев. Основным фактором, способным защитить конкурентную позицию предприятия на рынке, становится умение обеспечения координации взаимодействия всех его подразделений, что требует соответствующих подходов к планированию их деятельности. Предприятия, обладающие передовыми технологиями и инструментами управления, сегодня имеют большую рыночную власть, по сравнению с теми, кто контролирует ресурсы [1]. Поэтому конкурентоспособность предприятия должна быть объектом управления и планирования, что обеспечивает ее действенность

и эффективность. На перерабатывающих предприятиях региона необходим методический переход от преимущественного планирования показателей внутреннего состояния и внутренних процессов деятельности к стратегическому планированию, с учетом обеспечения конкурентоспособности на соответствующую перспективу [8; 2].

Предлагаемая общая схема стратегического планирования конкурентоспособности на перерабатывающих предприятиях региона представлена на рис. 1. Подобный переход потребует осуществления ряда организационных изменений для средних и крупных перерабатывающих предприятий.

Суть предлагаемого подхода заключается в том, чтобы:

1) повысить производственно-хозяйственную самостоятельность подразделений предприятия на основе децентрализации ряда управленческих функций;

2) ориентировать подразделения предприятия на поддержание постоянного внедрения в производство более совершенных видов продукции, обладающих качественными и потребительскими характеристиками в соответствии с запросами рынка;

3) оптимизировать затраты на обеспечение деятельности и производство продукции.

Высокая конкуренция, нестабильность внешней среды требуют от системы планирования на предприятии разнообразия инструментария и гибкости, что усложняет ее структуру (рис. 2).

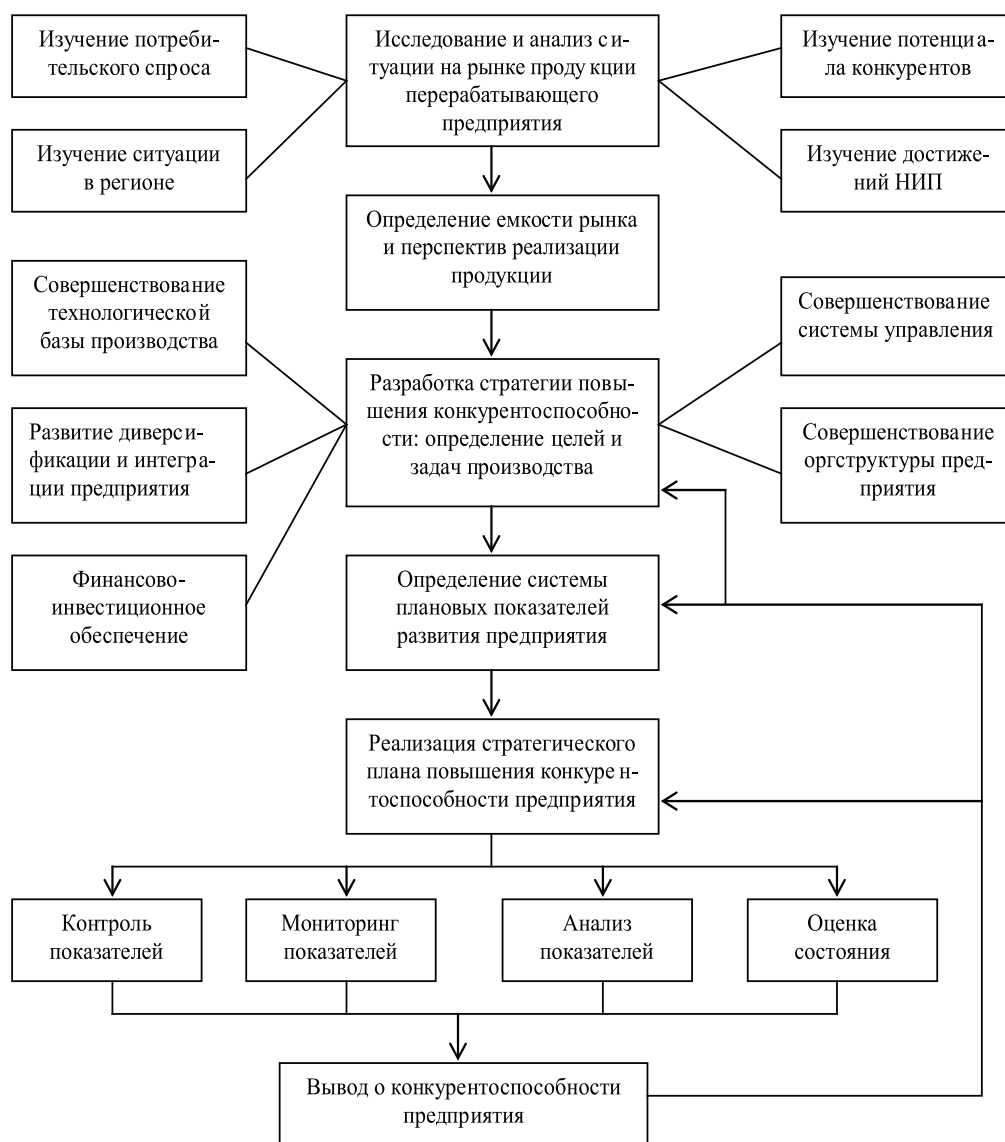


Рис. 1. Общая схема стратегического планирования конкурентоспособности на перерабатывающих предприятиях региона





Рис. 2. Схема стратегического планирования и управления на предприятии

Наряду со стратегическим планированием на предприятии должно иметь место оперативное планирование, а также непериодическое планирование проектов. При этом проекты (бизнес-планы) и крупные мероприятия могут осуществляться в границах одного планового периода, а также на протяжении ряда периодов. Вводимые изменения могут охватывать как все предприятие, так и потенциал одной или нескольких существующих подсистем. По существу ставится задача объединить в рамках крупного перерабатывающего предприятия свойства гибкости и адаптивности мелкосерийного производства с преимуществами крупного производства, обладающего низкими издержками и высокой производительностью труда. Такое сочетание способствует не только стабилизации деятельности, но и снижению затрат всех составляющих производственно-хозяйственной цепочки, заинтересованность в обновлении производства на базе инноваций, расширении номенклатуры продукции и изменении ее ассортимента, что предполагает в итоге повышение конкурентоспособности предприятия [3].

Подобная модернизация среднего и крупного предприятия предполагает радикальное изменение его бизнес-стратегии и структуры на основе создания полуавтономных групп подразделений и отделов

в виде отделений (далее – стратегических отделений), планирующих свою деятельность и полностью отвечающих за прибыли и убытки [4].

Стратегическое отделение – это самостоятельно хозяйствующая группа подразделений в составе перерабатывающего предприятия, обладающая совокупностью полномочий, стратегией действий, отвечающая за производство и продажи определенной ассортиментной группы продукции, ориентацию и концентрацию усилий по поддержанию конкурентоспособности на конкретный сегмент рынка.

На эти отделения должна быть возложена вся полнота ответственности за управление всем комплексом производственно-хозяйственной деятельности и сбытовой политики по ограниченному числу видов продукции. Каждое такое отделение наделено полномочиями по возможно полному обеспечению своей деятельности, установлению коммерческих и партнерских отношений с любыми внешними организациями и хозяйствующими субъектами.

Отличительной особенностью подобных отделений являются следующие общие характеристики:

- ориентация деятельности на конкретный целевой рынок или сегмент рынка;
- самостоятельная стратегия и система планирования;

- контроль над своими ресурсами;
- определенная ассортиментная группа продукции;
- установление конкурентов, производящих аналогичную продукцию;
- возможность создавать преимущество на рынке по отношению к основным конкурентам.

Стратегическое отделение обеспечивает: самостоятельное привлечение кадров; планирование деятельности: осуществление, совершенствование и реинжиниринг процессов (объединение, ликвидацию процессов); исследование рынка; обеспечение гибкости реагирования на рыночные изменения, что обеспечивает устойчивое функционирование в изменяющихся условиях; обеспечение тесной связи процессов производства с процессами управления, поддерживая необходимый результат оптимального разделения и кооперации труда.

В границах стратегического отделения перерабатывающего предприятия обеспечивается выполнение общих (стратегических) и конкретных (оперативных)

функций управления, сохраняются целесообразные вертикальные и горизонтальные связи и разделение элементов управления.

Стратегическое отделение создается под конкретный продукт, имеет самостоятельного руководителя и наделяется соответствующими подразделениями, которые обеспечивают выполнение всех необходимых функций по производству и реализации продукции. Каждое стратегическое отделение должно определять собственные цели, планы (результаты) деятельности, которые отражаются в виде количественных показателей (объемах производства и продаж, величинах прибыли, занимаемой доли рынка, объемах капиталовложений, кредитов и инвестиций, издержках и т.д.), или в качественных показателях (в виде степени инновационности производства, инвестиционной привлекательности и т.д.).

Общая схема перерабатывающего предприятия на основе стратегических отделений представлена на рис. 3.

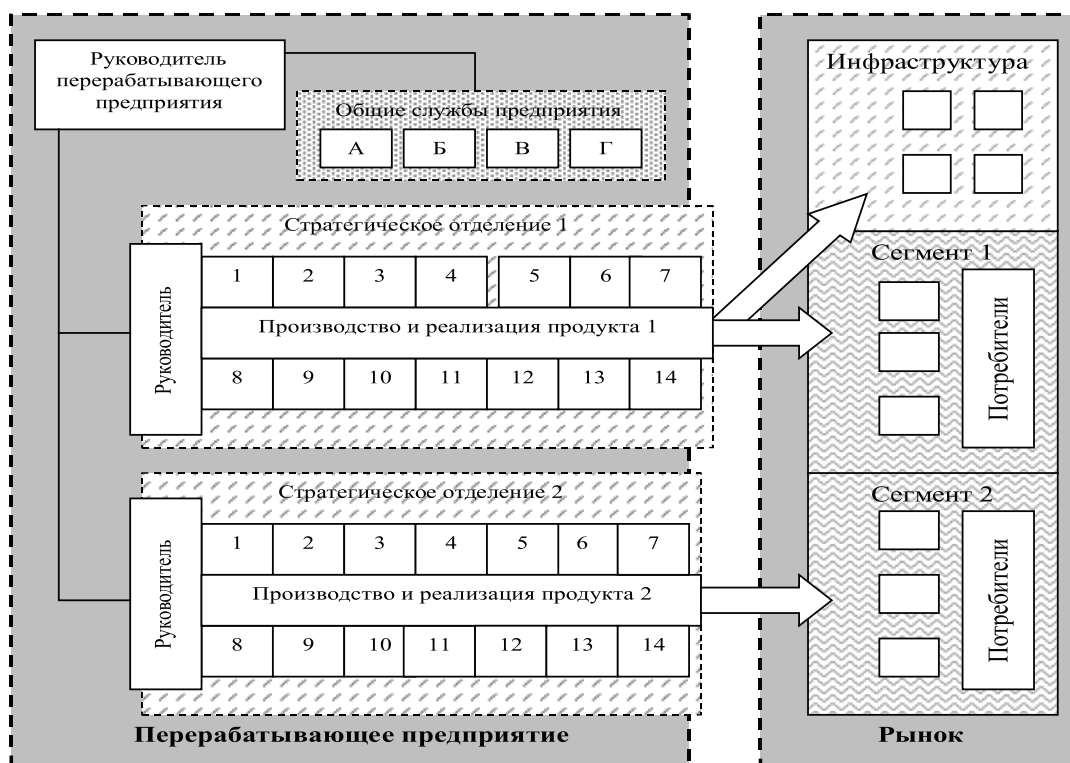


Рис. 3. Схема перерабатывающего предприятия на основе стратегических отделений:  
 А, Б, В, Г – общие службы и отделы предприятия; службы и отделы стратегического отделения  
 (1 – маркетинг, реклама; 2 – НИОКР; 3 – планирование; 4 – анализ; 5 – мониторинг;  
 6 – логистика; 7 – бухгалтерия; 8 – персонал; 9 – производство (основное и вспомогательное);  
 10 – сбыт; 11 – финансы; 12 – транспорт; 13 – информация;  
 14 – техническое обслуживание; и т.д.)

Система стратегического планирования деятельности перерабатывающего предприятия в условиях децентрализации управления может носить блочный характер, включая:

- 1) блок генерально-целевого планирования [5, с. 97];
- 2) блок планирования развития общих подразделений управления предприятия;
- 3) блок планирования вспомогательных служб;
- 4) блок товарно-коммерческого планирования.

К системе планирования относятся все общие экономические и неэкономические цели предприятия, т.е. социальные задачи. По сути, в рамках планирования разрабатывается концепция (стратегическая миссия) предприятия на основе прогнозов внешней ситуации. Генеральные цели являются обязательными для среднего и низшего уровня управления.

Это стратегическое планирование программы и потенциала всего предприятия, в которых отражены:

- структура и объем продуктово-ассортиментной программы;
- планирование структуры и объема потенциала предприятия;
- планирование объема и структуры капитала (т.е. заемного капитала, собственного капитала, их объемов);
- планирование структуры производства или планирование мощности;

– планирование организационной структуры предприятия;

– планирование инновационного развития предприятия;

– планирование системы управления (которая включает в себя расстановку работников, распределение полномочий и ответственности, систему стимулирования; методы принятия управленческих решений, информационное обеспечение предприятия и т.д.);

– планирование развития стратегических отделений.

В рамках стратегического планирования принимаются основополагающие решения, характеризующиеся рядом признаков:

– они имеют высокую значимость для достижения целей функционирования предприятия;

– способствуют обновлению материальной базы;

– они принимаются высшим руководством предприятия;

– все стратегические разработки ориентированы на долгосрочную перспективу.

В целом система планирования деятельности перерабатывающего предприятия отражена на рис. 4.

Планирование деятельности перерабатывающего предприятия на основе стратегических отделений может иметь два основных вида направленности:

- 1) сверху вниз;
- 2) снизу вверх.

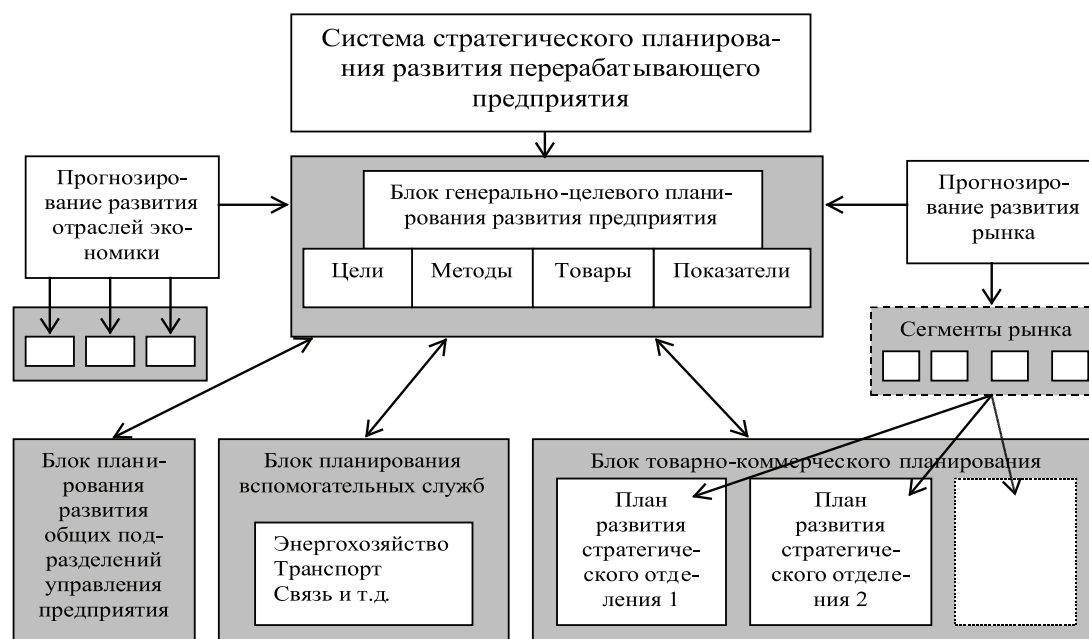


Рис. 4. Система стратегического планирования развития предприятия в условиях децентрализации управления

Планирование деятельности стратегического отделения осуществляется самостоятельно, однако в первом случае общие службы перерабатывающего предприятия могут устанавливать контрольные показатели (индикаторы), служащие ориентирами в ходе планирования. Во втором случае общий стратегический план развития всего перерабатывающего предприятия разрабатывается на основе показателей стратегических отделений.

В обоих случаях система прогнозов и планов стратегического отделения перерабатывающего предприятия должна составляться в виде комплексной программы (стратегии) деятельности, состоящей из следующих взаимосвязанных разделов: плана маркетинга, производственной программы, мероприятий по техническому развитию и организации производства, мер повышения экономической эффективности и т.д.

Производственно-хозяйственная и сбытовая деятельность стратегического отделения перерабатывающего предприятия должна предполагать соответствие плану-заказу и плану развития. Кроме того, стратегическое отделение вправе осуществлять самостоятельную хозяйственную деятельность, делегированную ему общим руководством предприятия.

Прибыль, полученная согласно плану-заказу и по результатам разрешенной самостоятельной деятельности стратегического отделения, распределяется им самостоятельно.

Для обеспечения деятельности стратегического отделения можно использовать метод комплексной оценки конкурентоспособности, который предполагает применение совокупности единичных показателей при сравнении анализируемой продукции перерабатывающего предприятия и соответствующего образца. Расчет общего показателя конкретного вида

продукции (ОПП) перерабатывающего предприятия по совокупности отдельных плановых единичных показателей производится по формуле

$$\text{ОПП} = \sum_{i=1}^n \text{ЕП}_i,$$

где  $\text{ЕП}_i$  – плановый единичный показатель конкурентоспособности по  $i$ -му параметру;  $n$  – число параметров, участвующих в планировании.

Расчет ЕП показателя производится по формуле

$$\text{ЕП}_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_{i0}} \cdot B_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n),$$

где  $\text{ЕП}_i$  – единичный планируемый показатель конкурентоспособности по  $i$ -му параметру продукции;  $\Pi_i$  – величина  $i$ -го показателя для исследуемого вида продукции;  $\Pi_{i0}$  – величина  $i$ -го показателя, принятого за образец;  $B_i$  – весомость  $i$ -го показателя  $\Pi$ ;  $n$  – количество показателей.

В качестве величин показателей могут быть использованы натуральные величины (метр, кг и т.д.), стоимостные (руб.) или экспертные оценки (баллы, коэффициенты).

Анализ результатов. Показатель  $\Pi_k$  отражает различие между сравниваемой продукцией перерабатывающего предприятия и продукцией, принимаемой за образец.

Если  $\text{ОПП} < 1$ , то рассматриваемый товар уступает образцу по показателям конкурентоспособности, а если  $\text{ОПП} > 1$ , то превосходит, при равной конкурентоспособности  $\text{ОПП} = 1$ .

Экспертная комиссия установила показатели и соответствующие коэффициенты весомости, представленные в таблице.

Данные оценки показателей конкурентоспособности продукции

| Вид продукции                    | Технологические показатели для целей оценки конкурентоспособности |      |      |      |      |      | Всего |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|
|                                  | 1                                                                 | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |       |
| Исследуемый вид продукции (балл) | 2                                                                 | 3    | 3    | 4    | 3    | 4    | 19    |
| Образец (балл)                   | 3                                                                 | 3    | 4    | 5    | 4    | 5    | 24    |
| Коэффициент весомости            | 0,1                                                               | 0,2  | 0,3  | 0,1  | 0,2  | 0,1  | 1     |
| Оценка (с. 1/с. 2)·с. 3          | 0,07                                                              | 0,20 | 0,23 | 0,08 | 0,15 | 0,08 | 0,80  |

Оценка показала, что конкурентоспособность исследуемого вида продукции не соответствует уровню конкурентоспособности образца, составляя всего 0,8. Оценка конкурентоспособности позволяет использовать ее результаты для последующей разработки направлений совершенствования качества производства продукции и включения их в стратегический план развития отделения перерабатывающего предприятия.

#### Список литературы

1. Аганбегян А. О новой модели экономического роста в России // Экономические стратегии. – 2011. – № 2. – С. 12–19; № 3. – С. 16–23.
2. Афонина И.А. О роли стратегического планирования в повышении конкурентоспособности промышленных предприятий // Микроэкономика. – 2012. – № 2. – С. 60–64.
3. Волков О.И. Организация производства на предприятии (фирме) – М.: ИНФРА-М, 2011. – 448 с.
4. Гришин В.В., Гришина В.Г. Разрабатываем бизнес-стратегию фирмы. Практическое пособие. – М.: Дашков и К, 2012. – 208 с.
5. Гусева И. Прогнозирование как этап стратегического управления предприятием / И. Гусева, С. Синицына // Проблемы теории и практики управления. – 2012. – № 11–12. – С. 97–102.
6. Демченко С.К. Система управления товарно-ассортиментной номенклатурой в обеспечении конкурентоспособности предпринимательских структур / С.К. Демченко, Е.В. Щербенко // Микроэкономика. – 2012. – № 5. – С. 105–108.
7. Никонова А. Самоорганизация в стратегическом управлении сложными системами // Проблемы теории и практики управления. – 2012. – № 10. – С. 92–99.
8. Новиков А. Организация системы стратегического управления на предприятии // Экономические стратегии. – 2009. – № 5–6. – С. 176–183.

#### References

1. Aganbegyan A.O. O novoy modeli ekonomicheskogo rosta v Rossii // *Economicheskije strategii*. 2011. no. 2. pp. 12–19; no. 3. pp. 16–23.
2. Afonina I.A. o roli strategicheskogo planirovaniya v povyshenii konkurentosposobnosti promyshlennyyh predpriyatiy // *Microeconomics*. 2012. no. 2. pp. 60–64.
3. Volkov O.I. Organizatsiya proizvodstva na predpriyatii (firme) M.: INFRA-M, 2011. 448 p.
4. Grishin V.V. Grishina V.G. Razrabatyvaem biznes-strategiyu firmy. Prakticheskoe posobie. M.: Dashkov i K. 2012. 208 p.
5. Guseva A.I. Prognozirovaniye kak etap strategicheskogo upravleniya predpriyatiem / I.Guseva, S.Sinitsyna // *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2012. no. 11–12. pp. 97–102.
6. Demchenko S.K. Sistema upravleniya tovarno-assortimентnoy nomenklaturoy v obespechenii konkurentosposobnosti predprinimatel'skikh struktur / S.K. Demchenko, E.V. Scherbenko // *Microeconomics*. 2012. no. 5. pp. 105–108.
7. Nikonov A. samoorganizatsiya v strategicheskom upravlenii slozhnyimi sistemami // *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2012. no. 10. pp. 92–99.
8. Novikov A. Organizatsiya sistemy strategicheskogo upravleniya na predpriyatii // *Economicheskije strategii*. 2009. no. 5–6. pp. 176–183.

#### Рецензенты:

Галачиева С.В., д.э.н., профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет)», г. Владикавказ;

Камбердиева С.С., д.э.н., профессор, декан экономического факультета, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет)», г. Владикавказ.



УДК 338.12.015

## ОТРАЖЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ АКТИВОВ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ

**Кривцов А.И.***Самарский государственный экономический университет, Самара, e-mail: 2030202@gmail.com*

Под долгосрочными инвестициями понимаются затраты на создание, увеличение размеров, а также приобретение внеоборотных активов длительного пользования (свыше одного года), не предназначенных для продажи, финансовых вложений в ценные бумаги. Долгосрочные инвестиции связаны с осуществлением капитального строительства в форме нового строительства, реконструкции, расширения и технического перевооружения действующих предприятий и объектов непроизводственной сферы; приобретением основных средств; зданий, сооружений, оборудования, транспортных средств и других отдельных объектов или их частей; приобретением земельных участков и объектов природопользования; приобретением и созданием активов нематериального характера; приобретением ценных бумаг. В статье предлагается схема отражения инвестиционных активов в системе бухгалтерского учета коммерческого предприятия, которая способна оптимизировать процесс анализа учетных данных.

**Ключевые слова:** инвестиции, бухгалтерский учет, счета, анализ

## REFLECTION OF INVESTMENT ASSETS IN THE ACCOUNTING

**Krivtsov A.I.***Samara State Economics University, Samara, e-mail: 2030202@gmail.com*

Under a long-term investment refers to the cost of creating, increasing the size as well as the acquisition of assets *vneoborotnyh* durables (over one year) are not intended for sale, investments in *tse nye* paper. Long-term investments related to the implementation *kapi talnogo* construction in the form of new construction, *rekonst ruktsii*, expansion and modernization of plants and facilities *deystvuyu schih* unproductive; *pri obreteniem* fixed assets; buildings, *oborudova niya*, vehicles and other separate objects or parts thereof; the acquisition of land plots and objects of nature-use; acquisitions and asset *nematerial nogo* character; the acquisition of securities. The paper proposes a scheme of investment assets to reflect the accounting system business, which is able to optimize the process of analyzing the credentials.

**Keywords:** investment, accounting, accounts, analysis

В бухгалтерском учете капитальные вложения учитываются отдельно от текущих затрат на производство. Об этом говорится в пункте 6 статьи 8 Федерального закона от 21.11.96 № 129-ФЗ «О бухгалтерском учете».

Планом счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкцией по его применению предусмотрено следующее. Для отражения информации о затратах на объекты, которые впоследствии будут приняты к бухгалтерскому учету в качестве основных средств и нематериальных активов, используется счет 08 «Вложения во внеоборотные активы». На нем отражаются фактические расходы покупателя, которые впоследствии составят первоначальную стоимость основного средства (нематериального актива).

К счету 08 «Вложения во внеоборотные активы» открываются субсчета для учета соответствующих затрат:

1. «Приобретение земельных участков».
2. «Приобретение объектов природопользования».
3. «Строительство объектов основных средств».

4. «Приобретение отдельных объектов основных средств».

5. «Приобретение нематериальных активов».

6. «Перевод молодняка животных в основное стадо».

7. «Приобретение взрослых животных» и др.

Сальдо по счету 08 «Вложения во внеоборотные активы» отражает величину капитальных вложений организации в незавершенное строительство и приобретение основных средств и нематериальных активов, а также сумму незаконченных затрат на формирование основного стада. С 1 января 2000 г. к незавершенным капитальным вложениям относят объекты недвижимости, не прошедшие государственную регистрацию.

Аналитический учет по счету 08 ведется по каждому строящемуся или приобретенному объекту, а также по видам животных.

По затратам, связанным со строительством и приобретением основных средств, построение аналитического учета должно обеспечить возможность получения данных о затратах на строительные работы и реконструкции, буровые работы, монтаж

оборудования, оборудование, требующее монтажа, оборудование, не требующее монтажа, а также на инструменты и инвентарь, предусмотренные сметами на капитальное строительство, проектно-изыскательские работы, прочие затраты по капитальным вложениям.

Для аналитического учета затрат по видам и составу капитальных вложений используют следующие ведомости:

№ 18 – для учета затрат по незаконченным, несданным работам, затрат отчетного периода и с начала года, а также списанных сумм по введенным в эксплуатацию объектам;

№ 18-1 – для учета затрат, составляющих первоначальную стоимость сданных в эксплуатацию объектов по их видам.

Кроме того, могут использоваться журналы-ордера № 10/1, 13, 16.

Результатом инвестиций является создание основного средства, которое подлежит учету по первоначальной стоимости. Поэтому при отнесении затрат к долгосрочным инвестициям следует руководствоваться Положением по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» (ПБУ 6/01).

Согласно пункту 8 ПБУ 6/01 первоначальной стоимостью основных средств, приобретенных за плату, признается сумма фактических затрат организации на их приобретение, сооружение и изготовление, за исключением НДС и иных возмещаемых налогов (кроме случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации).

Порядок определения первоначальной стоимости основного средства, изготовленного самой организацией, установлен Методическими указаниями по бухгалтерскому учету основных средств, утвержденными приказом Минфина России от 13.10.2003 № 91н (далее – Методические указания).

Согласно пункту 26 Методических указаний первоначальная стоимость основных средств определяется исходя из фактических затрат на производство этих средств. Порядок учета и формирования затрат на производство основных средств тот же, что и для учета затрат соответствующих видов продукции, изготавливаемых организацией.

Согласно пункту 13 ПБУ 15/01 к инвестиционным активам относятся объекты основных средств, имущественные комплексы и другие аналогичные активы, на приобретение и (или) строительство которых требуется большое количество времени и затрат. Исключение составляют объекты, приобретаемые для перепродажи.

Проценты, которые начислены по кредитам (займам), полученным на приобретение и (или) строительство инвестиционного актива, признаются затратами, связанными

с получением и использованием кредитов и займов (п. 11 ПБУ 15/01). Их сумма включается в стоимость этого актива и погашается путем начисления амортизации. Исключение составляют случаи, когда начисление амортизации по объекту основных средств не предусмотрено (п. 23 ПБУ 15/01).

Необходимо уделить особое внимание следующим вопросам – пункт 8 ПБУ 6/01 также предусматривает включение процентов по кредитам (займам) в первоначальную стоимость основного средства. Но только тех, которые начислены до принятия объекта к учету. Проценты по кредиту (займу), начисленные после принятия объекта к учету, относятся к операционным расходам организации (п. 11 ПБУ 10/99 «Расходы организации»).

Если для приобретения или создания инвестиционного актива привлекаются кредиты (займы) в иностранной валюте, возникают курсовые разницы по процентам, причитающимся к оплате. Если же проценты выплачиваются в рублях в сумме, эквивалентной сумме в иностранной валюте (в условных денежных единицах), возникают суммовые разницы. Курсовые и суммовые разницы по процентам признаются затратами, связанными с получением и использованием кредитов и займов (п. 11 ПБУ 15/01) и включаются в стоимость инвестиционного актива (п. 23 ПБУ 15/01). Они образуются с начала начисления процентов и до момента их фактического погашения (перечисления).

Первоначальная стоимость инвестиционных активов после их включения в состав основных средств и ввода в эксплуатацию не изменяется. Поэтому курсовые и суммовые разницы, возникшие после этого момента, учитываются как прочие доходы (расходы) организации.

Согласно пункту 7 ПБУ 3/2000 «Учет активов и обязательств, стоимость которых выражена в иностранной валюте» пересчет обязательств и требований в рубли производится на дату совершения операции, а также на последнюю отчетную дату. Возникающие при этом курсовые разницы относятся к внереализационным доходам или расходам (п. 13 ПБУ 3/2000).

Также согласно пункту 33 Методических рекомендаций разница, возникающая между оценкой основных средств, отраженной на счете учета основных средств, и оценкой, отраженной на счете учета вложений во внеоборотные активы, списывается на счет прибылей и убытков в качестве операционных доходов (расходов). Данная разница в состав курсовых разниц не включается.

Все фактические затраты по приобретению (созданию) основных средств, которые учтены на счете 08 «Вложения во внеоборотные активы», переносятся на счет 01 «Основные средства». Такая бухгалтерская запись делается в момент ввода объекта в эксплуатацию и включения его в состав основных средств организации.

Источниками финансирования долгосрочных инвестиций могут быть собственные средства организаций и привлеченные – долевое участие в строительстве, дополнительные взносы участников, долгосрочные кредиты банков, долгосрочные займы, средства внебюджетных фондов, средства федерального бюджета, представляемого на безвозвратной и возвратной основе. Финансирование долгосрочных инвестиций может осуществляться за счет как одного, так и нескольких источников.

К собственным средствам, являющимся источником финансирования долгосрочных инвестиций, относят прибыли, остающиеся в распоряжении организаций, амортизационные отчисления по основным средствам и нематериальным активам, средства фондов накопления, страховые возмещения, полученные в покрытие потерь и убытков от страховых случаев, и др.

Финансирование и кредитование строительства объектов смешанного инвестирования за счет средств федерального бюджета, собственных средств организаций и других юридических и физических лиц осуществляются в порядке, установленном Временным положением о финансировании и кредитовании капитального строительства с соблюдением пропорций расходования бюджетных ассигнований и собственных средств в течение всего периода строительства объектов.

Финансирование капитальных вложений за счет собственных средств инвесторов, а также за счет собственных средств банка производится по договоренности сторон.

Договаривающиеся стороны самостоятельно определяют порядок внесения инвесторами (заказчиками) собственных средств на счета в банки для финансирования капитальных вложений, кредитования и взаиморасчетов между участниками инвестиционного процесса за выполненные подрядные работы и поставку оборудования, материальных и энергетических ресурсов, оказание услуг. Формы оплаты определяют договоры (контрактами).

Важным аспектом внешней отчетности является ее состав. В экономически развитых странах для удовлетворения запросов пользователей предусматривается такое содержание внешней отчетности: отчет ру-

ководства организации; финансовая отчетность; аудиторский отчет.

Аналогично составу внешней отчетности в странах с развитым фондовым рынком можно предложить для нашей страны следующую отчетность: отчет совета директоров; бухгалтерский отчет; аудиторское заключение.

Правомерность такого состава подтверждается тем, что во многих странах эта отчетность законодательно закреплена.

1. В отчете совета директоров необходимо определить круг показателей, который позволил бы получить общую информацию об организации. Учитывая огромное значение такой информации для пользователей, считаем целесообразным приложение к приказу № 101 «О порядке публикации годовой бухгалтерской отчетности открытыми акционерными обществами», утвержденное Минфином РФ 28.11.1996 г., дополнить показателями, содержащимися в отчете Совета директоров. Существующее приложение № 101 отвечает интересам пользователей отчетности, но отсутствие четкой структуры отчета Совета директоров снижает прозрачность информации для ее пользователей. В работе «Методология корпоративной публичной отчетности» Е.В. Никифорова предлагает структурированный отчет Совета директоров. Мы полагаем, что для привлечения инвестиционных ресурсов и для более четкого понимания отчетности собственниками в самом отчете необходимо выделение дополнительного раздела, характеризующего инвестиционную привлекательность хозяйствующего субъекта. Пример такой отчетности приведен в приложении 5.

2. Бухгалтерский отчет. Исследование опыта стран с развитым фондовым рынком позволяет прийти к заключению, что бухгалтерский (финансовый) отчет обычно включает в себя баланс на определенную дату, отчет о прибылях и убытках, отчет о движении денежных средств, отчет о движении капитала и другие формы для обеспечения пользователей существенной финансовой информацией.

Инвестиции с точки зрения капитальных вложений были определены еще в ПБУ 15/01 «Учет займов и кредитов и затрат по их обслуживанию», где впервые используется понятие инвестиционного актива, т.е. объекта имущества. Сейчас в российской учетной практике действует ПБУ 15/2008 «Учет расходов по займам и кредитам». Исследование экономической литературы показывает, что перевод термина «инвестиции» является словосочетанием «капитальные вложения», однако термин

«капиталовложения» означает только определенный вид инвестиций, а именно направленный на создание и воспроизводство основных средств.

В условиях рыночной экономики сущность инвестиции содержит в себе сочетание двух сторон инвестиционной деятельности: затрат ресурса и получения результата, т.е. инвестиции осуществляются с целью получения дохода как мотива инвестиционной деятельности.

3. Аудиторское заключение. Заинтересованные пользователи информации по данным бухгалтерской публичной отчетности формируют представление о масштабах и характере деятельности предприятия, поэтому их интересует общая картина деятельности, информация по операционным и географическим сегментам, они определяют финансовое состояние предприятия, его платежеспособность и т.д. Такая информация будет полезна только в том случае, если она составлена достоверно. Достичь полной правдивости составления бухгалтерской публичной отчетности в текущем режиме постоянных изменений в бухгалтерском и налоговом законодательстве достаточно трудно. Поэтому данные, предназначенные для представления в публичной отчетности, должны быть подвергнуты аудиту.

Как уже отмечалось, в современных рыночных условиях развития экономики затруднительно добиться стабильного успеха, если не будут четко и эффективно планироваться деятельность организации, не будет постоянно собираться и систематизироваться информация о состоянии целевых рынков, положении на них конкурентов и непременно о собственных перспективах и возможностях. Другими словами, если не будут проводиться мероприятия по стратегическому инвестиционному планированию и анализу деятельности организации. Необходимость оценки эффективности хозяйственной деятельности предприятия и прогноза его развития, основанного на тщательном комплексном анализе его предыдущей деятельности, актуализирует вопрос об стратегическом аудите.

Анализ современной экономической литературы не позволил выявить определения понятия «стратегический инвести-

онный аудит». Однако суть понятия можно раскрыть через семантику составляющих его слов. Стратегия – это детальный, все-сторонний, комплексный план, который разрабатывается высшим руководством, а реализуется всеми уровнями управления. Аудит – проверка достоверности бухгалтерской (финансовой) отчетности.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований («Методология и инструментарий управленческого учета, анализа и аудита инвестиционной деятельности коммерческой организации»), проект № 13-02-00235.*

#### Список литературы

1. Бандурин А.В., Чуб Б.А. Инвестиционная стратегия предприятия на региональном уровне. – М.: Финансы и статистика, 1996.
2. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов: пер. с англ. – 7-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2011.
3. Ковалев В.В., Ковалев Вит.В. Финансовая отчетность: Анализ финансовой отчетности. – М.: Проспект, 2004.
4. Стуков С.А. Как изучать бухгалтерский учет. – М.: Финансы и статистика, 1993.
5. Федеральный закон «О бухгалтерском учете» от 21.11.96 г. № 129-ФЗ (в редакции).

#### References

1. Bandurin A.V., Chub B.A. Investicionnaja strategija predprijatija na regionalnom urovne. M.: Finansy i statistika, 1996.
2. Damodaran A. Investicionnaja ocenka: Instrumenty i metody ocenki ljubyh aktivov: per. s angl. 7-e izd. M.: Alpina Publisher, 2011.
3. Kovalev V.V., Kovalev Vit.V. Finansovaja otchetnost: Analiz finansovoj otchetnosti. M.: Prospekt, 2004.
4. Stukov S.A. Kak izuchat buhgalterskij uchjot. M.: Finansy i statistika, 1993.
5. Federalnyj zakon «O buhgalterskom uchete» ot 21.11.96 g. no. 129-FZ (v redakcii).

#### Рецензенты:

Погорелова Е.В., д.э.н., профессор кафедры прикладного менеджмента, ФГБОУ ВПО «Самарский государственный экономический университет», г. Самара;

Жабин А.П., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента, ФГБОУ ВПО «Самарский государственный экономический университет», г. Самара.



УДК 338.486

## АНАЛИЗ РЕКРЕАЦИОННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА НАЛЬЧИК

**Кулюшина Н.Е., Лигидов Р.М.***ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,  
Нальчик, e-mail: ligidov75@mail.ru*

Рост разнообразия рекреационных потребностей и возможностей их удовлетворения, с одной стороны, и неосознанность своих потребностей, замещение личных, личностных потребностей стереотипами, – с другой, обуславливают актуальность формирования рекреационной культуры. Проблема формирования, воспитания рекреационной культуры во многом связана с преодолением противоречий между потребностями, присущими разным уровням иерархической организации общества (индивидуальному, групповому, общественному). В статье рассмотрены вопросы сущности, значимости и возможности развития рекреационных потребностей. Определены также цели и задачи региональной политики в области рекреации. В статье также представлены основные результаты исследования по выявлению рекреационных потребностей жителей г. Нальчика и обоснована необходимость развития рекреации, которая способствует широкому доступу к отдыху, оздоровлению, историко-культурному наследию, другим благам туризма.

**Ключевые слова:** рекреация, потребности, туризм, рекреационные потребности

## ANALYSIS OF RECREATIONAL NEEDS OF RESIDENTS OF NALCHIK

**Kulyushina N.E., Ligidov R.M.***Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: ligidov75@mail.ru*

Increase of variety of recreational needs and opportunities to meet them, on the one hand, unawareness of their needs, substitution of private, personal needs by primitive needs and stereotypes – on the other hand, cause the relevance of the formation of recreational culture. The problem of formation and education of recreational culture is largely connected with overcoming the contradictions between the demands of different levels of the hierarchical organization of society (individual, group, community). The article discusses the essence, significance and opportunities for development of recreational needs. The goals and objectives of the regional recreational policy are identified. The article also presents the results of research to identify the recreational needs of the residents of Nalchik and the necessity of development of recreation, which facilitates widespread access to leisure, recreation, historical and cultural heritage and other benefits of tourism.

**Keywords:** recreation, needs, tourism, recreational needs

Одним из приоритетных направлений развития экономики Кабардино-Балкарской Республики является туризм (и рекреация). Развитие туризма и рекреации в Кабардино-Балкарии рассматривается как одно из основных направлений формирования и реализации федеральных и региональных программ. Успешное решение этой задачи зависит от продвижения рекреационной территории [4; 5].

Кабардино-Балкария – это уникальный край, в котором имеются все необходимые ресурсы для развития туризма. Благоприятные природно-климатические условия, лечебно-бальнеологический потенциал, разнообразный ландшафт – все это дает возможности для развития активного, лечебного, реабилитационного, горнолыжного и других видов туризма. В республике определено 11 зон потенциальной рекреационной специализации, имеющих разный уровень развития. Это – горно-рекреационный комплекс «Приэльбрусье», санаторно-курортный комплекс «Нальчик», туристско-рекреационный комплекс «Джилы-Су», оздоровительно-лечебные комплексы «Аушигер», «Тамбукан», альпинистский ком-

плекс «Безенги», экскурсионно-туристские комплексы Чегемские водопады, «Голубые озера», «Долина нарзанов», археолого-туристские комплексы «Верхняя Балкария» и «Верхний Чегем» [1].

Для Кабардино-Балкарской Республики (КБР), как и для других регионов СКФО, стратегическое значение приобретает рациональное использование перечисленных выше рекреационных ресурсов [2].

В современных условиях требуется комплексное исследование рекреационных потребностей, удовлетворение которых является обязательным элементом потребления (рис. 1).

Потребности являются основным фактором, влияющим на создание любого вида деятельности, а их изучение способствует формированию привлекательного и конкурентоспособного продукта.

Рекреационные потребности определяются как потребности общества в восстановлении физических и психических сил, всестороннем развитии всех его членов. Многосложный процесс по удовлетворению рекреационных потребностей осуществляется в самом общем виде в следующих основных формах: оздоровительный



отдых, туризм, курортно-санаторное лечение. Рекреационные потребности населения – категория динамичная, подверженная влиянию многих факторов. Они зависят от территории проживания, уровня благосостояния, степени развития туристской инфраструктуры, уровня информированности населения, образования и пр. Один из важнейших вопросов **оценки** рекреационных потребностей – определение степени удовлетворения потребностей населения в рекреационных услугах на современном этапе экономического развития.

Поэтому важно изучать рекреационные потребности населения. Процесс изучения предполагает проведение тематических опросов населения с последующей обработкой данных. В качестве объекта изучения выбрана столица КБР – город Нальчик. Уровень социально-экономического развития республики отличается от других регионов страны в не лучшую сторону. Внутренний туризм может стать одной из отраслей, способных решить ряд социальных и экономических проблем. Однако для организации данной сферы и привлечения в регион инвестиций необходимо провести предварительные научные изыскания для конкретизации рекреационных предпочтений населения и выявлению совокупного потребительского спроса.

Надежность и достоверность результатов исследования обеспечена приме-

нением проверенных практикой теоретико-методологических принципов; научно обоснованной методикой сбора информации и ее интерпретацией; логикой построения выводов и т.д. Базовым эмпирическим методом является раздаточное анкетирование. На базе Кабардино-Балкарского государственного университета сотрудниками Института делового администрирования, маркетинга и туризма проводился опрос жителей г. Нальчик, направленный на определение их рекреационных потребностей (таблица).

По роду занятий доля студентов составила 12 человек (40%), работников обслуживающей сферы – 6 человек (20%), военнослужащих и работников правоохранительных органов – 4 человека (13,3%), работников сфер образования, науки и культуры – 6 человек (20%), пенсионеров – 2 человека (6,7%) (рис. 2).

По материальному достатку 2% респондентов отнесли себя к группе с высоким уровнем достатка, 54% – к группе со средним уровнем, 44% – к группе с низким уровнем (рис. 3).

Студенты как сегменты потребительского рынка характеризуются повышенной подвижностью в летний период, нетребовательностью к уровню комфорта, предпочтением активных форм рекреации и низкой покупательной способностью (рис. 4).

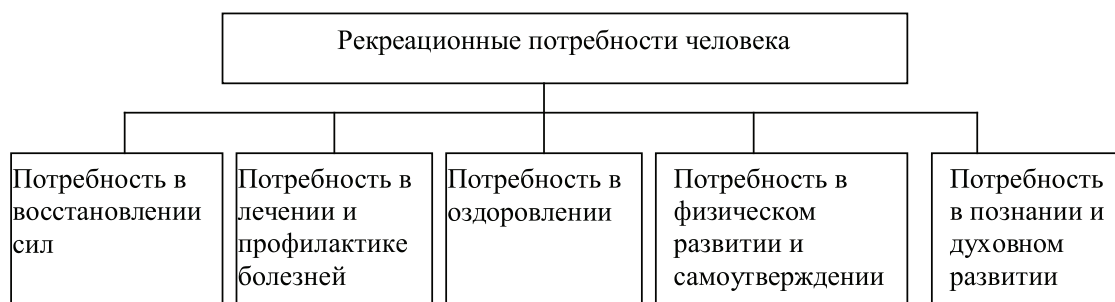


Рис. 1. Рекреационные потребности человека

Структура выборки

| Возраст, лет  | Мужчины | Женщины | Итого |
|---------------|---------|---------|-------|
| До 21 года    | 5       | 5       | 10    |
| 22–31 год     | 4       | 4       | 8     |
| 32–51 год     | 3       | 3       | 6     |
| 52–61 год     | 2       | 2       | 4     |
| Старше 62 лет | 1       | 1       | 2     |
| Итого         | 15      | 15      | 30    |

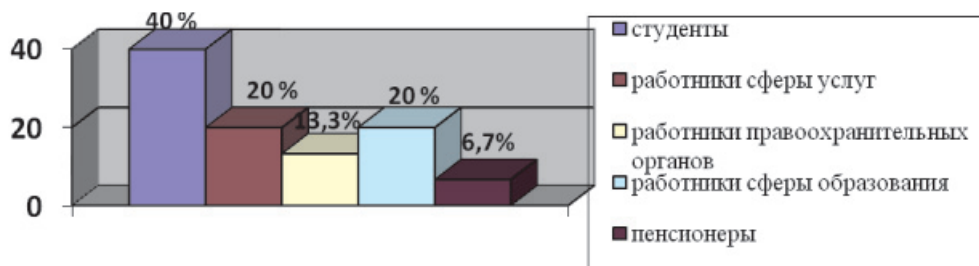


Рис. 2. Структура выборки по роду занятий, %

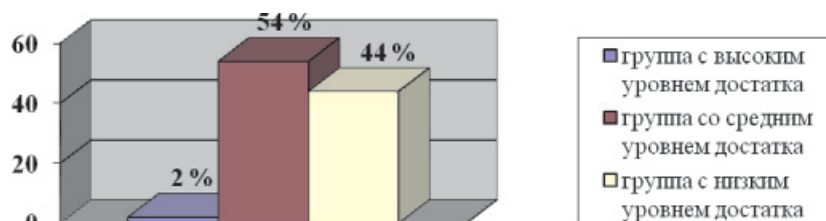


Рис. 3. Структура выборки по уровню достатка, %

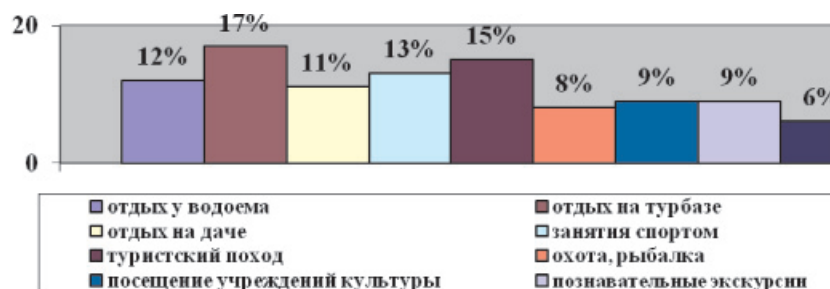


Рис. 4. Структура видов рекреации у студентов, %

Самой популярной формой рекреации является отдых на турбазе, туристский поход. Данные рекреации осуществляются в выходные и праздничные дни. Самые популярные виды краткосрочной рекреации – отдых у водоема, занятие спортом. Менее популярными являются охота и рыбалка.

Самыми популярными видами рекреации у работников сферы обслуживания являются отдых у водоема, отдых на даче и посещение учреждений культуры (рис. 5).

Это обусловлено доступностью данных видов отдыха, невысокой покупательской

способностью данной группы и тем, что основу группы составляют женщины. Менее популярными видами рекреации для них являются туристский поход, охота и рыбалка, а также занятия спортом. Группа военнослужащих и работников правоохранительных органов характеризуется повышенным интересом к активным формам рекреации в виде регулярных занятий спортом и периодическими выездами на охоту и рыбалку. Менее популярными видами рекреации для них являются туристский поход и посещение учреждений культуры (рис. 6).

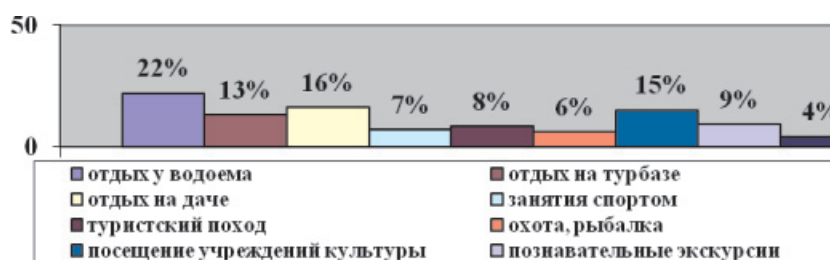


Рис. 5. Структура видов рекреации у работников сферы обслуживания, %

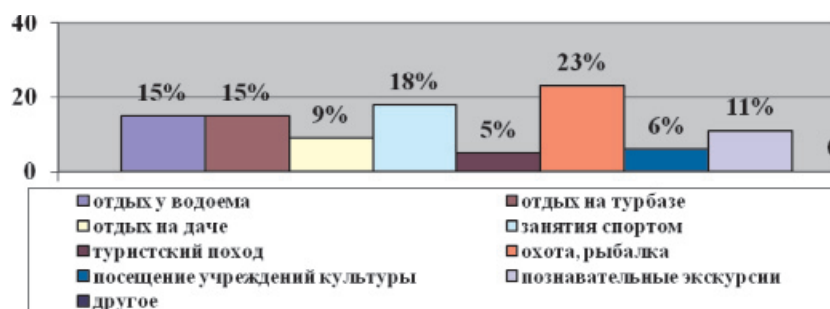


Рис. 6. Структура видов рекреации у военнослужащих и работников правоохранительных органов, %

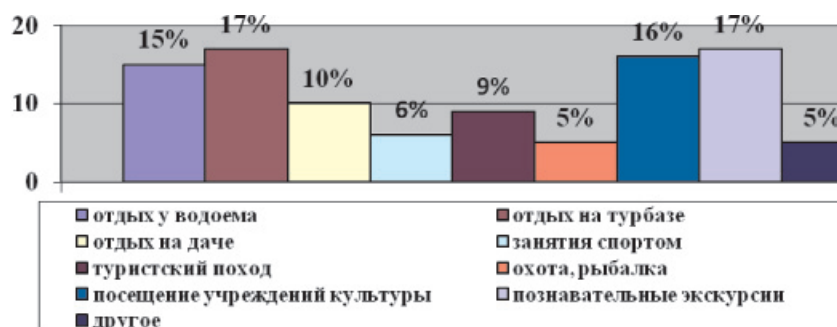


Рис. 7. Структура видов рекреации у работников образования, науки и культуры, %

Среди популярных видов рекреации, характерных и для других групп, у работников образования, науки, культуры пользуются спросом познавательные экскурсии, посещение учреждений культуры. Это обу-

словлено высоким уровнем образованности группы и преобладанием женщин. Непопулярными видами рекреации являются занятия спортом, охота и рыбалка, туристский поход (рис. 7).

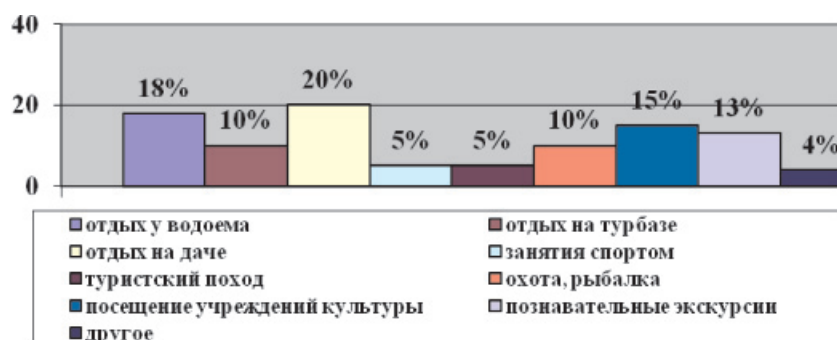


Рис. 8. Структура видов рекреации у людей пенсионного возраста, %



Рис. 9. Достоинства отдыха в КБР, %

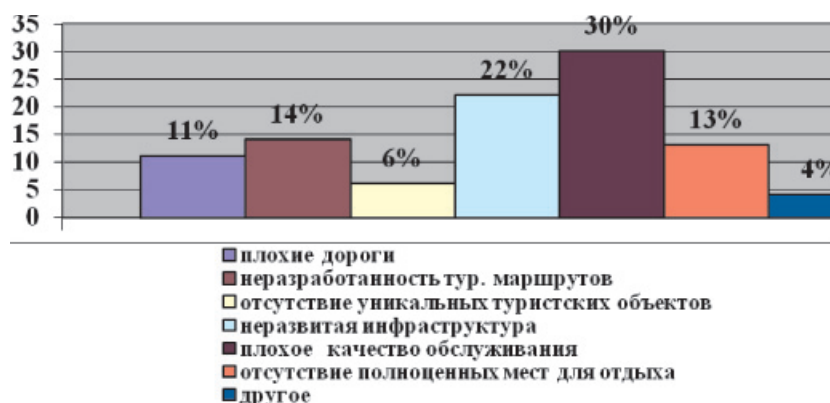


Рис. 10. Недостатки отдыха в КБР, %

Сегмент людей пенсионного возраста характеризуется дифференциацией по уровню дохода внутри группы, большим объемом свободного времени, которое они тратят на отдых на даче и возле водоемов. Менее популярными среди данной группы являются активные формы рекреации: туристский поход, занятия спортом и отдых на турбазе (рис. 8).

Респонденты в своих ответах отметили ряд достоинств и недостатков отдыха в республике, которые представлены на рис. 9 и 10.

К достоинствам отнесли: богатые природные ресурсы, наличие минеральных источников, хорошее экологическое состояние региона.

Среди недостатков отдыха в Кабардино-Балкарской республике большинство жителей отметили плохое качество обслуживания, неразвитую инфраструктуру отдыха, неразработанность туристских маршрутов. Данные проблемы, наряду с отсутствием безопасности отдыха в регионе, препятствуют развитию туризма и рекреации. Решение проблем невозможно без вмешательства Правительства КБР и привлечения дополнительных инвестиций.

Таким образом, следует отметить, что анализ информации, касающейся рекреационных потребностей, должен стать основой для выбора правильной ориентации развития туристско-рекреационных комплексов в регионе. Реальные и релевантные данные об изменении потребностей в сфере рекреации необходимы для выявления тенденций развития и роста туристско-рекреационных комплексов.

#### Список литературы

1. Государственная программа Кабардино-Балкарской Республики «Развитие туристско-рекреационного комплекса Кабардино-Балкарской Республики» на 2013–2020 годы,

утвержденная постановлением Правительства КБР от 12 ноября 2014 г. № 261-ПП.

2. Лигидов Р.М., Таппасханова Е.О., Мустафаева З.А., Кудашева М.З. Инновационное развитие туристско-рекреационного комплекса региона // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 201.

3. Лигидов Р.М., Кулюшина Н.Е. Возможности государственной поддержки развития социального туризма в Кабардино-Балкарской Республике // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.

4. Стратегия развития Кабардино-Балкарской Республики до 2030 года. – Нальчик: КБНЦ РАН, 2010. – 134 с.

5. Таппасханова Е.О., Мустафаева З.А., Лигидов Р.М. Туристско-рекреационная территория: проблемы продвижения // Модернизация национальной экономики: проблемы и решения. – М., 2014. – С. 233–252.

#### References

1. Gosudarstvennaya programma Kabardino-Balkarskoy Respubliki «Razvitie turistsko-rekreatsionnogo kompleksa Kabardino-Balkarskoy Respubliki» na 2013–2020 gody, utverzhdenaya postanovleniem Pravitelstva KBR ot 12 noyabrya 2014 g. no. 261-PP.

2. Ligidov R.M., Tappaskhanova E.O., Mustafaeva Z.A., Kudashova M.Z. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. no. 4. pp. 201.

3. Ligidov R.M., Kulyushina N.E. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. no. 1.

4. Strategiya razvitiya Kabardino-Balkarskoy Respubliki do 2030 goda. Nalchik: KBNTS RAN, 2010. 134 p.

5. Tappaskhanova E.O., Mustafaeva Z.A., Ligidov R.M. Modernizatsiya natsionalnoy ekonomiki: problemy i resheniya. M.: OOO «EKTS Professor», 2014. pp. 233–252.

#### Рецензенты:

Мустафаева З.А., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик;

Нагоев А.Б., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

УДК 332.122(470.314)

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Лускатова О.В., Шебанкова Е.С.

*Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,  
Владимир, e-mail: oluskatova@mail.ru, vkfinmen@yandex.ru*

В статье дано авторское уточнение понятия «социальная инфраструктура», выполнено ранжирование территории региона по показателям социальной, экономической и финансовой сфер, которое является базовым при разработке модели оценки потенциала устойчивого развития территории региона. На современном этапе региону важно определить уровень развития территории, найти точки экономического роста с целью эффективного сбалансированного функционирования. Поскольку районы региона разнятся между собой по уровню развития, то при определении полноценных возможностей и их реализации возможно получить конкурентное преимущество для выхода на траекторию устойчивого развития. Предложенное ранжирование территории региона позволяет оценить потенциал рационального использования экономического пространства региона с целью выделения достаточно устойчивых и перспективных в плане социально-экономического развития территории районов.

**Ключевые слова:** социальная инфраструктура, территориальная единица, ранжирование, потенциал устойчивого развития региона

## ECONOMIC DIVISION OF THE VLADIMIR REGION INTO DISTRICTS AS A TOOL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION

Luskatova O.V., Shebankova E.S.

*Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs,  
Vladimir, e-mail: oluskatova@mail.ru, vkfinmen@yandex.ru*

In the article the author's specification of the concept «social infrastructure» is given, ranking of the territory of the region due to indicators of the social, economic and financial sphere which is basic when developing a model of an assessment of potential of a sustainable development of the region's territory is executed. At the present stage it is important for the region to define a territory level of development, to find points of economic growth for the purpose of the effective balanced functioning. Since the areas of the region differ from each other in terms of development level, determining the full capabilities and their implementation may gain a competitive advantage for entering the path of sustainable development. The proposed ranking of the region allows to evaluate the potential of sustainable usage of the region's economic space in order to allocate stable and perspective territories in terms of socio-economic development.

**Keywords:** social infrastructure, territorial unit, ranking, the potential of the sustainable development of the region

Процесс перехода к инновационному социально ориентированному типу экономического развития территории основывается на территориальном разделении труда, который выступает как один из важнейших элементов районирования. Основной стратегической целью социального развития региона выступает формирование пространства гармоничного развития путем сохранения и создания условий для успешного развития человеческого потенциала на основе повышения уровня и качества жизни населения, а также формирования комфортной среды для проживания и эффективной экономики. Процесс районирования предполагает два подхода к формированию – с одной стороны, специализация территории и, с другой, степень развития экономических связей между специализирующимися территориями [2].

Потенциал устойчивого развития региона связан с планомерным развитием производственных сил и общественных отноше-

ний, обеспечением условий для духовной и социальной самореализации человеческих возможностей, которые обеспечиваются путем экономической и социальной стабильности региона, а также рационального использования окружающей среды без ущерба для будущих поколений [4]. В этой связи актуальность темы обусловлена не только рассмотрением исторически сложившегося разделения территории, но и в целях выделения достаточно устойчивых и перспективных в плане социально-экономического развития территорий.

По нашему мнению, при характеристике обеспеченности социальной инфраструктуры недостаточно ограничиться констатацией состава объектов, учреждений, организаций, деятельность которых направлена на создание условий для эффективного функционирования территории города, области, страны. Наиболее важной, на наш взгляд, становится доля этих материально-вещественных объектов по отношению



к численности жителей на определенной территории для эффективного удовлетворения потребностей общества, что способствует повышению развития человеческого потенциала и, следовательно, общества в целом.

Используя различные подходы к трактовке понятия и сущности социальной инфраструктуры, можно подчеркнуть, что социальная инфраструктура – это устойчивая совокупность вещественных элементов социального субъекта, обеспечивающих условия эффективной жизнедеятельности человека не только на производстве, но и во всех основных сферах общества на территории региона, в частности – трудовой, материально-бытовой, образовательно-культурной, социально-оздоровительной, общественно-политической, социально-экономической. При этом потенциал развития характеризуется пространственными особенностями функционирования социальной инфраструктуры. Поэтому важно определить территории, способные удовлетворить качественное развитие индивида.

Теоретические обоснования экономического районирования и связанного с ним формирования региональных хозяйственных комплексов получили наибольшее развитие в работах отечественного исследователя Н.Н. Колосовского. Основные положения концепции экономического районирования Н.Н. Колосовского сводятся к следующему [3]:

1. Вся территория страны делится на экономические районы, образованные по производственным признакам и представляющие в своей совокупности законченную систему региональных сочетаний производственных сил.

2. Каждый экономический район является всесторонне развитой в экономическом отношении территорией, объединяющей природные ресурсы, производственный аппарат, население с его трудовыми навыками, транспортные коммуникации и другие материальные ценности наиболее выгодным образом в виде производственно-территориального сочетания (ПТС).

3. Основная экономическая задача функционирования каждого ПТС заключается в выполнении плановых заданий союзного значения с учетом географического положения района, транспортных условий, выгодности эксплуатации ресурсного сырья, энергии, труда, а также решения оборонных задач.

4. Выполнение основной экономической задачи приводит к специализации каждого экономического района на тех отраслях производства, какие в нем могут быть

развиты наиболее полно и выгодно, включая все необходимые промышленные, энергетические и транспортные звенья.

5. Для каждого экономического района устанавливаются три категории производств – районного значения (продукция потребляется внутри экономического района), межрайонного значения (для группы экономических районов), общесоюзного значения – и наилучшие зоны сбыта.

Следует заметить, что понятие «экономический район» является основным элементом территориальной структуры. По нашему мнению, «экономический район» выделяется специализацией в территориальном разделении труда, имеет присущую только ему структуру хозяйства, получившую развитие на основе специфического для данной территории сочетания природных ресурсов и социально-экономических предпосылок.

«Принципиальным моментом определения экономического района является комплексный подход к учету всех факторов и предпосылок, способствующих выделению его в равноправную территориальную единицу» [1].

Особенностью построения территориальных точек экономического роста выступает оценка уровня социально-экономического развития территории, базирующаяся на анализе системы индикаторов, расчете интегрального показателя и построении рейтинга по блокам индикаторов муниципальных районов. Так, применение комплексной оценки направлено на более дифференцированное изучение возможности региона. Комплексная оценка позволяет провести ранжирование территорий региона с целью выявления наиболее передовых и отстающих.

Для расчета будем использовать три основных блока: экономический, финансовый и социальный. Соответственно по каждому блоку проведем вычисление интегрального показателя.

Для этого предложим ввести двухуровневую модель оценки. На первом уровне определяется влияние весового коэффициента по каждому блоку индикаторов на интегральный показатель по следующей формуле:

$$K_j = \frac{W_i P_i}{6} + 0,2, \quad (1)$$

где  $K_j$  – интегральный показатель  $j$ -й территории по блокам индикаторов (при этом введем следующие обозначения:  $K_1$  – интегральное значение коэффициентов, характеризующих состояние экономики;  $K_2$  – интегральное значение коэффициентов,

характеризующих финансовую сферу региона;  $K_3$  – интегральное значение коэффициентов, характеризующих социальную сферу региона);  $P_i$  – относительное отклонение  $i$ -го индикатора территории от среднеобластного значения;  $W_i$  – значение весового коэффициента  $i$ -го индикатора; 6 и 0,2 – постоянные коэффициенты для приведения интегрального показателя в диапазон от 0 до 1.

На втором уровне проводится расчет относительного отклонения индикаторов от среднеобластного по формулам

$$P_i = \frac{X_i}{X_{\text{ср}i}} - 1; \quad (2)$$

$$P_i = 1 - \frac{X_i}{X_{\text{ср}i}}, \quad (3)$$

где  $P_i$  – относительное отклонение  $i$ -го индикатора территории от среднеобластного;  $X_i$  – значение  $i$ -го индикатора территории;  $X_{\text{ср}i}$  – среднее значение  $i$ -го индикатора по области.

Расчет общего интегрального показателя по каждой территории следующий:

$$K_{\text{об}j} = K_{1,2} + K_3. \quad (4)$$

Среднеобластной интегральный показатель рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_{\text{об}j}}{n}, \quad (5)$$

где  $K_{\text{ср}}$  – среднеобластной интегральный показатель;  $K_{\text{об}j}$  – общий интегральный показатель  $j$ -й территории.

Используя основные статистические данные и на основании приведенной методики расчета интегрального показателя проведен расчет по каждому району Владимирской области. Далее определен общий рейтинг муниципального образования региона, кроме ЗАТО г. Радужный, из-за отсутствия данных, и проведено ранжирование территории, получившиеся данные приведены в таблице.

Полученные данные свидетельствуют о лидирующих позициях г. Владимира, Ковровского и Гороховецкого районов, но при этом хотелось бы отметить однородность получившихся данных. Для территории Владимирской области характерно неравномерное размещение производств, которые влияют на экономический рост и развитие территории. В рамках региональных программ развития необходимо определить возможность укрупнения территории для создания центров экономического пространства с целью эффективного использования, что в свою очередь приведет к концентрации предприятий и формированию полюсов экономического роста. В районах, которые будут признаны «перспективными», упор должен делаться на стимулирование производства, бизнеса, создание

Ранжирование территории Владимирской области по блокам индикаторов по итогам 2013 года

| № п/п | Муниципальный район | Экономические индикаторы          |         | Финансовые индикаторы             |         | Социальные индикаторы             |         | Общий интегральный показатель | Рейтинг |
|-------|---------------------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
|       |                     | Значение интегрального показателя | Рейтинг | Значение интегрального показателя | Рейтинг | Значение интегрального показателя | Рейтинг |                               |         |
| 1     | г. Владимир         | 1,28                              | 1       | 0,63                              | 7       | 0,81                              | 1       | 2,72                          | 1       |
| 2     | Ковровский          | 1,02                              | 3       | 0,70                              | 4       | 0,81                              | 1       | 2,53                          | 2       |
| 3     | Гороховецкий        | 1,02                              | 2       | 0,63                              | 7       | 0,81                              | 1       | 2,46                          | 3       |
| 4     | Вязниковский        | 0,81                              | 6       | 0,80                              | 2       | 0,81                              | 1       | 2,42                          | 4       |
| 5     | Собинский           | 0,80                              | 7       | 0,82                              | 1       | 0,80                              | 2       | 2,42                          | 4       |
| 6     | Суздальский         | 0,82                              | 5       | 0,79                              | 3       | 0,80                              | 2       | 2,41                          | 5       |
| 7     | Александровский     | 0,82                              | 5       | 0,69                              | 5       | 0,81                              | 1       | 2,32                          | 6       |
| 8     | Муромский           | 0,82                              | 5       | 0,69                              | 5       | 0,79                              | 3       | 2,30                          | 7       |
| 9     | Петушинский         | 0,81                              | 6       | 0,66                              | 6       | 0,81                              | 1       | 2,28                          | 8       |
| 10    | Киржачский          | 0,81                              | 6       | 0,62                              | 8       | 0,81                              | 1       | 2,24                          | 9       |
| 11    | Гусь-Хрустальный    | 0,83                              | 4       | 0,60                              | 10      | 0,81                              | 1       | 2,24                          | 9       |
| 12    | Камешковский        | 0,80                              | 7       | 0,61                              | 9       | 0,80                              | 2       | 2,21                          | 10      |
| 13    | Юрьев-Польский      | 0,79                              | 8       | 0,60                              | 10      | 0,78                              | 4       | 2,17                          | 11      |
| 14    | Кольчугинский       | 0,73                              | 9       | 0,63                              | 7       | 0,80                              | 2       | 2,16                          | 12      |
| 15    | Мелинковский        | 0,68                              | 10      | 0,58                              | 11      | 0,80                              | 2       | 2,06                          | 13      |
| 16    | Судогодский         | 0,66                              | 11      | 0,57                              | 12      | 0,81                              | 1       | 2,04                          | 14      |
| 17    | Селивановский       | 0,65                              | 12      | 0,60                              | 10      | 0,78                              | 4       | 2,03                          | 15      |

условий для притока инвестиций что в конечном счете приведет к бездефицитному бюджету. А в тех муниципальных районах, в которых нет сильных сторон для определенных видов деятельности, необходимо сохранение их историко-культурного наследия, а также укрепление института местного самоуправления.

Одним из приоритетов для развития экономики региона становится формирование новых форм пространственной организации производств в границах района или муниципалитета как одного из факторов территориально-производственного саморазвития. При этом необходимо учитывать уже сложившуюся специфику производств на территории региона, их территориальные особенности размещения. Что касается экономики Владимирской области, то одним из перспективных направлений остается отрасль специализации, продукция которой не вывозится за пределы региона, но притягивает к себе потребителя. Развитие рекреационных услуг поможет привлечь в регион большое количество отдыхающих из других регионов и стран. Также новым толчком в развитии экономики региона может стать создание бизнес-территорий, таких как технопарки, промышленные и индустриальные парки, транспортно-логистические центры, специализированные торгово-складские зоны. В рамках региона возможно создание нескольких таких бизнес-территорий. Все они приносят ощутимый вклад в развитие муниципальной экономики посредством развития предпринимательства, расширения и совершенствования инфраструктуры, повышения занятости и уровня жизни населения, активизации инвестиционных процессов, увеличения налогооблагаемой базы и повышения доходов населения. Террито-

риальная расположенность Владимирской области является конкурентным преимуществом по отношению к другим регионам для создания бизнес-территорий.

#### Список литературы

1. Видяпин В.И., Степанов М.В. Региональная экономика. – М.: ИНФРА-М, 2007.
2. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики. – М., 2001.
3. Колоссовский Н.Н. Теория экономического районирования. – М.: Мысль, 1969.
4. Татаркин А.И. «Приоритеты социально-экономического развития регионов: вопросы теории, методологии, практики». – Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2000.
5. Сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Владимирской области <http://vladimirstat.gks.ru>.

#### References

1. Vidjapin V.I., Stepanov M.V. «Regionalnaja jekonomika». M.: INFRA-M, 2007.
2. Granberg A.G. Osnovy regionalnoj jekonomiki. M., 2001.
3. Kolossovskij N.N. Teorija jekonomicheskogo rajonirovaniya., M.: Mysl, 1969.
4. Tatarkin A.I. «Prioritety socialno-jekonomicheskogo razvitija regionov: voprosy teorii, metodologii, praktiki». Ekaterinburg, IJe UrO RAN, 2000.
5. Sajt Territorialnogo organa Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Vladimirskoj oblasti <http://vladimirstat.gks.ru>.

#### Рецензенты:

Гойхер О.Л., д.э.н., профессор кафедры «Экономика и стратегическое управление», ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир;

Дмитриев Ю.А., д.э.н., профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг», ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир.

УДК [332.334.2:728]:347.451.6(035.3)

## РАЗВИТИЕ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЫНКА АУКЦИОННЫХ ПРОДАЖ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Люлькина Н.М.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,  
Пенза, e-mail: natalie53@yandex.ru

В условиях ограниченности земельных участков современный земельный рынок требует освоения новых территорий. Вовлечение новых территорий в сегмент жилищного строительства позволяет значительному количеству граждан улучшить свои жилищные условия, а также увеличить поступления в бюджет на государственном и муниципальном уровне. Тенденция увеличения населения города диктует необходимость сокращения объемов нового строительства путем уплотнения существующей застройки. Земельные участки, предназначенные для жилищного строительства, активно формируются на окраинах города, охватывая новые пространства, позволяя развивать неосвоенные территории. Согласно существующему земельному законодательству, предоставление земельных участков для жилищного строительства, государственная собственность на которые не разграничена, гражданам и юридическим лицам происходит исключительно на торгах. Однако экономический механизм реализации земельных участков при помощи аукционов представляет собой сложный процесс. Хотя продажа земельных участков всегда осуществляется по рыночной стоимости, существует ряд факторов, влияющих на вероятность продажи земельного участка, не учитываемых при расчете рыночной стоимости.

**Ключевые слова:** земельный участок, аукцион, муниципалитет, земельное законодательство

## DEVELOPMENT OF THE MUNICIPAL MARKET AUCTION SALE LAND FOR HOUSING

Lyulkina N.M.

VPO «Penza State University of Architecture and Construction», Penza, e-mail: natalie53@yandex.ru

With limited land a modern land market requires the development of new territories. The involvement of new territories in the segment of housing construction allows a significant number of people to improve their living conditions, as well as increase revenue at the state and municipal level. The trend of increasing the city's population dictates the need to reduce the volume of new construction by compacting the existing buildings. Land designated for residential construction, actively formed on the outskirts of the city, covering new areas, allowing to develop the undeveloped territory. According to the existing land legislation, the provision of land for housing construction, state ownership is not differentiated, individuals and legal entities takes place exclusively at auction. However, the economic mechanism of realization of land by means of auctions is a complex process. Although the sale of land is always carried out at market value, there are several factors that affect the likelihood of a sale of land is not included in the calculation of market value.

**Keywords:** land, auction, municipality, land laws

На современном этапе развития земельного рынка в России особую актуальность имеют аукционные продажи земельных участков как способ приобретения земель для жилищного строительства. Муниципалитеты осуществляют оформление и подготовку к аукционам земельных участков для жилищного строительства с целью улучшения жилищных условий граждан и расширения городских территорий, а также привлечения в государственный и муниципальный бюджеты дополнительных доходов.

В связи с этим исследование муниципального рынка аукционных продаж земельных участков для жилищного строительства приобретает особую значимость. При правильном функционировании механизма подготовки и реализации земельных участков при помощи аукционов может значительно увеличиться доходность бюджетов в части продаж земельных

участков, а также это поможет решить жилищную проблему в России.

Важнейшим элементом земельного рынка РФ является сегмент муниципального земельного рынка, который оказывает значительное влияние на всю экономику России и особенно на развитие жилищного строительства [5]. В связи с этим выявление особенностей развития рынка аукционных продаж земельных участков, предназначенных для жилищного строительства, является важным элементом исследования указанного сегмента земельного рынка.

В качестве первой тенденции на уровне РФ можно выделить увеличение площади земель населенных пунктов, находящихся в собственности муниципалитетов (с 2006 г. по 2013 г. с 10,9 тыс. га до 408,7 тыс. га). В качестве второй тенденции на уровне РФ можно отметить, что среди земель, приобретаемых гражданами и юридическими



лицами из муниципальной собственности, второе место занимают земельные участки для индивидуального жилищного строительства (43 % от всех городских земель, находящихся в частной собственности на 2013 г.) после земель сельскохозяйственного использования (50 %). В качестве следующей тенденции на уровне РФ можно отметить активный рост общего количества сделок с земельными участками по результатам торгов [3]. По состоянию на 01.01.2006 доля сделок с государственными и муниципальными землями в общем количестве сделок с земельными участками по РФ составила 12,38 %, а на 01.01.2013 указанный показатель составил 13,49 % [1]. В рассмотренном временном интервале наблюдается рост количества сделок с земельными участками, находящимися в государственной и муниципальной собственности, совершенных по результатам торгов (по состоянию на 01.01.2006 – 4 644 сделок (3 774 га), по состоянию на 01.01.2013 – 34 706 сделок (86 918,26 га), т.е. увеличение более чем в семь раз по количеству сделок).

Формирование и процесс функционирования любого локального сегмента рынка земельных участков, предназначенных для жилищного строительства, происходит под влиянием спроса и предложения. Их следует рассматривать как множественные подсистемы:  $\sum S_i$ ;  $\sum P_i$ .

По способу реализации земельных участков (SR) можно выделить два вида продаж прав на земельные участки: аукцион ( $SR_a$ ) и прямая продажа ( $SR_{пр}$ ). Продажа земельных участков, собственность на которые не разграничена и права на которые не принадлежат третьим лицам, осуществляется при помощи аукционов. Прямая продажа осуществляется при неограниченном количестве продавцов и покупателей на вторичном рынке между физическими и юридическими лицами [6].

Модель предусматривает многокритериальный подход к социально-экономической эффективности такого типа рынка. При этом предлагается в качестве основных критериев выделить следующие:  $K_1$  – критерий экономической эффективности – прибыль продавца, степень удовлетворения потребителя и т.д.;  $K_2$  – критерий социальной эффективности – возможность улучшения семьями жилищных условий;  $K_3$  – критерий экономической надежности сделок – качество законодательства, контроль коррупции и т.д.;  $K_4$  – критерий оперативности сделок – удовлетворение потребителя быстротой проведения сделки.

Инфраструктурная подсистема рынка ( $I_k$ ) также включена в модель в качестве от-

дельной подсистемы. Она включает в себя как государственные, муниципальные органы содействия [4], так и частные компании, осуществляющие подготовку документации в части оформления прав на земельные участки.

В наиболее общем виде модель территориального земельного рынка  $S_{mn}$  предлагается структурировать в виде целевой функции:

$$S_{mn} = f(\sum S_i; \sum P_i; N; SR; I_k; \sum T_i; \sum W_i) \rightarrow (K_1^{\max}; K_2^{\max}; K_3^{\max}; K_4^{\max}), \quad (1)$$

где  $S_{mn}$  – локальный сегмент территориального рынка земельных участков для жилищного строительства;  $K_1, K_2, K_3, K_4$  – критериальное поле эффективности функционирования  $S_{mn}$  как множественная подсистема из четырех единиц по эффективности, надежности и оперативности;  $I_k$  – инфраструктурная подсистема рынка, которая рассматривается в качестве множественных элементов, обеспечивающих сделки купли-продажи (государственная регистрация сделок, межевание, нотариат, оценка, страхование, риэлтерская деятельность, кадастровый учет и пр.);  $SR$  – способ реализации земельных участков на  $S_{mn}$  (аукционные продажи –  $SR_a$ ; прямые продажи –  $SR_{пр}$ );  $\sum P_i$  – предложение земельных участков на территориальных рынках  $S_{mn}$  и основные факторы влияния ( $\Phi_p$ ). К существенным факторам влияния на предложение  $\Phi_p$  следует отнести:  $\Phi_{p1}$  – стоимость оформления прав на земельный участок;  $\Phi_{p2}$  – количество продавцов;  $\Phi_{p3}$  – программно-целевой подход к развитию территории на основании генеральных планов, правил землепользования и застройки, федеральных, региональных и муниципальных программ развития территории и пр.;  $\sum S_i$  – спрос на земельные участки на территориальных рынках  $S_{mn}$  и основные факторы влияния ( $\Phi_s$ ). К существенным факторам влияния на спрос  $\Phi_s$  следует отнести:  $\Phi_{s1}$  – цена на земельный участок;  $\Phi_{s2}$  – законодательная база;  $\Phi_{s3}$  – население территориального образования, в котором находится локальный сегмент рынка земельных участков (доходы населения, количество населения, средний возраст населения и т.д.);  $\Phi_{s4}$  – условия кредитования населения в связи с приобретением земельных участков;  $\Phi_{s5}$  – фактор сезонности;  $N$  – назначение земельного участка, которое может быть вариантно [2] (индивидуальное жилищное строительство, комплексное жилищное строительство и пр.);  $\sum T_i$  – территориальные рынки земельных участков для



жилищного строительства, которые представляют собой совокупность взаимодействующих подсистем спроса, предложения, способов реализации земельного участка, назначения, критериального поля и инфраструктуры;  $\sum W_i$  – внешняя среда макроуровня для  $S_{ин}$ , которая включает в себя различные подсистемы влияния: уровень инфляции, правовое поле, политическая стабильность и т.д.

Под моделью *территориального рынка земельных участков, предназначенных для жилищного строительства*, следует понимать совокупность взаимодействующих подсистем спроса и предложения с учетом основных факторов влияния, способа реализации и назначения земельного участка в рамках внутренней и внешней среды, а также инфраструктурных подсистем обеспечения сделок купли-продажи и критериального поля социально-экономической эффективности, надежности и оперативности на территориальном уровне.

Следует отметить многогранность и многовариантность данной модели, которая показывает сложность функционирования рынка земельных участков. Для дальнейших исследований в настоящей диссертационной работе осуществлено ограничение области анализа. При этом сегмент земельного рынка S1.1 (земельные участки, находящиеся в муниципальной собственности, предназначенные для индивидуального жилищного строительства) предлагается к дальнейшему более подробному исследованию.

Проведенные исследования в области муниципального управления аукционными продажами земельных участков, а также теории аукционов позволили осуществить моделирование и прогнозирование зависимостей прироста стоимости начальной аукционной цены для условий муниципалитетов.

В период с 01.01.2013 по 01.04.2014, согласно данным официального сайта Российской Федерации для размещения информации о проведении торгов, размещена информация о том, что было проведено открытых аукционов по продаже земельных участков 3650, из них несостоявшихся в связи с отсутствием участников – 1520 (42%), несостоявшихся в связи с участием в аукционе менее двух участников – 1406 (39%), состоявшихся аукционов – 565 (15%), около 30% из которых не имеют прироста аукционной цены по сравнению с начальной стоимостью лота.

Из 565 проданных при помощи аукционов земельных участков для индивидуального жилищного строительства

(земельные участки с назначением «для индивидуального жилищного строительства (ИЖС) и для блокированного жилищного строительства (БЖС)» 39% составляют земельные участки, проданные на аукционе с 2 участниками, 26% – с 3 участниками, 17% – с 4 участниками, 11% – с 5–6 участниками, 7% – с количеством участников аукциона 7 и более.

Моделирование прироста начальной аукционной цены земельного участка возможно только при условии равной заинтересованности сторон в приобретении объекта. Поэтому из 565 земельных участков была отобрана совокупность земельных участков, по которым произошло повышение начальной цены. Итоговую выборку формируют 160 объектов (40 объектов в 1 группе и по 30 в оставшихся группах).

Рассмотрим зависимость вероятности продажи земельного участка на аукционе от даты проведения аукциона. Для этого воспользуемся общероссийскими данными официального сайта Российской Федерации для размещения информации о проведении торгов. Наибольшее количество выставленных земельных участков наблюдается в мае, июле и декабре 2013 г., однако наибольший процент проданных участков наблюдается неизменно в первом квартале (кроме января 2013, когда указанный электронный ресурс был законодательно признан обязательным для размещения информации о проведении торгов и участники процесса еще не были знакомы с работой данного ресурса).

В выборке из 160 объектов произведена поквартальная классификация по дате продажи земельных участков для жилищного строительства при помощи аукционов. Наибольшее количество сделок в выбранной совокупности происходит во 2 квартале (39%), в первом квартале наблюдается снижение до 23%, а в третьем и четвертом – округленно по 19%. Произведена группировка земельных участков в выборке по площади проданных земельных участков. Выделены 4 группы земельных участков, из которых наибольшее количество продаж в группе объектов площадью 1001–1500 м<sup>2</sup> (40% от общего количества проданных земельных участков) (рис. 1).

Наиболее активно продажи земельных участков для индивидуального жилищного строительства осуществляются в диапазоне площади от 601 до 1500 м<sup>2</sup>.

При группировке объектов внутри выборки по количеству совершенных шагов аукциона выделено 6 групп объектов. Наибольшее количество земельных участков находится в группе «1–3 шага» (24% от общего количества).

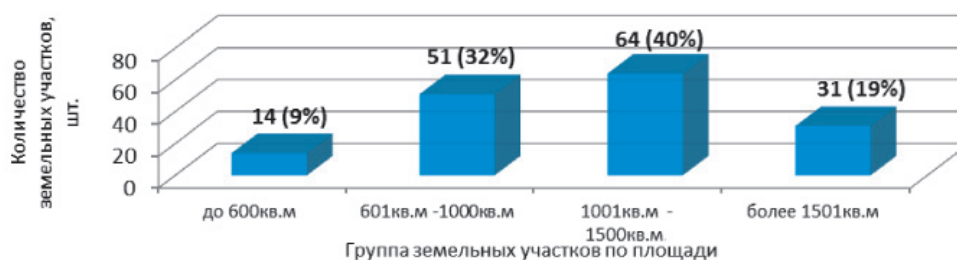


Рис. 1. Анализ структуры земельных участков в зависимости от площади

На основании группировки земельных участков внутри выборки по количеству совершенных шагов аукциона в каждой из шести групп рассчитано среднее количество участников аукциона.

Наблюдается явная закономерность распределения количества участников аукциона по группам земельных участков: чем больше заявителей приняло участие в аукционе, тем больше шагов совершено при торге. Подобную зависимость описывает и теорема об одинаковой доходности в теории аукционов.

Наиболее показательным элементом эффективности проведения аукционов является увеличение начальной аукционной цены земельного участка. Под *приростом начальной аукционной цены* земельного участка понимается отношение разницы аукционной цены земельного участка и его начальной цены к начальной цене земельного участка, выраженное в процентах:

$$\Pi = \frac{АЦ - НЦ}{НЦ} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $\Pi$  – прирост начальной аукционной цены земельного участка, %; АЦ – аукционная цена земельного участка (цена продажи земельного участка на аукционе), руб.; НЦ – начальная цена земельного участка, руб.

Согласно проведенным исследованиям, значение прироста начальной аукционной цены возрастает с увеличением количества

участников аукциона. Для математического формирования зависимости был выявлен фактор увеличения цены, являющийся безразмерной величиной:

$$z = \left( \frac{1}{e} \right)^x, \quad (3)$$

где  $x$  – порядковый номер группы, зависящий от числа участников;  $e$  – математическая константа.

Прирост начальной аукционной цены (в процентах) можно выразить следующей формулой, которая представляет собой математическую модель прироста начальной аукционной цены:

$$\Pi = \frac{(ez(e+z) + (\ln(1+z))^z)}{100} \cdot 100 \%. \quad (4)$$

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что меры по увеличению количества участников аукциона приведут к увеличению прироста аукционной стоимости, что повлечет увеличение прибыли муниципалитетов (рис. 2). Для этого предлагается ряд мероприятий по увеличению количества участников аукциона:

1) проведение активной маркетинговой политики со стороны органов муниципальной власти с целью информирования населения о проведении земельных аукционов при помощи средств массовой информации и информационно-телекоммуникационной сети Интернет;

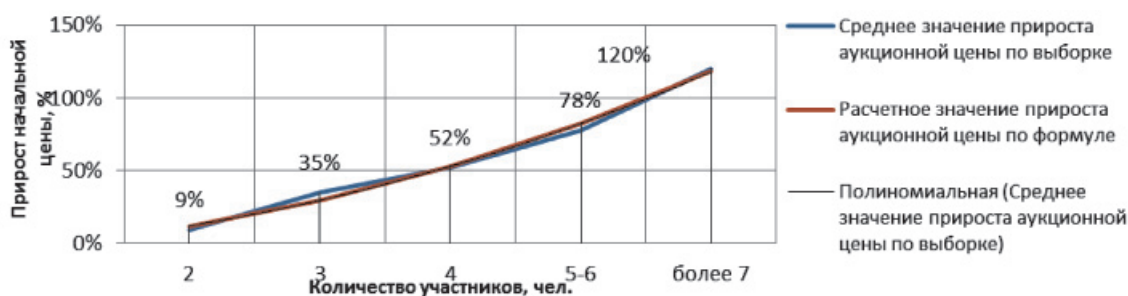


Рис. 2. Анализ изменения прироста аукционной цены земельных участков в зависимости от количества участников

2) исследование органами муниципальной власти особенностей спроса на земельные участки с целью формирования для реализации при помощи аукционов земельных участков на тех территориях, где граждане заинтересованы в их приобретении;

3) снижение начальной цены на земельные участки при повторном выставлении лота на аукцион (при условии, что предыдущий аукцион по указанному объекту не состоялся по причине отсутствия участников);

4) упрощение процедуры формирования земельного участка на торги органами муниципальной власти, снижение длительности процедуры формирования земельных участков на торги;

5) в случае реализации земельных участков при помощи аукциона в незастроенных районах необходимо развитие инфраструктуры микрорайонов и районов (строительство коммуникаций, дорожной сети, объектов социально-культурного и бытового назначения и пр.);

6) увеличение периода с даты выставления земельного участка на торги до даты окончания приема заявок с целью ознакомления с публичной офертой наибольшего количества населения; кроме того, дополнительное время дает возможность лицам, не обладающим на текущий момент достаточными средствами для приобретения земельного участка, прибегнуть к кредитованию.

#### Выводы

Таким образом, осуществлена актуализация проблемной ситуации исследования. Установлено, что наиболее проблемной областью реализации земельных участков гражданам и юридическим лицам при помощи аукционов является продажа земельных участков из земель населенных пунктов для жилищного строительства, что обусловлено высокой потребностью граждан России в доступном и комфортном жилье. Исследовано современное состояние, особенности и основные тенденции развития земельного рынка земельных участков для жилищного строительства и его сегмента по аукционным продажам на уровне РФ. Также выполнены исследования, позволили осуществить авторское моделирование территориального рынка земельных участков, предназначенных для жилищного строительства, а также выявить признаки классификации муниципального рынка аукционных продаж и произвести детальную классификацию рынка аукционных продаж, позволяющую сделать заключение о многообразии рынка. Кроме того, сформулированы методические предложения по моделированию и прогнозированию зависимостей прироста стоимости начальной аукционной цены согласно теории аукционов для условий муниципалитетов РФ и г. Пензы,

а также предложены меры по увеличению количества участников аукциона, которые приведут к приросту начальной аукционной цены, что повлечет увеличение прибыли муниципалитетов.

#### Список литературы

1. Баронин С.А., Поршакова А.Н. Научные аспекты определения и прогнозирования экономической надежности девелопмента комплексной жилой застройки // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2011. – № 24. – С. 200–203.
2. Баронин С.А., Сегаев И.Н. Функционально-надежное моделирование девелопмента земельных участков в жилищных корпорациях // Недвижимость: экономика, управление. – 2009. – № 1. – С. 58–61. Общественные науки № 7(11): Пенза, 2008. – С. 112–117.
3. Баронин С.А., Сегаев И.Н., Столяров С.В. Проблемы совершенствования внутрифирменного менеджмента при реализации функций девелопмента земельных участков в жилищном строительстве // Журнал «вестия Пензенского государственного педагогического университета имени В.Г. Белинского».
4. Хаметов Т.И. Методика определения эффективности управления земельно-имущественным комплексом региона // Вестник Самарского государственного экономического университета. – № 7. – 2008. – С. 126–130.
5. Хаметов Т.И. Основы формирования объектов земельно-имущественного комплекса и их эффективного использования: монография. – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2008. – С. 155.
6. Хаметов Т.И., Чурсин А.И., Букин С.Н. Влияние демографических процессов на использование земельных ресурсов муниципальных образований // Научные проблемы землепользования и кадастров различных отраслей хозяйственного комплекса. – 2011. – С. 71–76.

#### References

1. Baronin S.A., Porshakova A.N. Nauchnye aspekty opredeleniya i prognozirovaniya jekonomicheskoy nadezhnosti developmenta kompleksnoj zhiloy zastrojki // Izvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo. 2011. no. 24. pp. 200–203.
2. Baronin S.A., Segayev I.N. Funkcionalno-nadezhnostnoe modelirovanie developmenta zemelnyh uchastkov v zhilishhnykh korporacijah // Nedvizhimost: jekonomika, upravlenie. 2009. no. 1. S. 58–61. Obshhestvennye nauki» no. 7(11): Penza, 2008. pp. 112–117.
3. Baronin S.A., Segayev I.N., Stoljarov S.V. Problemy sovshenshtvovaniya vnutrifirmennogo menedzhmenta pri realizacii funkcij developmenta zemelnyh uchastkov v zhilishhnom stroitelstve // Zhurnal «zvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni V.G. Belinskogo».
4. Hametov T.I. Metodika opredeleniya jeffektivnosti upravleniya zemelno-imushhestvennym kompleksom regiona // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. no. 7. 2008. pp. 126–130.
5. Hametov T.I. Osnovy formirovaniya obektov zemelno-imushhestvennogo kompleksa i ih jeffektivnogo ispolzovaniya: monografija. Penza: Izd-vo PGUAS, 2008. pp. 155.
6. Hametov T.I., Chursin A.I., Bukin S.N. Vlianie demograficheskikh processov na ispolzovanie zemelnyh resursov municipalnyh obrazovanij // Nauchnye problemy zemlepolzovaniya i kadastrov razlichnyh otraslej hozjajstvennogo kompleksa. 2011. pp. 71–76.

#### Рецензенты:

Хаметов Т.И., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Землеустройство и геодезия», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза;  
Баронин С.А., д.э.н., профессор, преподаватель кафедры «Экспертиза и управление недвижимостью», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза.

УДК 339.138

## РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРА ИНСТРУМЕНТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ РЕГИОНА НА ЭТАПЕ АКТИВИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Роздольская И.В., Осадчая С.М.

*АНО ВПО «Белгородский университет кооперации, экономики и права»,  
Белгород, e-mail: osad\_star@inbox.ru*

В статье указано на направленность современной российской экономики на инновационный социально ориентированный тип развития. Показана роль и значение потребительской кооперации в решении социальных вопросов; определена важность кооперативного сектора экономики в стратегическом развитии Белгородской области. Представлены основные характеристики и показатели хозяйственной деятельности потребительской кооперации Белгородской области как социально ориентированной структуры. При этом указано на необходимость дальнейшего развития кооперативных организаций в контексте социально ориентированного формата. В связи с чем актуализируются вопросы расширения используемых в практике управления кооперативными организациями инструментов социальной ответственности. В качестве рекомендаций определена важность использования социальных технологий, направленных на поддержание устойчивости организаций потребительской кооперации как социальных систем. Акцентируется внимание на социальном консалтинге, социальном брендинге, социальной рекламе как инновационных и достаточно эффективных, а соответственно, востребованных инструментах, способствующих позитивным изменениям в социальной среде. Используя рекомендуемые инструменты социальной ответственности, потребительская кооперация будет способствовать разрешению противоречий в условиях глобализации экономики, стабилизации социально-экономических отношений, обеспечению устойчивого развития сельских территорий региона.

**Ключевые слова:** социальная ответственность, принципы социальной ответственности, социально-этический маркетинг, социальное проектирование, социальные технологии, социальный консалтинг, социально ответственное поведение

## BROADENING THE RANGE OF INSTRUMENTS OF SOCIAL RESPONSIBILITY OF BUSINESS ENTITIES IN THE REGION AT THE STAGE OF ACTIVATION OF ECONOMIC TRANSFORMATION

Rozdolskaya I.V., Osadchaya S.M.

*Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod, e-mail: osad\_star@inbox.ru*

The article indicates the orientation of the Russian economy on an innovative socially-oriented type of development. The role and importance of consumer cooperation in solving social problems; It identified the importance of the cooperative sector in the strategic development of the Belgorod region. The main characteristics and indicators of economic activity of consumer cooperatives of the Belgorod region as a socially-oriented structure. This indicated the need for further development of co-operative organizations in the context of socio-oriented format. In this connection, highlights the issue of expansion used in the practice of management cooperative organizations the tools of social responsibility. As the recommendations identified the importance of using social technologies, on-governance to maintain the stability of consumer cooperatives as a social system. The attention to social consultancy, social branding, social advertising is innovative and quite effective, and accordingly sought a tool to promote positive changes in the social environment. Using the recommended tools of social responsibility, consumer cooperation will help resolve the conflict in a globalized economy, stabilize the socio-economic relations, sustainable development of rural areas in the region.

**Keywords:** social responsibility, the principles of social responsibility, social and ethical marketing, social engineering, social technology, social consulting, socially responsible behavior

На современном этапе развития экономики актуализируется проблематика социальной ответственности как таковой, а также решения вопросов социальной ответственности организаций кооперативного сектора экономики, который представляет собой социально-экономическую систему макроэкономического масштаба, основанную на кооперативной собственности и социальной ответственности воспроизводственного процесса [6].

Со стороны государственных органов управления указывается на необходимость перехода к инновационному социально ори-

ентированному типу развития и определяется значимость социальной ответственности бизнеса как главного принципа во взаимодействии между государством, бизнесом и обществом. Потребительская кооперация выступает стратегическим союзником государства в решении социальных вопросов общества, столь актуальных в настоящее время.

Учитывая, что одной из стратегических целей развития Российской Федерации, обозначенной в качестве ключевой в Концепции долгосрочного социально-экономического развития на период до 2020 года, является достижение уровня экономического



и социального развития, соответствующего «статусу России как ведущей мировой державы XXI века», в качестве целевых ориентиров при этом названы «высокие стандарты благосостояния человека», «социальное благополучие и согласие» [4].

В рамках данного вектора стратегического развития функционируют и регионы. Что касается Белгородской области, то принятые Стратегия социально-экономического развития на период до 2025 года, Программа улучшения качества жизни населения направлены на достижение главной стратегической цели – создание для населения области достойного человека качества жизни и его постоянное улучшение в долгосрочной перспективе. При этом, отмечено, что «...особое внимание в перспективе необходимо уделить устойчивому развитию сельских территорий, решению социальных проблем сельского населения как одному из основных условий бесконфликтного, демократического развития общества, его экономического и социального благополучия» [4].

Со стороны государственных органов власти области обращается внимание на важность развития потребительской кооперации, поскольку она выполняет социальную функцию, указывая, что потребкооперация должна быть локомотивом развития сельских территорий. Это подчеркивает несомненную практическую значимость заявленных нами исследований.

Кооперативные организации Белгородской области функционируют согласно Концепции развития потребительской кооперации, в которой отмечено, что основная цель деятельности – участие в развитии социальной инфраструктуры, в первую очередь на селе, обеспечение стабильного развития потребительского рынка за счет удовлетворения потребностей и социальной защиты, повышения занятости населения, вовлекаемого в деятельность и обслуживаемого потребителем кооперацией [3] (рис. 1).

Реализуя поставленные цели, потребительская кооперация обслуживает пятую часть населения области, в том числе в отдаленных населенных пунктах.

Опираясь на кооперативную модель хозяйствования, принципы, тесную взаимосвязь с органами власти всех уровней и населением, Белгородский облпотребсоюз работает по таким отраслевым направлениям, как торговля, производство, общественное питание, бытовое обслуживание, закупки сельскохозяйственной продукции и сырья, строительство, автомобильный транспорт, подготовка кадров и др.

Торговая сеть потребительской кооперации области представлена (более трехсот

пятидесятью магазинами) 352 магазинами, из которых (около трехсот) 294 расположены в сельской местности. Кроме того, организована работа 18 автомагазинов, которые обслуживают отдаленные поселения. 67 магазинов работают по методу самообслуживания. В целом торговые кооперации на территории области обслуживают товарами порядка 37% жителей труднодоступных населенных пунктов.

Для осуществления заготовительной деятельности в системе потребительской кооперации Белгородской области функционируют 5 приемозаготовительных пунктов. Белгородские кооператоры сотрудничают с фермерскими хозяйствами и сельскими сдатчиками личных подворий, осуществляя закупку картофеля, капусты, мяса свинины и крупного рогатого скота и др.

Закупленная продукция реализуется через кооперативные магазины, рынки, а также в предприятиях общественного питания Белгородского облпотребсоюза.

В составе Белгородского облпотребсоюза насчитывается 118 предприятий общественного питания, расположенных на территории всей Белгородской области. В их состав входят школьные столовые, закусочные, магазины-кулинарии, кафе и бары.

Важнейшим направлением деятельности потребительской кооперации Белгородской области является производственная деятельность.

Белгородский облпотребсоюз располагает собственными пекарнями, кондитерскими и колбасными цехами.

Потребительская кооперация области становится все более многопрофильной.

В потребительской кооперации области трудится около 3,5 тысяч человек, каждый второй имеет высшее или среднее специальное образование, каждый пятый – в возрасте до 30 лет.

Таким образом, при осуществлении своей хозяйственной деятельности потребительская кооперация Белгородской области решает социальные вопросы и актуальные социальные задачи, выступая в качестве некоего стабилизатора рыночной экономики, поддерживая тем самым социальное равновесие в обществе.

Анализ социально-экономического состояния потребительской кооперации Белгородской области позволяет сделать вывод о том, что она представляет собой важную социальную структуру, обеспечивающую преимущественно сельское население товарами и услугами. В свою очередь, реализация организациями потребительской кооперации социального предназначения дает определенные преимущества.



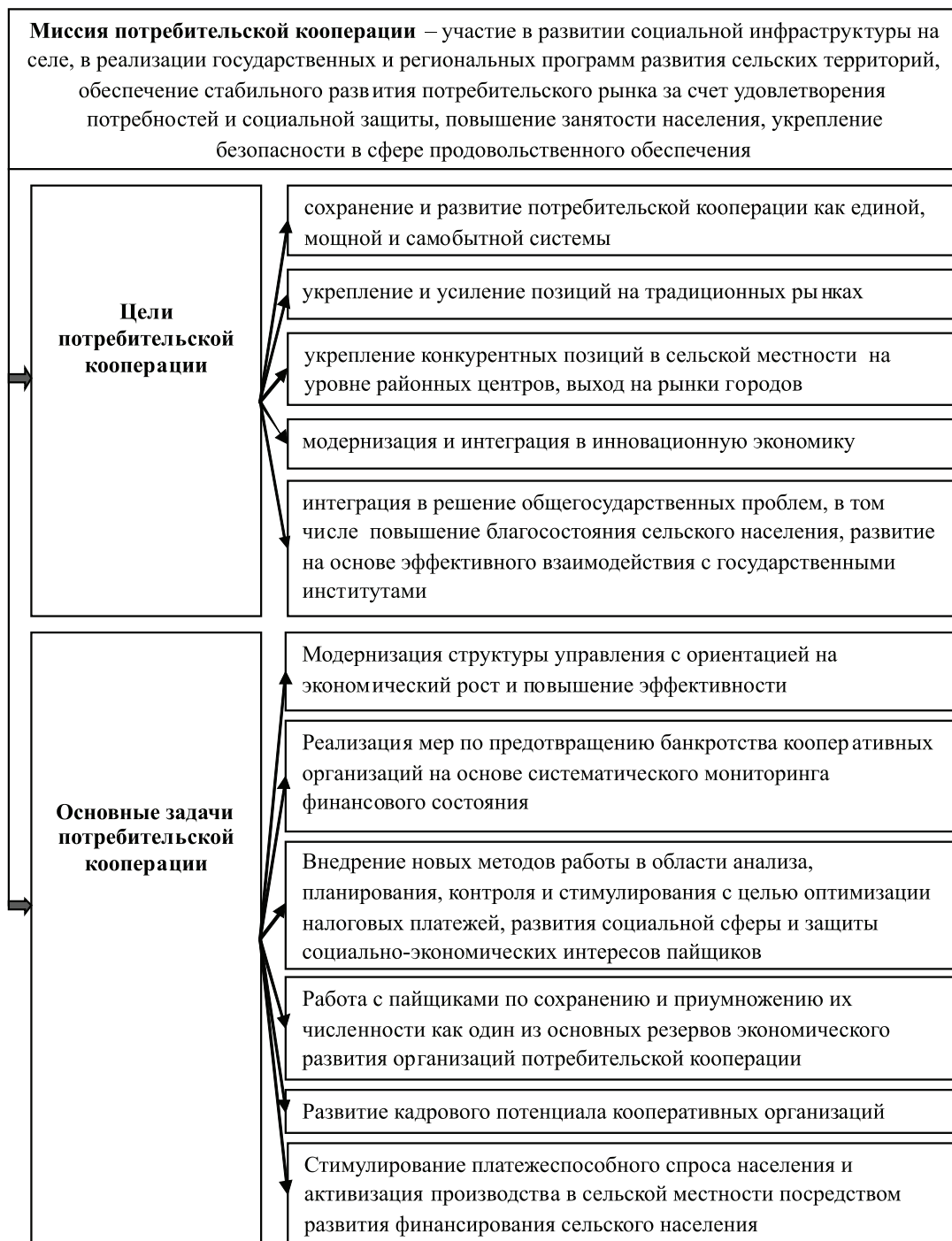


Рис. 1. Целевые ориентиры организаций потребительской кооперации

По мнению теоретиков и практиков в области социального управления в условиях современной действительности, реализация принципов социальной ответственности способствует сокращению текучести кадров, формированию и укреплению имиджа, увеличению ценности бренда и пр. (рис. 2).

При этом, на наш взгляд, совершенно очевидно наличие прямой зависимости между

реализацией принципов социальной ответственности и долгосрочным успешным развитием кооперативной организации (рис. 3).

Поэтому расширение спектра инструментов социальной ответственности является объективной необходимостью, так как позволит кооперативным организациям укрепить свои конкурентные позиции на рынке.

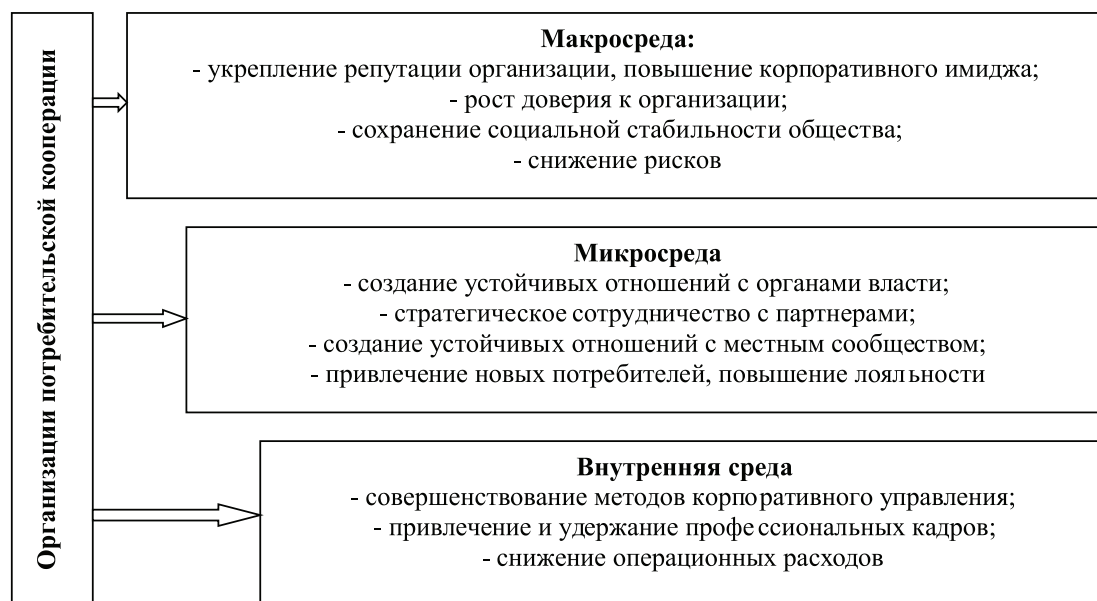


Рис. 2. Области проявления конкурентных преимуществ организаций, сформированных на основе социальной ответственности

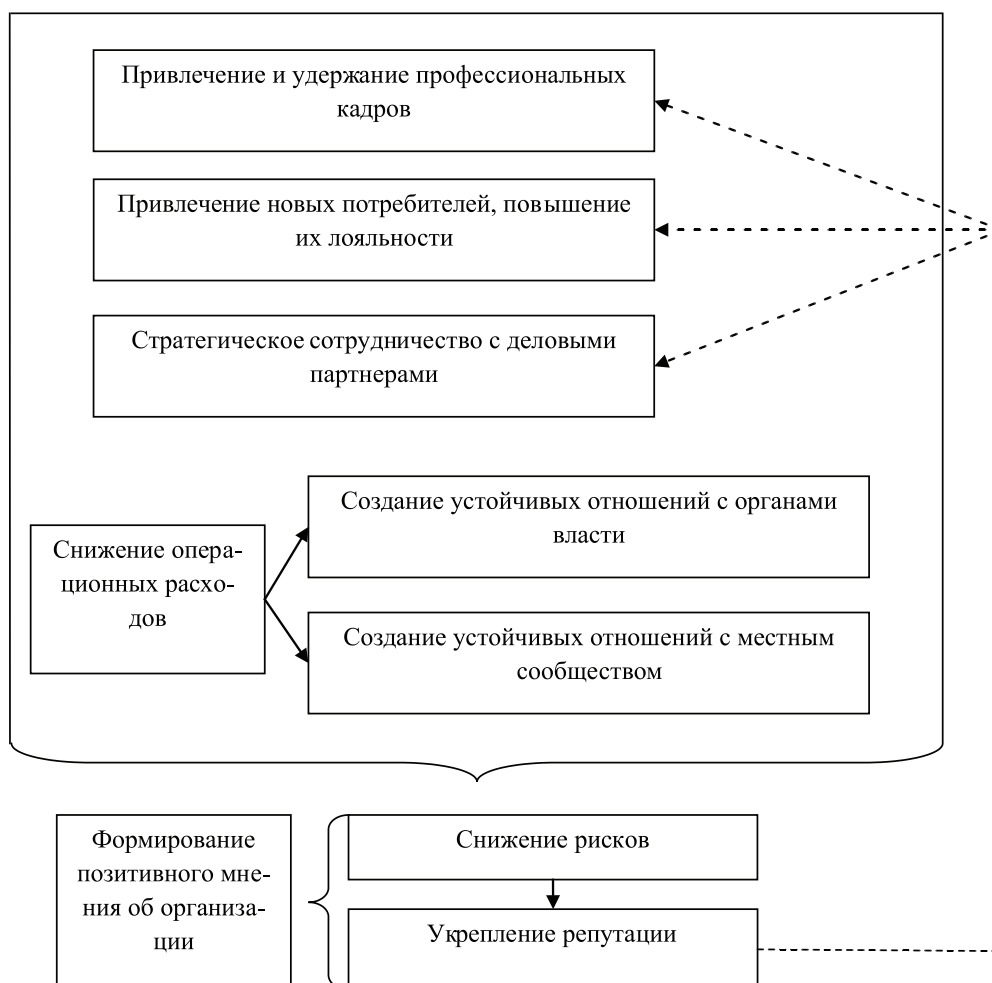


Рис. 3. Взаимосвязь конкурентных преимуществ организаций и социальной ответственности



Рис. 4. Представления работников организаций потребительской кооперации о сущностном содержании социальной ответственности

Систематизируя результаты исследований о содержании социальной ответственности, авторами выявили, что работники кооперативных организаций имеют традиционное представление о социальной ответственности, увязывая ее прежде всего с производством и продажей качественной продукции, улучшением условий труда на предприятии, инвестициями в развитие персонала и выполнением социальных гарантий по отношению к работникам, а также соблюдением требований законодательства во всех сферах и выплатой зарплат [1].

В то же время отмечена определенная закономерность: чем меньше по размеру кооперативная организация, тем реже ее представители выбирают оптимальный вариант — вклад организации в развитие общества, связанный напрямую с основной деятельностью организации и выходящий за рамки определенного законом минимума, или виды ответственности перед обществом, в меньшей степени влияющие на экономическую составляющую функционирования субъекта хозяйствования (рис. 4) [1].

Сравнительный анализ мнений работников кооперативных организаций подтвердил, что они, независимо от статуса в иерархической структуре организации, отождествляют социальную ответственность в основном с корпоративной этикой,

которая проявляется в ответственности перед потребителями, реализуемой через выпуск качественных товаров и услуг, и внутреннюю социальную политику (рис. 5).

Согласно проведенным нами исследованиям, по мнению работников и пайщиков кооперативных организаций, в качестве объекта социальной ответственности должны выступать преимущественно потребители товаров или услуг организации (46,4%) и персонал кооперативной организации (31,4%) (рис. 6).

Действительно, ориентируясь на интересы основных вовлеченных групп, потребительская кооперация способствует улучшению экономического и социального положения сельских жителей посредством их активного вовлечения в кооперативный бизнес, формирования различного рода интегрированных структур с участием индивидуальных и ассоциированных сельскохозяйственных товаропроизводителей, реализации социальной функции через расширение кооперативной деятельности посредством открытия новых видов кооперативов, создания рабочих мест и гарантирования минимального уровня доходов и др. [3].

В этой связи расширение спектра инструментов социальной ответственности является, на наш взгляд, объективной необходимостью.



Рис. 5. Представления работников и пайщиков организаций потребительской кооперации о сущности социальной ответственности

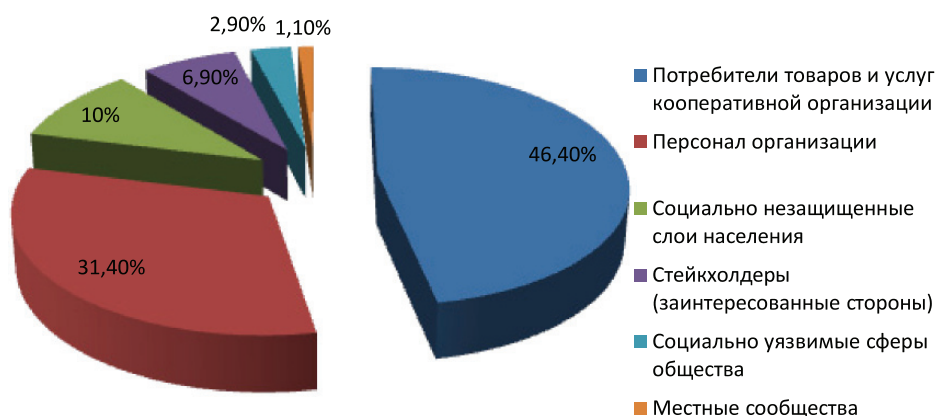


Рис. 6. Объект социальной ответственности организаций потребительской кооперации

Основываясь на интерпретации социальной ответственности как долгосрочной стратегии деятельности, направленной на повышение уровня благосостояния населения, используя эффективные подходы к ведению бизнеса и предоставлению корпоративных ресурсов, можно предложить такие формы социальной активности, как корпоративная благотворительность, социальный и благотворительный маркетинг, волонтерская работа, корпоративная филантропия и др. (рис. 7).

Рассматривая инструментарий расширения социальной ответственности субъектов рыночной активности, следует обратить внимание на социально-этический марке-

тинг, усиливающий социально ответственное поведение организаций потребительской кооперации (рис. 8).

Концепция социально-этического маркетинга предполагает использование эффективного маркетингового инструментария: товарная, ценовая, сбытовая политика, брендинг и фандрайзинг – направленного на достижение организациями потребительской кооперации экономических и социальных целей, реализацию экономических и социальных программ во взаимосвязи и взаимозависимости для обеспечения согласования и увязывания собственных интересов с интересами потребителей и общества в целом.



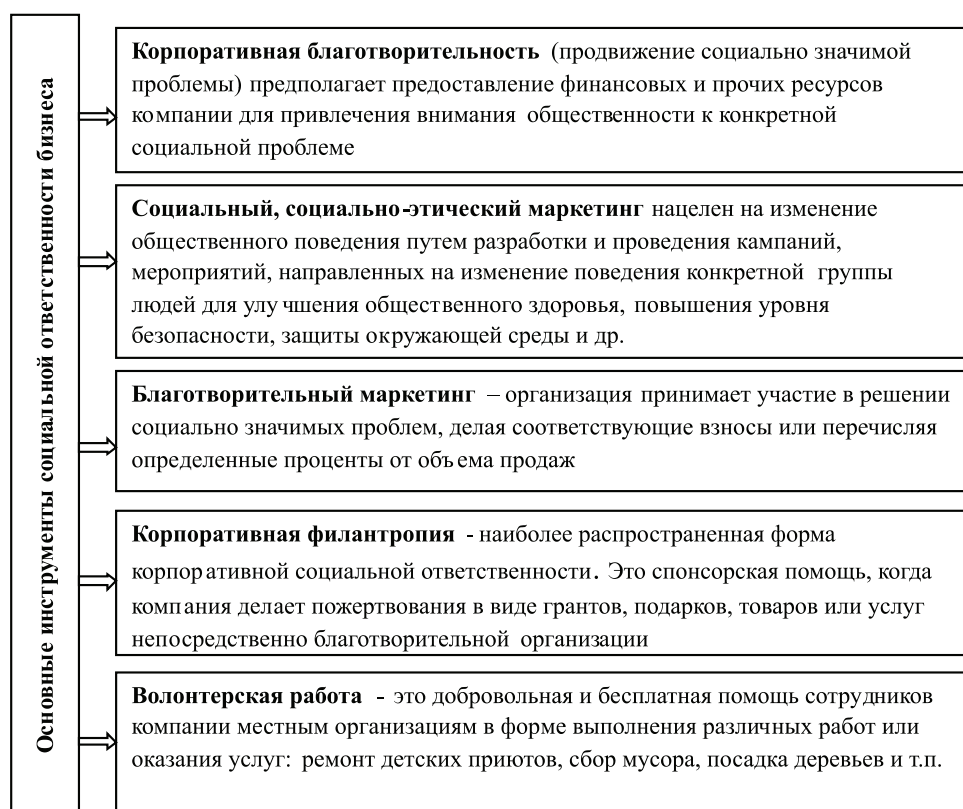


Рис. 7. Основные инструменты социальной ответственности организации

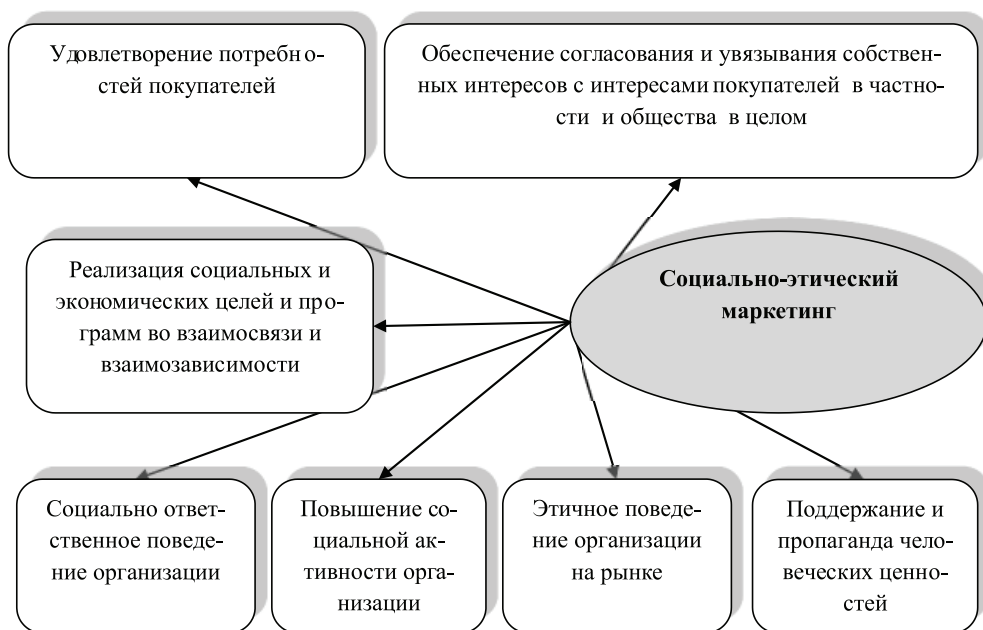


Рис. 8. Сущностная характеристика социально-этического маркетинга

Возрастающее многообразие и оригинальность существующих практик социальной ответственности определяет важность

и актуальность такого инновационного инструмента современной социально ориентированной организации, как социальное

проектирование. Данный инструмент чрезвычайно актуален и для организаций потребительской кооперации, так как социальный проект, представляя собой сконструированное социальное нововведение, целью которого является создание, модернизация или поддержание ценности, положительно воздействует на результаты социально-экономической деятельности кооперативных организаций.

При этом следует обратить внимание, что реализация социальных проектов даст кооперативным организациям ряд выгод: дополнительная прибыль, PR через освещение проекта СМИ; укрепление имиджа социально ответственных организаций. Поэтому социальное проектирование должно занимать особое место в системе управления кооперативной организацией. А объем и характер социальных проектов будет демонстрировать уровень развития социальной ответственности организации.

Особое развитие и активное использование в контексте социального проектирования получили социальные технологии, которые направлены прежде всего на поддержание устойчивости социальных систем, управление, планирование и регулирование социальных процессов и в конечном итоге на решение социальных проблем.

На наш взгляд, именно социальные технологии в виде социального консалтинга, социального брендинга, социальной рекламы и др., как новые и достаточно эффективные, а соответственно и востребованные инструменты, способствуют изменениям в социальной среде.

Социальный консалтинг, представляя собой культурно-исторически детерминированную социальную технологию, связан с качественным преобразованием организаций потребительской кооперации в соответствии с их социальными целями и задачами, играет важную роль в управлении основными сферами деятельности кооперативных организаций и в целом жизнедеятельностью современного общества, реализуясь через основные виды. Одной из важнейших задач социального консалтинга в кооперативных организациях выступает анализ их состояния с точки зрения экономической безопасности.

Использование технологии социального консалтинга способствует: развитию программ социальной направленности, которые повлияют на уровень и качество жизни на сельских территориях и помогут расширить круг социальных услуг; укреплению социального партнерства; развитию человеческого потенциала – воспитанию инициативных людей и лидеров, которые

способствуют различным нововведениям, способствующим увеличению и улучшению качества социальных услуг; поддержанию прямой связи с сельскими жителями, быстро реагируя на их потребности, реализуя программы, направленные на решение наиболее значимых проблем.

Перспективным мероприятием для социально-экономического развития организаций кооперативного сектора экономики является социальный брендинг. Для эффективного продвижения той или иной значимой программы, являющейся брендом, необходимо придать ей яркую и адекватную социальную роль. Социальные бренды представляют собой комплекс визуальных и аудиоориентиров, способных создавать органичный и узнаваемый контекст вокруг актуальных программ федерального, регионального или местного значения, демонстрировать их социальную значимость и помогать позитивному восприятию целевыми группами. Работа с социальным брендом позволяет получать двойной эффект – выступать проводником и реализатором конкретных социальных задач и совершенствовать, улучшать контекст своего пребывания в информационном пространстве.

Социальная реклама, определяемая как информация, которая направлена на достижение интересов как государственных, так и общественных на формирование, а в ряде случаев поддержание социально одобряемых моделей поведения, ценностей и норм, несомненно, способствует изменениям и в социальной среде кооперативных организаций. Таким образом, социальная реклама вызывает положительный резонанс в обществе, способствует гармонизации отношений, усиливает социальную активность населения. Для эффективной реализации проектов социальной рекламы требуется проведение комплексных междисциплинарных исследований, направленных на выявление факторов, способствующих реализации ее потенциальных возможностей.

На наш взгляд, неперенным объектом социально ответственного поведения является развитие социальной среды организации, которую образует персонал, социальная инфраструктура организации и показатели, определяющие качество трудовой жизни работников.

В связи с этим социальное развитие кооперативных организаций не вызывает сомнений и должно быть ориентировано в первую очередь на:

– совершенствование социальной структуры персонала, его демографического и профессионально-квалификационного

состава, в том числе регулирование численности работников, повышение их общеобразовательного и культурно-технического уровня;

- улучшение эргономических, санитарно-гигиенических и иных условий работы, охраны труда и обеспечения безопасности работников;

- стимулирование средствами как материального вознаграждения, так и нравственного поощрения эффективного труда, инициативного и творческого отношения к делу, групповой и индивидуальной ответственности за результаты совместной деятельности;

- создание и поддержание в коллективе здоровой социально-психологической

атмосферы, оптимальных межличностных и межгрупповых связей, способствующих слаженной и дружной работе, раскрытию интеллектуального и нравственного потенциала каждой личности, удовлетворенности совместным трудом;

- обеспечение социального страхования работников, соблюдения их социальных гарантий и гражданских прав;

- помощь работникам в сложных ситуациях (рис. 9).

При этом управление социальным развитием должно быть подчинено эффективному функционированию и рациональному использованию потенциальных возможностей кооперативных организаций, достижению их главных целей.

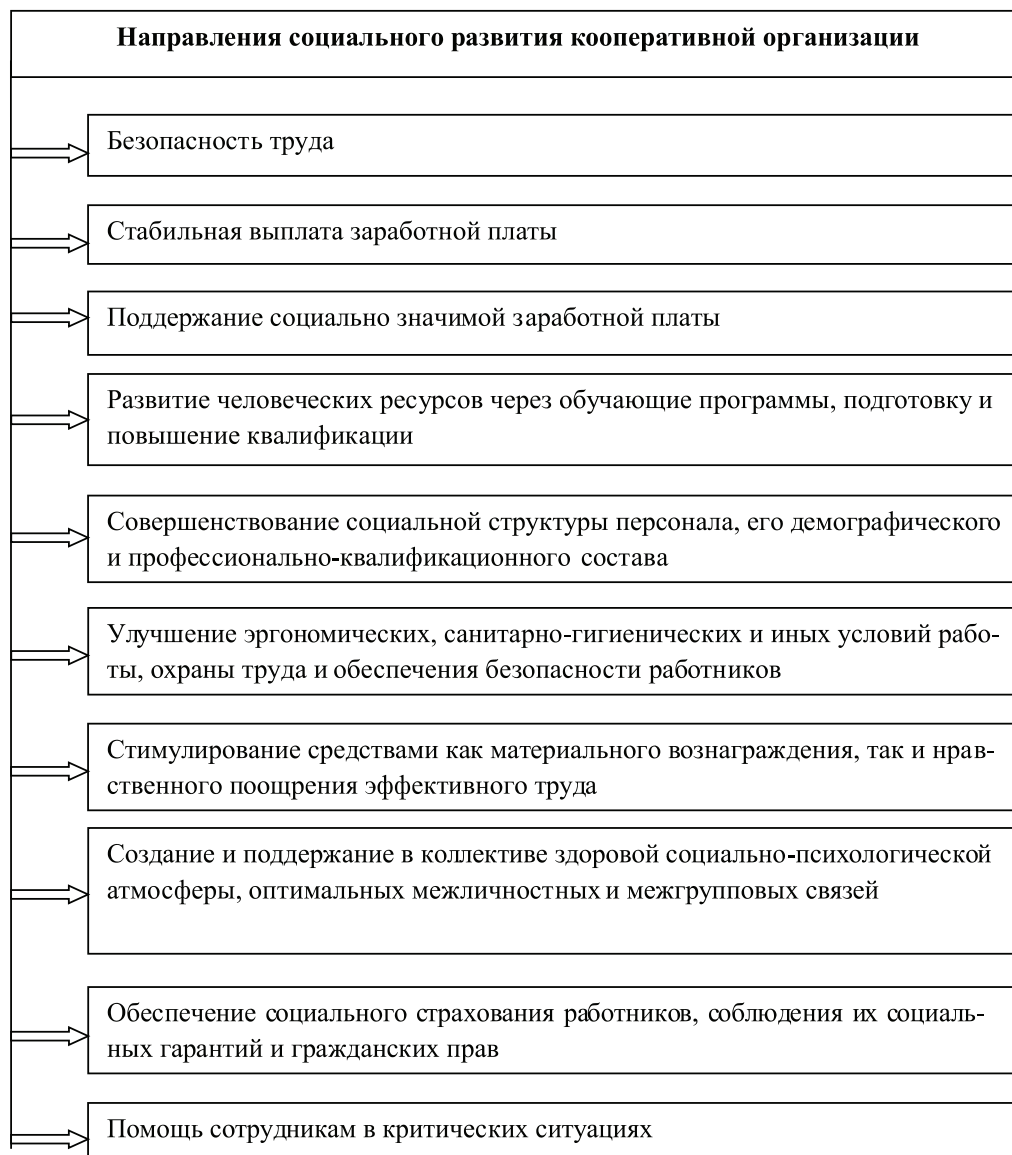


Рис. 9. Направления социального развития организаций потребительской кооперации

Таким образом, практика показывает, что потребительская кооперация, реализуя социальную миссию, как социальная модель развития экономики в социально-экономическом пространстве может способствовать разрешению противоречий в условиях глобализации экономики, обеспечению устойчивого развития сельских территорий с использованием эффективных инструментов социальной ответственности.

### Список литературы

1. Благов Ю.Е. Корпоративная социальная ответственность: эволюция концепции. – СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2011. – 272 с.
2. Исаенко Е.В. Социальная политика организаций потребительской кооперации, направленная на пайщиков / Е.В. Исаенко, Е.С. Лихошерстов // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2012. – № 2. – С. 15–22.
3. Концепция развития потребительской кооперации РФ до 2015 года.
4. Макринова Е.И. Усиление социальной работы потребительской кооперации Белгородской области // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2003. – № 4. – С. 60–65.
5. Постановление Правительства Белгородской области от 25 января 2010 г. № 27-пп «Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года».
6. Прижигалинская Т.Н. Социальный маркетинг как инструмент повышения эффективности деятельности организаций потребительской кооперации: институциональный аспект / Т.Н. Прижигалинская, Д.С. Терновский // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2011. – № 3. – С. 56–60.
7. Роздольская И.В. Социальная ориентация управления организационными процессами в кооперативных организациях на этапе инновационных преобразований / И.В. Роздольская, С.М. Осадчая, М.Е. Ледовская // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2013. – № 4(26). – С. 149–152.
8. Роздольская И.В., Осадчая С.М., Мозговая Ю.А. Социальная ответственность организаций: проблемы формирования, области реализации, проектная направленность: монография. – Курск, 2012. – 223 с.
9. Снитко Л.Т. Развитие системы социально-трудовых отношений на основе социального партнерства // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2011. – № 3. – С. 44–49.
10. Теплов В.И. Социальная направленность деятельности потребительской кооперации // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2005. – № 23. – С. 3–8.
11. Теплов В.И. Использование концепции аутсорсинга для обеспечения конкурентоспособности организаций,

осуществляющих предпринимательскую деятельность / В.И. Теплов, Е.Е. Тарасова // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2006. – № 1. – С. 3–7.

### References

1. Blagov Ju.E. Korporativnaja socialnaja otvetstvennost: jevoljucija koncepcii. SPb.: Izd-vo «Vysshaja shkola menedzhmenta», 2011. 272 p.
2. Isaenko E.V. Socialnaja politika organizacij potrebitelskoj kooperacii, napravlenaja na pajshhikov / E.V. Isaenko, E.S. Lihosherstov // Vestnik Belgorod-skogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2012. no. 2. pp. 15–22.
3. Koncepcija razvitija potrebitelskoj kooperacii RF do 2015 goda.
4. Makrinova E.I. Usilenie socialnoj raboty potrebitelskoj kooperacii Belgorodskoj oblasti // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2003. no. 4. pp. 60–65.
5. Postanovlenie Pravitelstva Belgorodskoj oblasti ot 25 janvarja 2010 g. no. 27-pp «Strategija socialno-jekonomicheskogo razvitija Belgorodskoj oblasti na pe-riod do 2025 goda».
6. Prizhigalinskaja T.N. Socialnyj marketing kak instrument povyshenija jeffektivnosti dejatelnosti organizacij potrebitelskoj kooperacii: institucionalnyj aspekt / T.N. Prizhigalinskaja, D.S. Ternovskij // Vestnik Belgorod-skogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2011. no. 3. pp. 56–60.
7. Rozdolskaja I.V. Socialnaja orientacija upravlenija organizacionnymi processami v kooperativnyh organizacijah na jetape innovacionnyh preobrazovanij / I.V. Rozdolskaja, S.M. Osadchaja, M.E. Ledovskaja // Vektor nauki Toljattinskogo gosudar-stvennogo universiteta. 2013. no. 4(26). pp.149–152.
8. Rozdolskaja I.V., Osadchaja S.M., Mozgovaja Ju.A. Socialnaja otvetstvennost organizacij: problemy formirovanija, oblasti realizacii, proektnaja napravlenost: monografija. Kursk, 2012. 223 p.
9. Snitko L.T. Razvitie sistemy socialno-trudovyh ot-noshenij na osnove socialnogo partnerstva // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2011. no. 3. pp. 44–49.
10. Teplov V.I. Socialnaja napravlenost dejatelnosti potrebitelskoj kooperacii // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2005. no. 23. pp. 3–8.
11. Teplov V.I. Ispolzovanie koncepcii outsorsinga dlja obespechenija konkurentosposobnosti organizacij, osushhestvljajushhih predprinimatelskuju dejatelnost / V.I. Teplov, E.E. Tarasova // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2006. no. 1. pp. 3–7.

### Рецензенты:

Снитко Л.Т., д.э.н., профессор, зав. кафедрой экономики, Белгородский университет кооперации, экономики и права, г. Белгород;  
Макринова Е.И., д.э.н., профессор, зав. кафедрой сервиса и туризма, Белгородский университет кооперации, экономики и права, г. Белгород.

УДК 334.724.6:368

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ «АГЕНТСТВО ПО СТРАХОВАНИЮ ВКЛАДОВ»: ВОЗМОЖНО ЛИ ОЦЕНИТЬ СОЦИАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ?

**Соболева Е.Н., Архипова Т.В.***ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,  
Томск, e-mail: economics@tpu.ru*

Общепризнанным является тот факт, что государство в условиях смешанной экономики является полноправным участником общественной жизни, причем его функции принципиально не должны определяться лишь через корректировку провалов рынка. При этом развитие экономической системы необходимо рассматривать через призму формирования социальной среды, способствующей росту благосостояния каждого члена социума, а не только с позиций эффективного распределения и использования ресурсов. Количественную оценку подобным процессам могут дать мера социальных расходов государства, уровень дифференциации доходов населения, тогда как качественными параметрами можно считать степень доступности социально значимых благ – образования, медицинского обслуживания и т.п. В связи с этим становится актуальным вопрос об оценке эффективности государственных расходов.

**Ключевые слова:** функции государства, государственная корпорация, социальная эффективность

## STATE CORPORATION «DEPOSIT INSURANCE AGENCY» IT IS POSSIBLE TO EVALUATE ITS SOCIAL IMPACT?

**Soboleva E.N., Arkhipova T.V.***National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: economics@tpu.ru*

It is generally recognized, that the state plays an important role in modern economies. It is the full participant of a public life and its functions should not be defined only through market failure correction. Furthermore, economic development reflects economic and social progress as well. The measure of development is a considerably broader concept than effective resource allocation, and it includes quality of social environment promoted human well-being. A quantitative estimation of socio-economic progress can be given through the public social expenditure, income inequality. A qualitative evaluation depends on the extent to which the social goods (healthcare, education etc.) are available for people. Thereby it is necessary to assess the efficiency of the state expenditure.

**Keywords:** state functions, state corporation, social impact

Современное общество предъявляет более жесткие требования к государственной власти в части выполнения возложенных на нее функций. Размеры и влияние государства в экономической жизни общества возрастают, поэтому возникает задача понимания и оценки обществом данной экспансии. Необходимо четко представлять, что зачатую функции и задачи государства направлены на создание и обеспечение общества социально значимыми благами – образованием, медицинским обслуживанием и т.п. Однако для того чтобы определить какие именно социальные блага и в каком объеме нужно производить, государство должно сформировать полный перечень социальных благ, в которых нуждается население.

Существуют две модели формирования перечня необходимых обществу социальных благ.

В первой модели государство, в лице его органов власти, само разрабатывает перечень стратегических целей и приоритетов социально-экономического развития общества, которые утверждаются правительством или президентом. Далее на основании

утвержденных целей определяются органы государственной власти, реализующие соответствующие мероприятия и размер финансирования. Такая модель характерна для России (рис. 1).

Для второй модели характерно, что вначале выявляются потребности населения в социальных благах (рис. 2). Это осуществляется различными способами: проведение специализированных исследований, социологических опросов, заключения специалистов, бизнес-объединений и др. Затем полученная информация обрабатывается, классифицируется, разрабатывается перечень необходимых социальных благ для общества. Далее избираются органы государственной власти, реализующие соответствующие программы и мероприятия, проводится оценка размера финансирования, способы оценки могут быть различными, например заключение экспертов. В этом случае возможно произвести анализ экономической эффективности производства государством экономических благ (например, сравнив альтернативную стоимость).



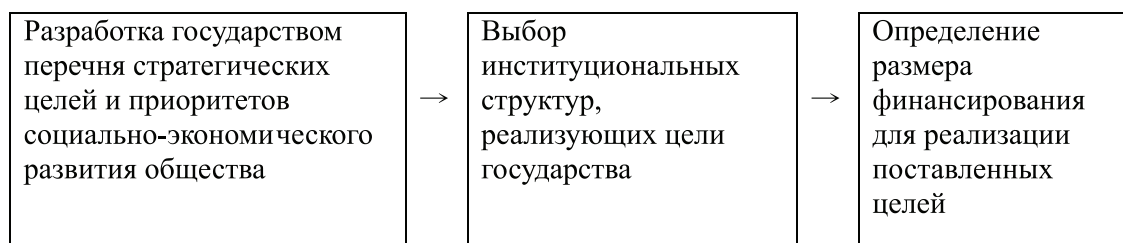


Рис. 1. Схема формирования перечня социальных благ на основе целей развития страны

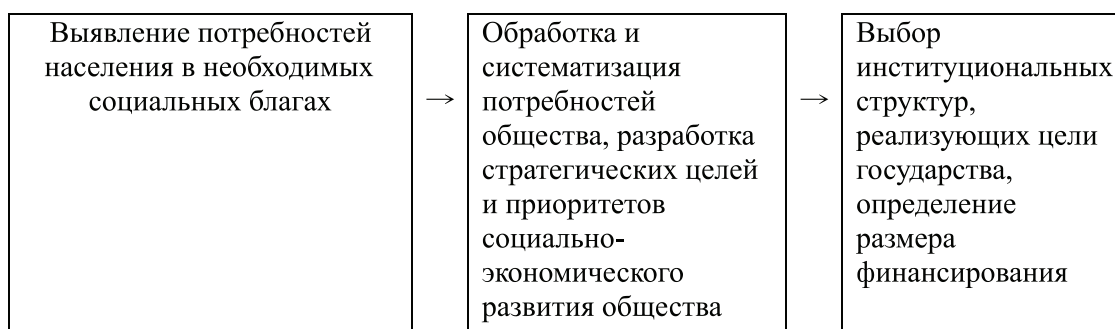


Рис. 2. Схема формирования перечня социальных благ на основе потребностей общества

Реализация второй модели формирования перечня социальных благ, необходимых обществу, возможна только при условии развитого института гражданского общества и действующей обратной связи между государством и обществом. На сегодняшний день институт гражданского общества и эффективность двусторонней связи «государство – общество» в России оставляет желать лучшего, поэтому использование второй модели проблематично, так как не уделяется должного внимания изучению потребностей общества, спроса на социальные блага, таким образом, отсутствует полный перечень социальных благ, что затрудняет оценку эффективности расходования государственных средств.

Для эффективной реализации государственных расходов для начала необходимо сформировать полный перечень социальных благ, в которых нуждается российское общество. Далее можно было бы определить эффективность расходования государственных средств, например сравнив вмененные издержки производства их рынком. Мы полагаем, что в сфере выполнения государством своих функций использовать традиционные подходы к пониманию эффективности для деятельности государства не представляется возможным. Эффективность в общепринятом понимании – это стоимостное отношение результата к затратам.

Эффективность следует классифицировать на:

- 1) экономическую – отношение полученных результатов к затраченным ресурсам;
- 2) социальную – отношение социально значимого результата к непосредственным показателям деятельности;
- 3) социально-экономическую – отношение социально значимого эффекта в результате выполнения государством соответствующей задачи к масштабу ресурсов на ее достижение.

Экономическая эффективность рассчитывается как соотношение произведенных благ (товаров, услуг, работ) в результате осуществления государством своих функций, например национального проекта (программы), и ресурсов, необходимых для их реализации.

Социальная эффективность понимается как достижение соответствующей социальной цели. Социальная эффективность является одним из главных показателей расходования государственных средств. Производство товаров и услуг по минимальным ценам с минимальными затратами, если не был достигнут заранее определенный социальный результат, будет указывать на то, что государственные ресурсы использованы неэффективно. Тогда под социально-экономической эффективностью следует понимать достижение социального эффекта при оптимальных затратах.

Важным условием социального развития, роста общественного благосостояния является создание государством стабильной макроэкономической среды. При этом наиболее острой является проблема оценки функционирования созданных институтов развития, в частности государственных корпораций. В нашем исследовании мы обращаемся к опыту создания ГК «Агентство по страхованию вкладов».

Появление подобной организационно-правовой формы было своеобразной новацией: акцент на социальных целях не позволял использовать существовавшие на тот момент формы акционерного общества и государственного унитарного предприятия [6].

В настоящий момент финансирование основной деятельности осуществляется за счет взносов банков (68 % в структуре Фонда страхования) и прибыли государственной корпорации (27 %), имущественный взнос РФ составляет всего 5 % [4].

Любая государственная программа описывает ожидаемые результаты её осуществления, которые можно объединить в две группы: непосредственные (количество и качество предоставленных услуг) и конечные, которые отражают достигнутый социальный эффект [2].

Ключевым моментом определения эффективности деятельности государственной корпорации в целом является достижение намеченных целей и решение поставленных задач. Структура целей рассматриваемой государственной корпорации представлена на рис. 3. Рассмотрим возможности оценки эффекта деятельности данной организации на примере цели, связанной с укреплением стабильности банковской системы.

Качественной характеристикой, определяющей социальный эффект, может служить повышение доверия финансовым институтам, что в количественном выражении может быть оценено в объеме и сроках депозитов, привлеченных банковской системой.

Основываясь на данных Росстата о динамике средств физических лиц, привлеченных кредитными организациями в 2008–2014 гг. [3], можно заключить, что на протяжении 7 лет в четыре раза увеличивается объем средств, привлеченных банками за счет депозитов населения. Как свидетельствуют представленные данные (рис. 4), номинальные денежные доходы россиян в последние годы стабильно росли. Реальные доходы также имели тенденцию к росту. Порядка 9–10 % в структуре ресурсов российских домашних хозяйств занимают привлеченные средства, при этом посткризисная стабилизация привела к более активным заимствованиям.

Отношение россиян к формированию сбережений практически не изменилось в последнее десятилетие: около 30 % россиян осуществляют сбережения. Примечательным является тот факт, что финансово-экономический кризис не оказал существенного влияния на их стратегии. Проведенное в 2009 г. исследование Агентства по страхованию вкладов показало: вкладчиками являются 36 % взрослого населения России. При этом почти три четверти из них не изымали деньги из банков и не намерены закрывать действующие депозиты до истечения срока действия договора [1].

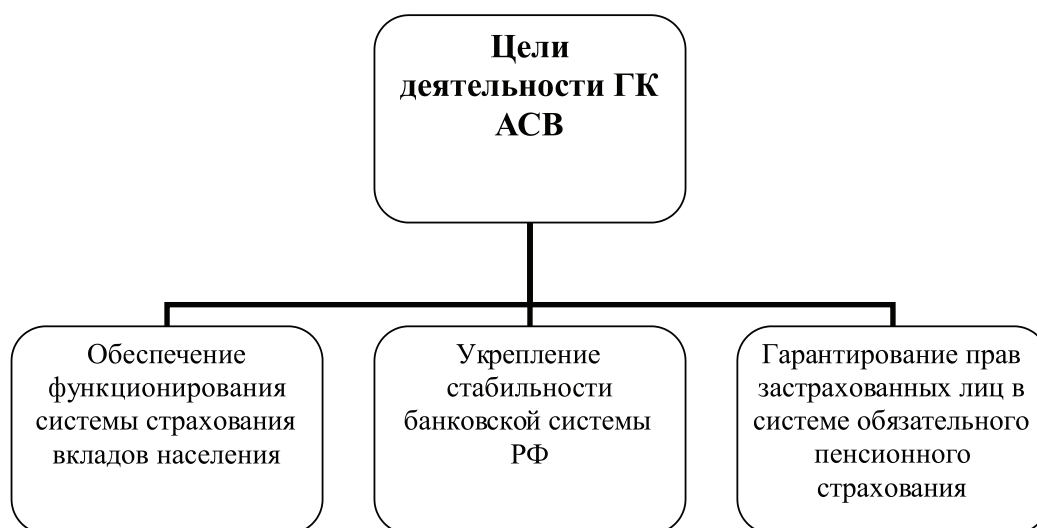


Рис. 3. Цели деятельности ГК «Агентство по страхованию вкладов»

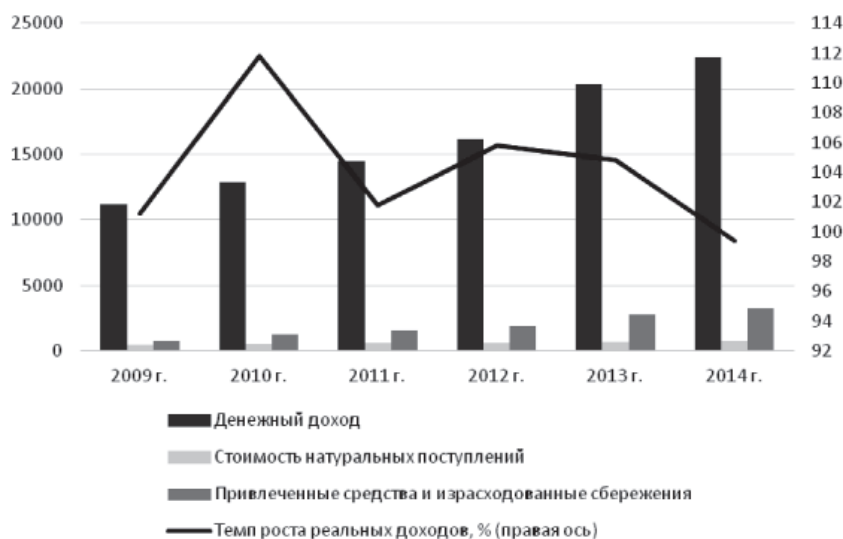


Рис. 4. Динамика доходов домашних хозяйств России (руб. в среднем на одного члена семьи) [7]

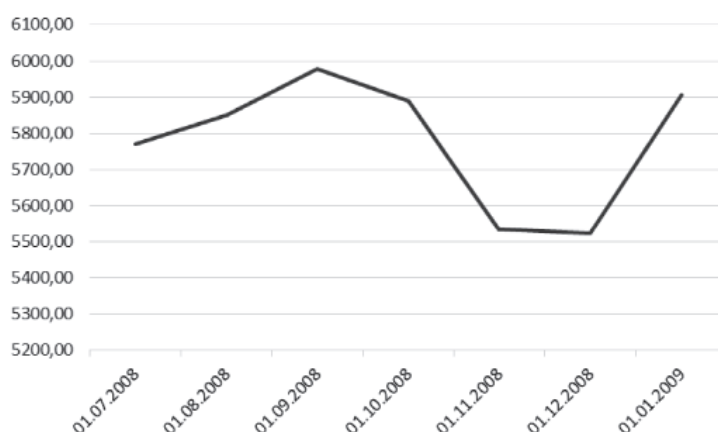


Рис. 5. Динамика средств физических лиц, привлеченных кредитными организациями во втором полугодии 2008 г. [3]

В целом можно говорить о достаточно стабильном функционировании банковской системы даже в кризисные годы. Начавшийся в сентябре 2008 г. отток вкладов физических лиц носил кратковременный характер, и к началу 2009 г. объем депозитов стал возвращаться к прежнему уровню (рис. 5). Особую роль в укреплении доверия финансовым институтам сыграло увеличение суммы страхового возмещения по банковским вкладам в октябре 2008 г. Об этом свидетельствует, в частности, тот факт, что рост привлеченных коммерческими банками средств возобновился сравнительно быстро.

Таким образом, функционирование Агентства по страхованию вкладов отвечает поставленной цели укрепления банковской системы. Несмотря на увеличение числа страховых случаев в 2013–2014 гг., данная государственная корпорация справляется с возложенной на неё миссией. Од-

нако серьезной проблемой для неё может стать нехватка ликвидности, например, при банкротстве крупного банка. Кроме того, стремление мелких банков привлечь временно свободные средства за счет более высоких ставок по депозитам привело к появлению феномена так называемых «серийных вкладчиков», когда граждане целенаправленно размещают свои сбережения в пределах суммы, подлежащей страхованию, в банках, проводящих рискованную процентную политику, рассчитывая на то, что при банкротстве кредитной организации они смогут получить свои вклады в полном объеме [5]. В целом, несмотря на заявления Центрального банка о том, что обязательства по страхованию вкладов будут выполняться и впредь, вопрос о формировании достаточного запаса финансовой прочности Агентства по страхованию вкладов остается актуальным.

## Список литературы

1. АСВ и ВЦИОМ: сберегательная активность снизилась, открывать или пополнять вклады намерены 9% россиян [Электронный ресурс]. – М.: ВЦИОМ, 2000–2013. – URL: <http://wciom.ru/index.php?id=266&uid=11859> (дата обращения 5.03.2015).

2. Афанасьев М.П., Кривогов И.В. Модернизация государственных финансов. – М.: ГУ-ВШЭ, 2006. – 439 с.

3. Данные об объемах привлеченных кредитными организациями вкладов (депозитов) физических лиц [Электронный ресурс]. – М.: Банк России, 2000–2014. – URL: [http://cbr.ru/statistics/print.aspx?file=bank\\_system/4-2-1a\\_13.htm&pid=pdko\\_sub&sid=dpbvf](http://cbr.ru/statistics/print.aspx?file=bank_system/4-2-1a_13.htm&pid=pdko_sub&sid=dpbvf) (дата обращения 5.03.2015).

4. Отчет государственной корпорации «Агентство по страхованию вкладов» за 2013 г. [Электронный ресурс]. – М.: АСВ. – URL: <https://www.asv.org.ru/agency/annual/2013/2013.doc> (дата обращения 3.03.2015).

5. Приходко Н. Серийные вкладчики: убийцы банков или нет? [Электронный ресурс]. – М.: Вести. Экономика. 2015. – URL: <http://www.vestifinance.ru/articles/58327> (дата обращения 9.03.2015).

6. Симонова А., Чеховский Н. Госкорпорации: как распилить триллион // Журнал РБК. – 2008. – № 3. – С. 64–68.

7. Статистическое обозрение [Электронный ресурс]. – М.: Росстат, 2015. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140076462969](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140076462969) (дата обращения 12.03.2015).

## References

1. ASV i VCIOM: sberegatelnaja aktivnost snizilas, otkryvat ili popolnjat vklady namereny 9 % rossijan [Elektronnyj resurs]. M.: VCIOM, 2000–2013. URL: <http://wciom.ru/index.php?id=266&uid=11859> (data obrashhenija 5.03.2015).

2. Afanasev M.P., Krivogov I.V. Modernizacija gosudarstvennyh finansov. M.: GU-VShJe, 2006. 439 p.

3. Dannye ob obemah privlechennyh kreditnymi organizacijami vkladov (depozitov) fizicheskikh lic [Elektronnyj resurs]. M.: Bank Rossii, 2000–2014. URL: [http://cbr.ru/statistics/print.aspx?file=bank\\_system/4-2-1a\\_13.htm&pid=pdko\\_sub&sid=dpbvf](http://cbr.ru/statistics/print.aspx?file=bank_system/4-2-1a_13.htm&pid=pdko_sub&sid=dpbvf) (data obrashhenija 5.03.2015).

4. Otchet gosudarstvennoj korporacii «Agentstvo po strahovaniju vkladov» za 2013 g. [Elektronnyj resurs]. M.: ASV. URL: <https://www.asv.org.ru/agency/annual/2013/2013.doc> (data obrashhenija 3.03.2015).

5. Prihodko N. Serijnye vkladchiki: ubijcy bankov ili net? [Elektronnyj resurs]. M.: Vesti. Jekonomika. 2015. URL: <http://www.vestifinance.ru/articles/58327> (data obrashhenija 9.03.2015).

6. Simonova A., Chehovskij N. Goskorporacii: kak raspilit trillion // Zhurnal RBK. 2008. no. 3. pp. 64–68.

7. Statisticheskoe obozrenie [Elektronnyj resurs]. M.: Rosstat, 2015. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140076462969](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140076462969) (data obrashhenija 12.03.2015).

## Рецензенты:

Барышева Г.А., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой экономики ИСГТ, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Хлопцов Д.М., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой общей и прикладной экономики, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск.

УДК 332.145

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА К ПРОЦЕССУ СТРАТЕГИЧЕСКОГО БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Старикова Т.В., Богомазова О.И.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации», Владимирский филиал, Владимир,  
e-mail: startv008@rambler.ru, dobra.bog@yandex.com

В статье исследуется применение методологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования. Интерпретирована терминология теории систем применительно к стратегическому бюджетному планированию в субъектах Российской Федерации. Разработаны этапы системного анализа процесса стратегического бюджетного планирования в целях его внедрения в практику регионального управления социально-экономическим развитием. Обосновано применение методологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования для определения структуры и иерархии целей и задач социально-экономического развития региона в соответствии с имеющимися финансовыми ресурсами в долгосрочном периоде. Предложены основные этапы применения методологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования, в рамках которых проведена конфигурация проблем функционирования социально-экономической системы региона, а также определены целевые ориентиры и целевые параметры состояния социально-экономической системы региона и системы стратегического бюджетного планирования. Сделан вывод о том, что применение методологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования позволяет определить структуру и иерархию целей и задач социально-экономического развития региона в соответствии с имеющимися финансовыми ресурсами в перспективном периоде.

**Ключевые слова:** стратегическое бюджетное планирование, системный анализ, социально-экономическое развитие региона

## APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS METHODOLOGY FOR THE STRATEGIC BUDGET PLANNING PROCESS

Starikova T.V., Bogomazova O.I.

*The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,  
Vladimir branch, Vladimir, e-mail: startv008@rambler.ru; dobra.bog@yandex.com*

The paper investigates the application of the system analysis' methodology to the process of strategic budget planning. It interprets the terminology of systems theory, applied to strategic of Russian budget planning. The stages of system analysis of the process of strategic budgetary planning are invented for its implementation in practice of the regional management of social and economic development. The application of this methodology are grounded for determine the structure and hierarchy of goals and objectives of social and economic development of the region in accordance with the available financial resources in the long term. The basic stages for using the methodology of the system analysis to the process of strategic budget planning are offered in article. In that way was made the configuration of problems in the functioning of region' social and economic system and defined the target parameters of the state of the regional socio-economic system and strategic budget planning. In conclusion, that application of system analysis methodology to the process of strategic planning of the budget let us to determine the structure and hierarchy of goals and objectives of social and economic development of the region in accordance with the available financial resources in the planning period.

**Keywords:** strategic budget planning, system analysis, social and economic development

Понятие системы чрезвычайно разнообразно и может быть применимо практически к любому предмету, процессу или явлению, при этом основополагающим при системном анализе социально-экономических процессов является выявление признака системности как «той самой определенной, подчиненной цели взаимосвязанности составных частей» [4, с. 12]. Используя методологию системного анализа для исследования процесса стратегического бюджетного планирования, следует уточнить ряд терминов и понятий, составляющих теорию систем.

В самом общем виде система – это комплекс взаимосвязанных элементов. Элемент – это относительно самостоятельный объект, который не поддается дальнейшему разделению (расчленению), имеет различные связи с другими объектами данной системы и выполняет определенные функции. Отсюда следует, что элемент – это крайне важная категория для исследования процесса стратегического бюджетного планирования, поскольку именно анализ системы государственного стратегического планирования, частью которой является стратегическое бюджетное планирование, с точки



зрения ее разделения на «элементарные» составляющие, позволит определить закономерности функционирования каждой части системы. Выделение подсистем, частей и элементов, составляющих систему государственного стратегического планирования, позволит детально исследовать строение самой системы, определить ее структурно-функциональные связи и иерархию отношений.

Следующим важным определением, используемым для целей системного анализа является «связь» или «отношения». Общая теория систем Л. Берталанди [5, с. 134–135] основывается на открытости всех систем и существовании связей и отношений в качестве способа обмена веществом, энергией и информацией как между подсистемами внутри одной системы, так и между различными системами. Поскольку все подсистемы и элементы целостной системы всегда вступают (или находятся) между собой

в определенных связях, то от качества, обоснованности и целесообразности существующих связей зависит жизнеспособность системы. В ходе системных исследований связи между элементами и подсистемами имеют большое значение, поскольку в процессе взаимодействия различных элементов и подсистем формируется способ их функционирования в целостной системе.

Состав подсистем и элементов, характер и способ их объединения определяют структуру системы. Именно структура «увязывает элементы и составные части системы в единое целое, используя для этого целый спектр властных, профессиональных, социальных и духовных зависимостей» [4, с. 110].

Применение терминологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования позволяет сформулировать их в следующей тематической интерпретации, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Терминология теории систем применительно  
к стратегическому бюджетному планированию субъекта РФ

| Базовые понятия теории систем | Понятия теории систем применительно к стратегическому бюджетному планированию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Система                       | <b>Стратегическое бюджетное планирование</b> это:<br>– система взаимосогласованных документов бюджетного планирования, характеризующих направления развития финансовой сферы региона, бюджетной и налоговой политики, в целях определения научно обоснованных представлений об обеспеченности бюджета субъекта РФ финансовыми ресурсами, необходимыми для достижения целей социально-экономического развития субъекта РФ, определенных Стратегией социально-экономического развития субъекта РФ;<br>– подсистем и элементов нормативного, правового, научно-методического, информационного и иного обеспечения процесса стратегического бюджетного планирования субъекта РФ;<br>– участников стратегического бюджетного планирования, осуществляющих направляющую, практическую и контрольную деятельность в сфере стратегического бюджетного планирования в регионе |
| Подсистема                    | <b>Подсистема стратегического бюджетного планирования</b> – это взаимосогласованные части системы стратегического бюджетного планирования, состоящие из:<br>– подсистемы оценки эффективности и результативности текущей бюджетной и налоговой политики субъекта РФ;<br>– подсистемы прогнозирования параметров бюджета субъекта РФ на долгосрочный период;<br>– подсистема определения приоритетных направлений развития бюджетной сферы региона, бюджетной и налоговой политики на долгосрочный период, обеспечивающих достижение стратегических целей социально-экономического развития региона                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Элемент                       | <b>Элементы системы стратегического бюджетного планирования</b> – это внутренние относительно неделимые составляющие части системы стратегического бюджетного планирования, к которым следует отнести:<br>– прогнозирование доходов бюджета субъекта РФ на среднесрочную и долгосрочную перспективу;<br>– прогнозирование расходов бюджета субъекта РФ на среднесрочную и долгосрочную перспективу;<br>– прогнозирование развития межбюджетных отношений на субфедеральном уровне;<br>– прогнозирование параметров дефицита (профицита) бюджета субъекта РФ на долгосрочный период;                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Окончание табл. 1

| 1         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Элемент   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– долгосрочное развитие стратегического контроля;</li> <li>– управление государственными долгосрочными долговыми обязательствами субъекта РФ;</li> <li>– прогнозирование государственной поддержки региональной экономики в долгосрочном периоде;</li> <li>– долгосрочное планирование развития социальной сферы региона</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Связь     | <p><b>Связи системы стратегического бюджетного планирования</b> – это механизм информационного, методического, ресурсного обмена между элементами и подсистемами системы стратегического бюджетного планирования, обеспечивающий внутренние и внешние коммуникации и функциональную жизнеспособность. К подобным механизмам следует отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– взаимодействия между элементами и подсистемами, в результате которых изменяются параметры, свойства и характеристики элементов и подсистем стратегического бюджетного планирования;</li> <li>– функциональные связи, обеспечивающие эффективную жизнедеятельность системы и реализацию стратегических направлений долгосрочного развития бюджетной сферы региона;</li> <li>– развивающие связи, обеспечивающие трансформацию системы стратегического бюджетного планирования из одного качественного состояния в другое.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Структура | <p><b>Структура системы стратегического бюджетного планирования</b> – это состав элементов и подсистем стратегического бюджетного планирования, способ их объединения и иерархичный характер отношений между ними. Структура системы стратегического бюджетного планирования определяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– целеустремленность системы стратегического бюджетного планирования – определение конкретных конечных результатов заданного социально-экономического и бюджетно-финансового состояния субъекта РФ;</li> <li>– эффективность системы стратегического бюджетного планирования – обеспечение приемлемого уровня соотношения результатов социально-экономического и бюджетно-финансового развития к осуществленным для их достижения затратам;</li> <li>– адаптивность системы стратегического бюджетного планирования к внутренним и внешним воздействиям – обеспечение способности системы стратегического бюджетного планирования к изменениям элементов, подсистем и связей под воздействием внутренних и внешних факторов, способствующих сохранению целеустремленности и эффективности функционирования;</li> <li>– саморазвитие системы стратегического бюджетного планирования – способность системы стратегического бюджетного планирования обеспечивать самостоятельный переход из одного качественного уровня в другой, более высокий, без снижения эффективности функционирования системы</li> </ul> |

Применение методологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования предполагает рассмотрение следующих основных этапов с учетом особенностей состояния социально-экономической системы региона в целом.

#### Этап 1. Формирование проблематики и конфигурирование проблемы

Выявление проблем функционирования социально-экономической системы региона, исследование различных точек зрения на существующие проблемы социально-экономической системы, позволяющие сформулировать проблематику, а также определение существующих отношений, в разрезе которых должны быть решены выявленные проблемы в целях ее конфигурации, является сложным и многоаспектным процессом.

Проведенный анализ позволяет очертить проблематику функционирования со-

циально-экономической системы регионов, что представлено в табл. 2.

#### Этап 2. Постановка задачи

Располагая формулировкой проблемы, ее проблематикой, необходимо определить круг задач, решение которых позволит минимизировать существующие проблемы функционирования социально-экономической системы региона через инструмент стратегического бюджетного планирования. При постановке задач необходимо учитывать желаемые направления трансформации социально-экономической системы региона и внедрения в практику регионального управления процесса стратегического бюджетного планирования. Перечень задач может быть представлен в следующем виде:

1. Определить актуальные направления развития социально-экономической системы региона на основе выявленных проблем.

Таблица 2

Формирование проблематики и конфигурирование проблем функционирования социально-экономической системы региона

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проблема функционирования региональной социально-экономической системы     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Низкое качество жизни населения.</li> <li>✓ Отсутствие положительной динамики показателей, характеризующих социально-экономическое развитие региона</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Проблематика функционирования региональной социально-экономической системы | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Отсутствие положительной динамики социально-экономического развития на фоне роста бюджетных доходов и расходов региона.</li> <li>✓ Отсутствие взаимосвязи между бюджетными расходами и решением наиболее острых социально-экономических проблем регионального развития.</li> <li>✓ Отсутствие институциональных механизмов согласования стратегических направлений социально-экономического развития региона и долгосрочного планирования бюджетных параметров региона.</li> <li>✓ Низкое доверие со стороны населения и бизнеса к политике социально-экономического развития региональных органов власти</li> </ul> |

2. Обеспечить взаимосвязь расходов регионального бюджета и стратегических целей социально-экономического развития региона в долгосрочной перспективе.

3. Разработать концепцию стратегического бюджетного планирования, направленную на финансовое обеспечение долгосрочного социально-экономического развития в регионе.

4. Предложить методику разработки бюджетной стратегии региона на основе стратегических направлений развития федерального, межрегионального и регионального уровней.

### Этап 3. Определение целей стратегического бюджетного планирования

Развитие социально-экономической системы региона через инструментарий стратегического бюджетного планирования предполагает множественность целей и их сложную иерархию вследствие широкой проблематики и большого количества заинтересованных сторон в решении существующих проблем. По нашему мнению, процесс целеполагания должен базироваться на следующих принципах:

1. При постановке целей необходимо учитывать, что социально-экономическая система региона на любой стадии своего жизненного цикла стремится достичь поставленных перед ней государством и обществом целей, рационально расходуя имеющиеся в ее распоряжении ресурсы, что присуще целеориентированным системам.

2. Диапазон целей функционирования социально-экономической системы региона может варьироваться от неких идеальных устремлений, достижение которых невозможно по причине отсутствия необходимых для этого ресурсов, до конкретных ко-

нечных результатов, свидетельствующих об определенном развитии данной системы.

3. Поскольку процесс целеполагания связан с определением желаемого состояния системы через установленный период времени, необходимо установить конкретные значения параметров состояния социально-экономической системы региона в будущем.

4. Обязательным условием постановки целей функционирования социально-экономической системы региона должна быть иерархичность целей, т.е. взаимосвязь целей системы и ее подсистем. Поскольку в данном исследовании развитие социально-экономической системы региона базируется на внедрении такого инструмента, как стратегическое бюджетное планирование, необходимо установить взаимосвязь между целями социально-экономической системы региона и ее подсистемы стратегического бюджетного планирования.

Постановка целей функционирования социально-экономической системы региона и подсистемы стратегического бюджетного планирования представлены в табл. 3.

### Этап 4. Определение критериев и ограничений при выборе путей достижения поставленных целей и сравнения возможных альтернатив

При определении критериев важно различать критерии эффективности, которые подлежат оптимизации в результате достижения целей функционирования исследуемой системы и критерии ограничения и сохранения, требующие достижения постоянства.

Система критериев достижения целей стратегического бюджетного планирования и выбора оптимальных путей их достижения допускает их множественность, поскольку предполагается множественность целевых ориентиров, которые, как правило, не могут быть описаны единственным критерием.

Таблица 3

Целевые ориентиры и целевые параметры состояния  
социально-экономической системы региона  
и системы стратегического бюджетного планирования

|                                                    | Целевые ориентиры                                                                                                                                                                                                           | Целевые параметры состояния                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Социально-экономическая система региона            | <p>Достижение качества жизни населения, превышающий средний по Российской Федерации уровень.</p> <p>Обеспечение устойчивого экономического роста.</p> <p>Решение наиболее актуальных социальных проблем</p>                 | <p>Достижение опережающих средние по Российской Федерации значений основных статистических показателей социально-экономического развития региона, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– естественный прирост населения;</li> <li>– среднедушевые доходы населения;</li> <li>– общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя;</li> <li>– численность врачей всех специальностей на 10000 тыс. человек населения;</li> <li>– количество социальных объектов, введенных в действие;</li> <li>– индекс промышленного производства;</li> <li>– сальдированный финансовый результат деятельности предприятий;</li> <li>– число организаций, выполнявших научные исследования и разработки;</li> <li>– прочие статистические показатели.</li> </ul> <p>Снижение статистических показателей социально-экономического развития региона ниже среднего по Российской Федерации значения, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уровень безработицы в регионе;</li> <li>– общий уровень смертности;</li> <li>– доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума;</li> <li>– уровень заболеваемости на 1000 человек населения (зарегистрированных заболеваний у больных с диагнозом, установленным впервые в жизни);</li> <li>– удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг;</li> <li>– степень износа основных фондов;</li> <li>– прочие статистические показатели</li> </ul> |
| Подсистема стратегического бюджетного планирования | <p>Развитие бюджетно-финансовой сферы региона в целях финансового обеспечения устойчивого развития региональной социально-экономической системы.</p> <p>Достижение высокого качества управления региональными финансами</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Обеспечение темпов роста бюджетных доходов региона выше среднего по Российской Федерации уровня;</li> <li>– Обеспечение доли эффективных расходов регионального бюджета выше среднего значения данного показателя по Российской Федерации;</li> <li>– Достижение полной сбалансированности регионального бюджета;</li> <li>– Обеспечение высокой эффективности и результативности бюджетных расходов, направляемых на поддержку региональной экономики и финансирование региональных экономических программ;</li> <li>– Обеспечение высокой эффективности и результативности расходов на развитие социальной сферы региона</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что процесс стратегического бюджетного планирования является важным инструментом, обеспечивающим долгосрочное развитие социально-экономической системы региона, применение которо-

го согласует направления развития экономики и социальной сферы региона с бюджетными расходами в долгосрочном периоде. Применение методологии системного анализа к процессу стратегического бюджетного планирования позволяет определить структуру

и иерархию целей и задач социально-экономического развития региона в соответствии с имеющимися финансовыми ресурсами в перспективном периоде, а также согласовать систему, подсистемы и элементы стратегического планирования на региональном уровне, определить типы и характер взаимосвязей между ними. Системный анализ процесса стратегического бюджетного планирования должен стать обязательным этапом в практической деятельности региональных органов управления при разработке долгосрочной стратегии социально-экономического развития территории.

#### Список литературы

1. Афанасьев В.Г. Научное управление обществом: (Опыт системного исследования). – Политиздат, 1968. – Т. 3.
2. Афанасьев В.Г. Системность и общество. – М.: Политиздат, 1980. – 308 с. С. 19.
3. Голосов О.В., Лаптев О.В. Регион: модельное отображение. – М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2007. – 350 с. С. 15–22.
4. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. – 423 с.
5. Bertalanffy L. An Outline of General Systems Theory // British J. for Phil. Of Sci. – 1950. – Vol. 1. – № 2. – P. 134–165.

#### References

1. Afanasief V.G. Nauchnoe upravlenie obshestvom (opit sistemnogo issledovaniya) [Scientific management of public (The experience of system research)]. Politizdat, 1968. T. 3.
2. Afanasief V.G. Sistemnost i obshestvo [Consistency and society]. M.: Politizdat, 1980. 308 pp. 19.
3. Golosov O.V., Laptev O.V. Region: modelnoe otobrazhenie [Region: Model display]. M.: ZAO «Izdatelstvo «Ekonika», 2007. 350 p. pp. 15–22.
4. Drogobickiy I.N. Sistemniy analiz v ekonomike [systematic analysis of the economy]. 2 izdanie pererab. I dop. M.: UNITI-DANA, 2011 423 p.
5. Bertalanffy L. An Outline of General Systems Theory. British J. for Phil. Of Sci. 1950. Vol. 1. no. 2. pp. 134–165.

#### Рецензенты:

Дигилина О.Б., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой экономики, ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Владимирский филиал, г. Владимир;

Кретинин В.А., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой государственного и муниципального управления, ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Владимирский филиал, г. Владимир.



УДК 336

## ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ФАКТОР РЕШЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

**Старченко Е.Н., Вержицкий Д.Г., Копышева Т.В.**

*Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»,  
Новокузнецк, e-mail: root@nkfi.ru*

В статье представлено обобщение опыта авторского коллектива по реализации проектов по повышению уровня финансовой просвещенности граждан в условиях высшей школы. Авторами подчеркнута возможность охвата широкого круга граждан различных возрастных групп в рамках просветительских мероприятий, направленных на ознакомление населения с основами персональных финансов, такими как вопросы налогообложения, обязательного и добровольного страхования, пенсионного обеспечения, потребительского, ипотечного кредитования, функционирования коммерческих банков, иных финансовых институтов. Высокая степень практической ориентации достигается также за счет интеграции усилий высшей школы, представителей бизнес-сообществ, органов государственной власти и местного самоуправления. Подчеркнута роль финансового просвещения в решении острых социальных проблем. Разработан проект для целевой аудитории, студентов высших учебных заведений, по решению жилищных проблем с использованием современных финансовых инструментов.

**Ключевые слова:** финансовая грамотность, персональные финансы, взаимодействие, социальные проблемы

## INCREASE OF THE FINANCIAL LITERACY POPULATION AS A FACTOR OF THE SOCIAL PROBLEMS SOLUTION

**Starchenko E.N., Verzhitskiy D.G., Kopysheva T.V.**

*Novokuznetsk Branch Institute of Kemerovo State University, Novokuznetsk, e-mail: root@nkfi.ru*

The article presents a synthesis of the experience of authors of projects to improve the financial education of citizens in terms of higher education. The authors emphasized the possibility of a cart-cover a wide range of people of different age groups within me-raising activities aimed at familiarizing the population with the basics of personal finance, such as taxation, compulsory and voluntary insurance, pensions, and in consumer, mortgage lending, commercial operation Banks and other financial institutions. The high degree of practical orientation is also achieved by integrating the efforts of the higher schools, the business community, public authorities and local governments. The role of financial education in solving pressing social problems. A project for the target audience of students of higher educational institutions to address the housing problems of the use of modern financial instruments.

**Keywords:** financial literacy, personal finance, interaction, social problems

Проблема развития финансового образования и повышения уровня финансовой грамотности населения является относительно новой, очень интересной и сложной для современного общества. Переоценить актуальность решения указанной проблемы (особенно в условиях неблагоприятной экономической конъюнктуры) крайне сложно. Во-первых, это связано с «традиционно» низкой осведомленностью граждан об основах финансовой системы Российской Федерации и функционировании персональных финансов, в том числе об основах пенсионного, социального, медицинского и других видов страхования; налогообложения физических лиц; кредитования и инвестирования. Во-вторых, растет популярность финансовых рынков как источника дохода. В-третьих, «традиционным» стало распространение мошеннических псевдоинвестиционных схем, финансовых пирамид, риск вовлечения населения в которые велик. Неосведомленность в финансовой сфере вкупе с неумением управлять собственными/при-

влеченными финансовыми ресурсами негативно отражается на финансовой безопасности и уровне жизни граждан.

В различных литературных источниках понятие «финансовая грамотность», как правило, трактуют двояко. С одной стороны, подразумевают совокупность знаний о финансовых рынках, особенностях их функционирования и регулирования, профессиональных участников и предлагаемых ими финансовых инструментах, продуктах и услугах, умение их использовать. С другой стороны, рассматривают данное понятие более широко, подразумевая, что финансовая грамотность – достаточный уровень знаний и навыков в области финансов, который позволяет правильно оценивать ситуацию на рынке и принимать разумные решения [1].

Вопросы непрерывного (ступенчатого) повышения финансовой грамотности населения в настоящее время приобретают особую актуальность. Это связано с ограниченностью финансовых ресурсов и необходимостью эффективного управления ими,

а также невозможностью в современных условиях решения всех социальных проблем (в первую очередь жилищной проблемы, проблем социального, медицинского и пенсионного обеспечения) на государственном и муниципальном уровне [2].

С 2009 года в России ведется планомерная работа, целью которой является повышение финансовой грамотности граждан: Правительством РФ разработана Концепция Национальной программы повышения уровня финансовой грамотности населения Российской Федерации, реализуются общероссийский проект «Финансовая грамотность в регионах России», региональные программы в рамках Проекта Минфина «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации», ежегодно внедряются локальные (территориальные) проекты.

В данной статье представлен проект «Повышение финансовой грамотности населения как фактор решения социальных проблем». Авторами изложена концепция повышения финансовой грамотности населения и опыт ее реализации, основанные на эффективном взаимодействии вуза с учреждениями среднего общего и профессионального образования, представителями бизнес-сообщества, органами власти и государствен-

ными финансовыми учреждениями. Основы взаимодействия представлены на рис. 1. Базой для реализации указанного проекта явилась кафедра финансов Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет» (далее кафедра финансов, кафедра), которая начиная с момента образования (2000 г.) ведет планомерную деятельность по продвижению идей финансовой грамотности среди школьников, студентов и иных граждан.

Субъектами, заинтересованными в реализации данного направления, являются:

- население как основной субъект, качество жизни которого необходимо повышать;
- органы муниципальной и государственной власти (в том числе налоговые инспекции, Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования);
- финансово-кредитные организации (банки, страховые компании и др.);
- предприятия и организации работодатели;
- образовательные учреждения (среднего специального и высшего уровней).

Достоинством проекта является его комплексность, которая позволяет учесть многообразие и многоаспектность финансовой жизни населения. **Целью** проекта «Повышение финансовой грамотности



Рис. 1. Направления взаимодействия с субъектами внешней среды в рамках реализации проектов по повышению финансовой просвещенности граждан

населения как фактор решения социальных проблем» является повышение уровня финансовой грамотности населения, а также формирование навыков защиты своих прав при пользовании финансовыми услугами. Задачами проекта поставлены следующие:

- ✓ повышение осведомленности граждан об основах финансовой системы РФ и функционировании персональных финансов: об основах пенсионного, социального, медицинского и других видов страхования; налогообложения физических лиц;
- ✓ просвещение граждан о финансовых рынках как источнике дохода;
- ✓ развитие способностей к принятию эффективных финансовых решений, в том числе по управлению личными финансами, защите прав потребителей;
- ✓ противодействие распространению мошеннических псевдоинвестиционных схем, финансовых пирамид за счет повышения финансовой грамотности населения;
- ✓ популяризация идеи финансовой грамотности в обществе.

Механизм реализации проекта включает в себя просветительские мероприятия в виде уроков финансовой грамотности; публикационно-просветительскую деятельность; проведение гостевых лекций; организацию тематических секций на конференциях школьников и студентов; реализацию практико-ориентированного подхода в учебном процессе; организацию стажировок, учебных и производственных практик в профильных организациях; проведение мероприятий в рамках реализации всероссийского проекта «Финансовая грамотность в регионах России»; разработку локальных проектов по повышению финансовой грамотности для конкретных категорий граждан в целях решения социальных проблем.

Проект включает в себя мероприятия, которые можно условно разделить на два типа: публикационно-просветительские и организационно-просветительские. Публикационно-просветительские мероприятия включают в себя публикацию специальной литературы (учебных пособий, статей, сборников статей), направленной на финансовое просвещение граждан. Среди мероприятий данного вида можно отметить издание серии учебных пособий (2010, 2013, 2014 гг.), посвященных функционированию финансового рынка в России: «Рынок ценных бумаг и биржевое дело», «Финансовый рынок: Рынок ценных бумаг». В учебных пособиях раскрываются сущность, виды и содержательная основа ценных бумаг, имеющих обращение в РФ. Рассмотрены различные аспекты функционирования рынка ценных бумаг: виды профессиональных посредников, содержание операций с финансовыми инструментами, порядок осуществления операций институциональными и частными инвесторами. Учебные посо-

бия ценны тем, что в них дается необходимый минимум теоретических и практических знаний о формировании и развитии рынка ценных бумаг, их обращении.

Сотрудником кафедры финансов издано пособие для граждан «Деньги. Фиаско экономических объяснений». В пособии доступно изложены такие сложные экономические вопросы и категории, как сущность и теории денег, инфляция, наличный и безналичный денежный оборот. Пособие ориентировано на широкий круг читателей-непрофессионалов.

Преподавателями кафедры ведутся исследования в сфере финансовой аренды. Издано учебное пособие, которое посвящено проблемам активизации лизингового бизнеса. В данном учебном пособии обобщен существующий в настоящее время нормативный и методический материал, а также изложены результаты прикладного экономического исследования «Подготовка методических рекомендаций по совершенствованию лизинговой деятельности. Разработка системы реализации инвестиционных проектов в социальной сфере через лизинг». Учебное пособие создавалось в первую очередь для предприятий-партнеров вуза, в том числе для коммерческих банков, предприятий и организаций различных форм собственности. Кроме того, оно применяется на учебных занятиях для студентов по дисциплине «Лизинг. Аутсорсинг. Аутстаффинг».

Кафедра поддерживает тесные связи с бизнес-сообществом. Начиная с 2004 года партнер вуза – ОАО АБ «Кузнецкбизнесбанк» – ведет постоянную рубрику «Кузнецкбизнесбанк. Просто о сложном» в общедоступной городской прессе. Публикации, представленные в рубрике, носят просветительский (образовательный) характер и представляют собой часть последовательной работы с гражданами, разъясняя сложные экономические и финансовые вопросы с позиций экономических потребностей самих граждан, возможностей и имеющихся ограничений банков, внешних экономических факторов, определяющих условия взаимодействия граждан с банками. В статьях (кратких, но актуальных) руководители банка высказывают свое мнение и дают комментарии по различным экономическим вопросам, в том числе и сформулированным самими гражданами (например: «В какой валюте лучше хранить деньги?», «От чего зависят процентные ставки по депозитам и кредитам?», «Как заработать на фондовом рынке?»), обеспечивая тем самым обратную связь для актуальности и эффективности взаимодействия. В 2014 году был опубликован сборник статей, в который вошли публикации и интервью 2004–2014 годов, авторами которых являются представители банка.

Организационно-просветительские мероприятия проекта представлены следующими. В 2013 году кафедрой финансов была организована работа и проведены мероприятия в рамках реализации всероссийского проекта «Финансовая грамотность в регионах России», проводимого по инициативе Администрации Кемеровской области под эгидой Администрации г. Новокузнецка. Заявленные мероприятия включали лекции, семинары и практические занятия для студентов ряда среднеспециальных и высших учебных заведений города, проводимые специалистами-практиками в конкретной области финансовой сферы (банковской, пенсионной, инвестиционной, защиты прав потребителей финансовых услуг). Тематика проведенных занятий касалась основ инвестирования, роли денег в платежном обороте, основ формирования пенсии и ряда других актуальных вопросов. Занятия сопровождаются обязательным распространением материалов просветительского характера среди целевой аудитории.

В 2012 году на кафедре сформирована группа инициативных преподавателей «Инвестиционный клуб» с участием работодателей и сторонних представителей финансового сектора Кемеровской области, ведется работа по созданию лаборатории финансовых исследований для реализации проекта адаптации студентов в бизнес-сообщество и выполнения хоздоговорных работ. В сентябре 2012 года на кафедре финансов создан научный кружок «Наука и финансовый рынок» для молодых ученых и аспирантов, интересующихся наукой и финансовыми проблемами.

В рамках Инвестиционного клуба проводится консультирование по вопросам инвестиций в ценные бумаги и деривативы, ознакомление с принципами работы трейдинговых платформ, в том числе с помощью системы QUIK. Интернет-трейдинговая система QUIK – это программный комплекс для обеспечения доступа к российским биржевым торговым системам в режиме онлайн. QUIK представляет собой многофункциональную информационно-торговую платформу, которая состоит из серверной части и рабочих мест (терминалов) клиента, взаимодействующих друг с другом через интернет. Сегодня это наиболее распространенная система интернет-трейдинга для работы на российском фондовом рынке.

На экономическом факультете в рамках дней молодежной науки ежегодно организуется работа секции «Финансы и кредит» на Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Цель – обсуждение актуальных проблем развития финансовых рынков в РФ и их влияния на персональные финансы. В целом популярность проводимой конференции с каждым годом растет, о чем

можно судить по увеличению числа студентов и школьников, принимающих в ней участие, а также по числу заявленных докладов и расширению тематики студенческих исследований в области финансов. Важным является то, что конференция имеет статус практико-ориентированной. Для увеличения тиражируемости результатов конференции в 2014 году сборник тезисов был издан в электронном виде и зарегистрирован в ФГУП НТЦ «Информрегистр».

На кафедре финансов ведется разработка локальных проектов по повышению финансовой грамотности для конкретных категорий граждан в целях решения социальных проблем. К данной проектной работе активно привлекаются студенты специальностей «Финансы и кредит» и «Государственное и муниципальное управление». Примером проекта, разработанного для конкретной категории граждан в целях решения социальной проблемы, является Проект по повышению финансовой грамотности студентов вуза в целях приобретения собственного жилья. Суть предлагаемой программы можно выразить следующим образом: повышенная стипендия, начисляемая студенту вузом, зачисляется на пополняемый депозитный счет (на период 2–3 года); после окончания вуза студент приобретает собственное жилье с привлечением ипотечного кредита, используя накопленные средства в качестве первоначального взноса (рис. 2).

Субъектами данной программы являются:

- непосредственно муниципальное образование, которое заинтересовано в обеспечении жильем граждан и решении жилищной проблемы;
- вуз, являющийся площадкой для диалога и заинтересованный в привлечении абитуриентов, а кроме того, в получении дополнительного сервиса от банков-участников;
- банки, привлекающие финансовые ресурсы граждан (на среднесрочный/долгосрочный период) с целью инвестирования;
- студенты, заинтересованные в приобретении собственного жилья.

Возможность реализации указанной программы базируется на повышенных стипендиях студентов, начисляемых вузами в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18.11.2011 г. № 945 «О порядке совершенствования специального обеспечения обучающихся в федеральных государственных образовательных учреждениях профессионального образования». Основаниями начисления повышенной стипендии могут быть: достижения в учебной деятельности; в научно-исследовательской деятельности; в спорте; в общественной и культурно-творческой деятельности.





Рис. 2. Схема взаимодействия основных субъектов программы

В соответствии с предлагаемой программой процесс приобретения жилья студентами будет проходить по двум стадиям: первая – накопление первоначального взноса на пополняемом депозитном счете, вторая – получение ипотечного кредита и приобретение жилья [3].

Сложность заключается в том, что в настоящее время банки не имеют соответствующих депозитных и кредитных продуктов направленных на конечную цель – приобретение жилья – для такой целевой аудитории, как студенты. Можно встретить такой продукт, как образовательные кредиты для родителей студентов вузов, но не более того [4]. На сегодняшний день необходимость разработки данных продуктов является более чем актуальной. Банки с филиальными сетями, как, например, Альфа-Банк, ВТБ-24, скорее всего, смогут предложить студентам ряд специальных условий, но в уже существующих продуктах с определенными линейками ставок. Региональные же банки смогут разработать совершенно новые наборы продуктов.

Приведенный Проект был представлен на Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, проводимой в рамках Международного форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Управляем будущим!» РАНХиГС, Сибирский институт управления, г. Новосибирск (24–26 ноября 2014 г.). Проект занял первое место в конкурсе и был награжден Дипломом I степени.

Реализация проектов по повышению финансовой грамотности граждан будет способствовать повышению осведомленности населения о финансовых продуктах; повышению уровня знаний населения в области личных финансов; изменению отношения населения г. Новокузнецка к финансовым институтам и продуктам, изменению их финансового поведения; повышению уверенности населения в принятии финансовых решений.

#### Список литературы

1. Банковская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://banks.academic.ru/1872> (дата обращения: 25.05.15).
2. Старченко Е.Н. Маркетинговое позиционирование промышленных моногородов как инструмент антикризис-

ной политики регионов. // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2010. – № 1 (41). – С. 85–90.

3. Старченко Е.Н., Часовников С.Н. Взаимодействие бизнеса и власти в жилищной сфере с целью повышения маркетинговой привлекательности города // Научные труды Вольного экономического общества России: сборник научных статей. Т. 166. – М.: Вольное экономическое общество России, 2012. – С. 460–462.

4. Старченко Е.Н., Часовников С.Н. Арендные отношения в сфере жилой недвижимости как элемент устойчивого развития промышленно-развитых регионов // Научные труды Вольного экономического общества России: сборник научных статей. Т. 174. – М.: Вольное экономическое общество России, 2013. – С. 191–194.

5. Часовников С.Н., Старченко Е.Н. Персональные финансы как источник устойчивого развития реального сектора экономики // Научные труды Вольного экономического общества России: сборник научных статей. Т. 174. – М.: Вольное экономическое общество России, 2013. – С. 207–210.

#### References

1. Bankovskaja jenciklopedija [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://banks.academic.ru/1872> (data obrashhenija: 25.05.15).
2. Starchenko E.N. Marketingovoe pozicionirovanie promyshlennyh monogorodov kak instrument antikrizisnoj politiki regionov // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2010. no. 1 (41). pp. 85–90.
3. Starchenko E.N., Chasovnikov S.N. Vzaimodejstvie biznesa i vlasti v zhilishhnoj sfere s celju povyshenija marketingovoj privlekatel'nosti goroda. // Sbornik nauchnyh statej «Nauchnye trudy Vольnogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii», Tom sto shestidesjat shestoj, M.: Vольnoe jekonomicheskoe obshhestvo Rossii, 2012. pp. 460–462.
4. Starchenko E.N., Chasovnikov S.N. Arendnye otnoshenija v sfere zhil'noj nedvizhimosti kak jelement ustojchivogo razvitija promyshlennno-razvityh regionov. // Sbornik nauchnyh statej «Nauchnye trudy Vольnogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii», Tom sto semdesjat chetvertyj, M.: Vольnoe jekonomicheskoe obshhestvo Rossii, 2013. pp. 191–194.
5. Chasovnikov S.N., Starchenko E.N. Personalnye finansy kak istochnik ustojchivogo razvitija realnogo sektora jekonomiki // Sbornik nauchnyh statej «Nauchnye trudy Vольnogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii», Tom sto semdesjat chetvertyj, M.: Vольnoe jekonomicheskoe obshhestvo Rossii, 2013. pp. 207–210.

#### Рецензенты:

Степанов И.Г., д.э.н., профессор, Новокузнецкий институт (филиал), ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк;

Затепякин О.А., д.э.н., профессор, филиал, ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Новокузнецк.



УДК 331.101.386

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Тихомирова Т.А., Степанов А.А.

*Кемеровский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)», Кемерово, e-mail: AStepanov@mesi.ru*

Внедрение элементов процессного подхода в управление персоналом позволяет достичь максимальной эффективности расходов на персонал, обеспечить соответствие уровня квалификации, инновационного потенциала и организационной сплоченности персонала стратегическим целям и задачам организации. Процессный подход помогает наладить реализацию функций управления персоналом и обеспечить сочетание данных функций в качестве системы. В рамках подобной системы управления персоналом могут выделяться различные элементы, среди которых планирование потребности и маркетинг персонала, организация найма и учета персонала, формирование условий труда, социальное обеспечение, развитие персонала, работа с кадровым резервом, управление карьерой и служебно-профессиональное продвижение персонала. Немаловажную роль в системе управления персоналом занимают профессиональные конкурсы. Активность участия коллектива в профессиональных конкурсах вносит весомый вклад в развитие кадрового потенциала и открывает новые возможности для повышения конкурентоспособности организации. В работе профессиональные конкурсы раскрываются как вид деятельности в рамках процесса управления персоналом образовательной организации.

**Ключевые слова:** менеджмент, образовательное учреждение, управление персоналом, профессиональная мотивация, профессиональный конкурс, системы стимулирования, процессный подход

## THE TEACHER'S PROFESSIONAL CONTESTS AS ELEMENT OF THE PROCESSING IN THE MANAGEMENT OF EDUCATION ORGANIZATION PERSONNEL

Tikhomirova T.A., Stepanov A.A.

*Kemerovo branch of Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics,  
Kemerovo, e-mail: AStepanov@mesi.ru*

The introduction of elements of the processing in personnel management allows to achieve maximum efficiency in staff costs, to ensure that the skill levels, innovative capacity and organizational cohesion personnel strategic goals and objectives of the organization. The processing helps to establish the implementation of the HR-function and to provide a combination of these functions as a system. As part of this human resource management system can be allocated various elements, including requirements planning and marketing staff, the organization of recruitment and accounting personnel, formation of working conditions, social security, personnel development, work with the personnel reserve, career management and professional promotion of the service and staff. An important role in the management of staff take professional competitions. The active participation of staff in professional competitions is making a significant contribution to the development of human resources and opportunities to improve the competitiveness of the organization. In the professional competitions are disclosed as an activity in the process of personnel management of the educational organization.

**Keywords:** management, educational institution, personnel management, professional motivation, professional competition, stimulation systems, process approach

Повышение конкурентоспособности образовательного учреждения на современном рынке образовательных услуг является наиважнейшей задачей. Решение данной задачи возможно несколькими путями: более эффективное использование образовательных ресурсов (операционная синергия); достижение конкурентных преимуществ (синергия менеджмента); информационный эффект синергии, связанный с эффективностью регионального рынка образовательных услуг (информационная синергия), увеличение внешнего взаимодействия путем осуществления коммуникации, сотрудничества и взаимодействия с партнерами, развитие человеческого капитала путем реализации

образовательных программ по вновь вводимым специальностям, осуществление подготовки кадров по специальностям, востребованным на рынке труда, с учетом компетенций, разработанных местными компаниями, включения в учебные программы изучения современных технологий, внедренных на предприятиях; обеспечение стажировки, повышения квалификации, дополнительного образования, переподготовки преподавателей; повышения их профессиональной мотивации и т.д. [4].

Сохранение самостоятельности образовательных организаций профессионального образования в сложных экономических условиях с учетом государственной политики

в части проведения мониторингов эффективности и укрупнения организаций требует активизации использования внутренних резервов. Среди таких резервов особую роль занимает профессионально-квалификационный уровень профессорско-преподавательского коллектива и качество образования. Важным стимулом повышения квалификации педагогических работников и производительности их труда, помимо заработной платы и иных выплат материального характера, являются профессиональные конкурсы (трудовые соревнования) [1].

Под профессиональными конкурсами подразумеваются конкурсы профессионального мастерства, организуемые на уровне организации и за ее пределами, предметом которых может являться любой этап производственного процесса либо процесса выполнения работ и оказания услуг. Профессиональные конкурсы, повышают корпоративный дух соревнования, творческую активность и инициативу педагогического работника и их профессионально-квалификационный уровень [2]. Одной из главных целей организации профессиональных конкурсов в образовательной сфере считается сплочение профессионального сообщества, обмен опытом, развитие творческой инициативы, создание высокой мотивации к труду, укрепление организационно-исполнительской дисциплины. Первоочередными задачами профессиональных конкурсов в образовательной сфере являются улучшение качественных показателей в обра-

зовательном процессе, поиск нестандартных педагогических приемов и методов, повышение квалификации педагогических работников [3].

Остановимся на профессиональных конкурсах работников среднего профессионального образования. Содержание каждой из предложенных форм профессиональных конкурсов работников образовательных организаций представлено в таблице [4].

Для образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования, активное участие преподавателей в профессиональных конкурсах обеспечивает популяризацию информации об организации, привлечение дополнительного финансирования, привлечение к сотрудничеству работодателей, улучшение показателей активности преподавательского корпуса, улучшение контактов с органами власти, поиск и внедрение в образовательный процесс передовых образовательных технологий, повышение уровня мобильности преподавателей и др. [4].

Таким образом, складывается ситуация в которой образовательные организации среднего профессионального образования особо заинтересованы в активном участии работников в профессиональных конкурсах. Учитывая актуальность данного вопроса, необходимо разрабатывать (при отсутствии) и реформировать (при наличии «слабых мест») систему стимулирования работников образовательных организаций к участию в профессиональных конкурсах [4].

Содержание профессиональных конкурсов различных форм для работников образовательных организаций

| Форма проведения профессионального конкурса | Содержание профессионального конкурса                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Конкурс грантов                             | Подача заявок от имени организаций, коллективов преподавателей, индивидуальных заявок на участие в выделении безвозмездных целевых сумм денежных средств (грантов) по направлениям |
| Мастер-класс                                | Разработка собственных образовательных методов и приемов, их публичная демонстрация на целевой аудитории                                                                           |
| Конкурс методических разработок             | Заочные конкурсы-смотри, выставки педагогических методических разработок                                                                                                           |
| Конкурс электронных средств обучения        | Разработка оформления и содержания электронных образовательных контентов                                                                                                           |
| Конкурс научных работ                       | Проведение целевых либо авторских научных исследований по актуальным темам                                                                                                         |
| Конкурс прикладных работ и разработок       | Проектирование полезных моделей, создание программного обеспечения и т.д.                                                                                                          |
| Прочие конкурсы                             | Содержание конкурсов данных форм определяется оргкомитетом                                                                                                                         |

Практическая часть работы строилась на базе Кемеровского филиала ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)» (далее КФ МЭСИ). Кемеровский филиал ведет активную научно-образовательную деятельность в целях интеграции бизнеса, науки и учебного процесса. Специалисты филиала принимают участие в выполнении государственных заказов на прикладные научные исследования по актуальным проблемам социально-экономического развития региона. Позиционирование образовательной организации на рынке профессионального образования определяет особую актуальность исследования [5].

Анализ системы стимулирования к участию в профессиональных конкурсах преподавателей Кемеровского филиала МЭСИ строился на основе локальных нормативных документов, интервью с руководством и анкетирования преподавателей. Проведенный анализ показал, что в 5 ключевых структурных компонентах системы стимулирования нет ни единого полностью представленного внешними стимулами. Неполюценная система стимулирования участия преподавателей образовательной организации в профессиональных конкурсах неспособна учесть весь комплекс интересующих внешних стимулов, соответственно, не способствует достижению главной цели – побуждения преподавателей к активному участию в профессиональных конкурсах.

На основе проведенного анкетирования преподавателей был составлен общий мотивационный портрет педагогического коллектива образовательной организации (рис. 1).

педагогического коллектива образовательной организации показал, что в данном образовательном учреждении из 100% штатных преподавателей лишь 70% имеют положительную мотивацию к участию в профессиональных конкурсах. Более чем у 30% преподавателей на индивидуальном уровне отсутствует мотивация к участию в педагогических профессиональных конкурсах, очевидно, что данный факт должен учитываться в процессе разработки и внедрения системы соответствующей мотивации в филиале. Одной из важных функций профессиональной ориентации является социальная функция – оказание помощи в выборе профессии, построении и управлении карьерой, социальной и психологической адаптации в начальном периоде обучения и трудовой деятельности. Конечным результатом профориентационной работы является социально-экономический, дающий реальную выгоду и отдельному человеку, и государству в целом [5].

Благодаря проведенному анкетированию было установлено отношение педагогического коллектива к участию в профессиональных конкурсах (рис. 2). Около 14% штатных преподавателей филиала принципиально не участвуют в профессиональных конкурсах, соответственно, не способны внести свой вклад в суммарный показатель активности по учебному заведению. Порядка 13% респондентов участвуют в профессиональных конкурсах примерно 1 раз в 5 лет, 17% принимают участие в профессиональных конкурсах 1 раз в 2–3 года. Таким образом, порядка 44% опрошенных преподавателей не способствуют достижению общей корпоративной цели образовательной организации. Складывается ситуация, в которой либо необходимо

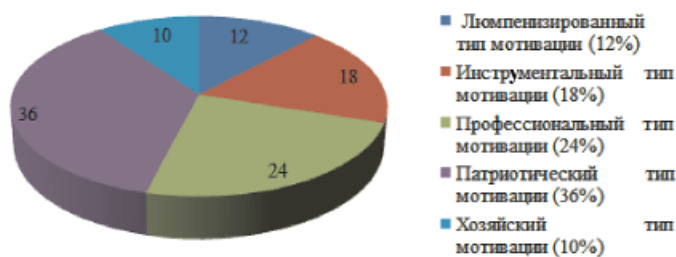


Рис. 1. Общий мотивационный портрет педагогического коллектива образовательной организации, % [4]

Согласно теории В.И. Герчикова, существует пять типов мотивации: люмпенизированный, инструментальный, профессиональный, патриотический, хозяйский. Анализ общего мотивационного портрета

максимально использовать ресурсы оставшихся 56% преподавателей, либо создавать условия для повышения конкурсной активности группы преподавателей, не участвующих в конкурсах.

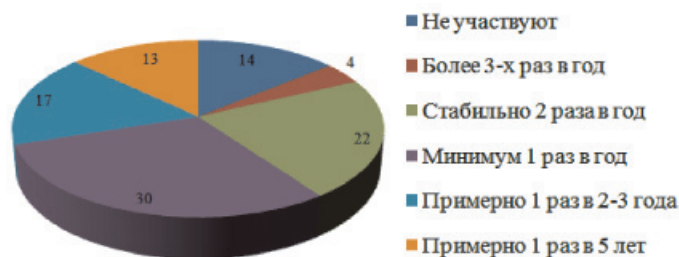


Рис. 2. Активность участия педагогического коллектива образовательной организации в профессиональных конкурсах (% от общего числа штатных преподавателей) [4]

При чрезмерном использовании ресурсов активных преподавателей может произойти их переутомление и подрыв интереса. Наиболее рациональным решением является использование потенциального резерва – 44 % преподавателей, не участвующих в конкурсах. Преподавателям было предложено выбрать 10 наиболее эффективных стимулов участия в профессиональных конкурсах. Благодаря проведенному анализу установлено, что в существующей и применяемой системе стимулирования участия в профессиональных конкурсах образовательной организации отсутствуют те стимулы, которые являются, по мнению преподавателей, наиболее эффективными.

В ходе проведенного анализа системы стимулирования к участию преподавателей в профессиональных конкурсах были выявлены следующие проблемы:

1. Несоответствие существующей системы стимулирования в плане соотношения материальных и нематериальных стимулов (в системе отдан приоритет материальным стимулам, однако преподаватели обозначили в качестве наиболее эффективных нематериальные стимулы). Предлагается включить в систему стимулирования участия преподавателей филиала в профессиональных конкурсах различные организационные стимулы. Отметим, что среди предложенных к внедрению нематериальных стимулов, финансовых затрат требуют только разовые надбавки к заработной плате за интенсивность труда, а также единовременные выплаты за призовые места в профессиональных конкурсах). Для внедрения прочих предложенных организационных стимулов материальные затраты не потребуются, речь идет о перераспределении ресурсов [4].

2. Общий мотивационный портрет преподавателей образовательной организации показал наличие в коллективе 12 % преподавателей люмпенизированного типа. Система стимулирования к участию преподавателей

в профессиональных конкурсах не содержит отрицательных стимулов для данной группы персонала. Предлагается рассмотреть вопрос о включении отрицательных внешних стимулов в существующую систему.

3. Установлено, что более 35 % преподавателей образовательной организации считают, что существует негласное требование о минимальном педагогическом стаже для эффективного участия в профессиональных конкурсах. По мнению данной группы респондентов, их профессиональный опыт не соответствует минимально необходимому и участие в профессиональных конкурсах заведомо обречено на неудачу [4].

В качестве решения данной проблемы необходимо внедрить в образовательной организации программу методических совещаний для молодых преподавателей, посвященных участию в профессиональных конкурсах. Предлагается рассмотреть вопрос о привлечении к участию в конкурсах молодых преподавателей в тандеме с их опытными наставниками. Участие в профессиональном конкурсе может стать одним из основных критериев в вопросе определения соответствия занимаемой должности по истечении испытательного срока [4].

4. В процессе анализа официальных документов было установлено, что в образовательной организации фиксируются не все факты участия преподавателей в профессиональных конкурсах в результате неинформирования со стороны преподавателей. Для исправления ситуации требуется разработка системы учета внеаудиторной активности преподавателей, предназначенная обеспечить учет 100 % внешней активности преподавателей. Предлагаемые рекомендации имеют определенный социальный эффект, который заключается в снижении напряженности в коллективе, уходе от излишних отчетных форм и бумажного делопроизводства, побуждении преподавателей к участию в конкурсах с учетом индивидуальных мотивационных особенностей,

внесении в сложившуюся систему тех стимулов, которые охватили бы ранее не мотивированных преподавателей, снижении нагрузки активных и результативных преподавателей [4].

Таким образом, применение элементов процессного подхода в целях повышения конкурентоспособности образовательного учреждения, вопросы профессиональной мотивации преподавателей учебного образовательного учреждения приобретают решающее значение и оказывают существенное влияние на их удовлетворенность своей профессиональной деятельностью и в конечном счете на качество оказываемых образовательных услуг [5].

#### Список литературы

1. Большаков Н.М. Обобществление региональной образовательной сферы как фактор повышения конкурентоспособности // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2009. – № 1. – С. 78–85.
2. Лукашевич В.В. Мотивация труда персонала (образовательных организаций): учебное пособие для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Изд. Дом «Деловая литература» – Изд-во «Геа», 2012. – 253 с.
3. Магура М.И. Оценка работы персонала: практическое пособие для руководителей разного уровня и специалистов кадровых служб / М.И. Магура, М.Б. Курбатова. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2013. – 144 с.
4. Степанов А.А. Профессиональные конкурсы преподавателей: монография. – LAP LAMBERT, Германия, 2015.
5. Тихомирова Т.А., Сьянов А.В. К особенностям трудовой мотивации молодежи // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–11. – С. 2535–2540.
6. Gorbunov M.A. Proc. Mezregion scientific-practical conference. – Novosibirsk, SAFBD, 2008. – Part 2. Vol. 2.
7. Gorbunov M.A. Sibirskaya finansovaya shkola [Siberian Finance School]. – 2012. – № 1. – P. 122–127.

8. Gorbunov M.A., Kleshkov V.M., Medvedev A.V. Rossiyskoye predprinimatelstvo [Russian Entrepreneurship]. – 2009. – № 11(1). – P. 64–69.

9. Johnson D., Scholes K., Whittington R. Corporate Strategy. – Moscow, St. Petersburg, Kiev: Publishing house «Williams», 2007. – 800 p.

#### References

1. Bolshakov N.M. *Ekonomika severo-zapada: problem i perspektivy razvitiya* [The economy of the North-West: problems and prospects]. 2009. no. 1. pp. 78–85.
2. Lukashevich V.V. *Motivatsiya truda personala* [The motivation of the personnel]. Moscow: Izd. Dom «Delovaya literatura», Izd-vo «Gea», 2012. 253 p.
3. Magura M.I., Kurbatova M.B. *Otsenka raboty personala* [Evaluation staff]. Moscow: ЗАО «Biznes-shkola «Intel-sintez», 2013. 144 p.
4. Stepanov A.A. *Professionalnye konkursy prepodavatelei* [Teachers Professional competitions]. LAP LAMBERT, Germany, 2015.
5. Tikhomirova T.A., Syanov A.V. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental research]. 2014. no. 9(11). pp. 2535–2540.
6. Gorbunov M.A. *Proc. Mezregion scientific-practical conference. Novosibirsk, SAFBD*, 2008. Part 2. Vol. 2.
7. Gorbunov M.A. *Sibirskaya finansovaya shkola* [Siberian Finance School]. 2012. no. 1. pp. 122–127.
8. Gorbunov M.A., Kleshkov V.M., Medvedev A.V. *Rossiyskoye predprinimatelstvo* [Russian Entrepreneurship]. 2009. no. 11(1). pp. 64–69.
9. Johnson D., Scholes K., Whittington R. *Corporate Strategy*. Moscow, St. Petersburg, Kiev: Publishing house «Williams», 2007. 800 p.

#### Рецензенты:

Поварич И.П., д.э.н., профессор, зав. кафедрой менеджмента, Кемеровский государственный университет, г. Кемерово;

Косинский П.Д., д.э.н., профессор, Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово.



УДК 330:339.13:338.43

## ГОСУДАРСТВЕННОЕ И МУНИЦИПАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТОВАРНЫХ РЫНКОВ В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОЙ ЭКОНОМИКИ

**Харитонов Е.Л.**

*Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова,  
Новочеркасск, e-mail: elenaharitonowa@mail.ru*

В данной статье рассматривается трансформация российского товарного рынка с точки зрения происходящих тенденций в современном экономическом пространстве, что приводит к изменению векторной направленности экспортно-импортных отношений, требующей необходимой переориентации его на новые рынки сбыта. Рассмотрены методы государственного и муниципального управления товарным рынком. Даны частные рекомендации в условиях стагнации российской экономики, предложены механизмы поддержания товарного потенциала, способствующие ослаблению негативных тенденций экономики со стороны государственных и муниципальных органов власти, что должно привести к максимальному экономическому эффекту от интеграции в рамках континентов и между континентами, представляющему огромный потенциальный источник для функциональных экономических союзов, его значимость в социально-экономическом развитии территории. Анализу данных вопросов и посвящена настоящая статья.

**Ключевые слова:** трансформация, товарный рынок, экспортно-импортные отношения, государственное и муниципальное управление, экономическое развитие, конкурентоспособность, рынок сбыта, диверсификация экономики

## THE STATE AND MUNICIPAL REGULATION OF TRADE MARKETS IN CONDITIONS OF TURBULENT ECONOMICS

**Kharitonova E.L.**

*Platov South-Russian State Polytechnic University, Novocherkassk, e-mail: elenaharitonowa@mail.ru*

The transformation of the Russian trade market is considered in this from the point of view of happening tendency in modern economical space, what lead to the change of vectorial directions of export-imported attitudes, demanding necessary it's reorientation to the new markets. Methods of state and municipal management market have been considered. Gave the private recommendations in conditions of stagnation of Russian economics, offered the mechanism of maintenance market's potential, which promote the weakening negative tendency of economics from the state part and municipal government bodies. It must lead to the maximum economic effect from the integration within limits of continents and between continents, presented the enormous potential source for the functional economical unions, its significance in the social and economic development of the territory. The present article also is devoted the analysis of these questions.

**Keywords:** the transformation, trade market, export-imported attitudes, the state and municipal regulation, economical progress, concrete ability, market of sale, diversification of economics

Социально-экономическая модель пост-глобального мира в противовес детерминированной, синергетической глобальной модели управления, с характерными чертами неolibеализма и четким концептом формирования однополярного мира как системы императивной интенсификации и всемирном распространении свободного рынка как экстенсивно – в международном масштабе, так и интенсивно – во внутригосударственном масштабе, представляет собой функционирование открытых глобальных систем и процессов в международном сообществе, способствуя формированию мультиполярного мира, базирующегося на принципах социального государства.

В сложившихся условиях усиливающегося кризиса идентичности процессы конвергенции становятся толчком для обратной тенденции дивергенции, требующей перехода на новые правила внешнеторговых отношений, в том числе на внутрен-

нем рынке. Баланс «плюсов» и «минусов» в значительной степени будет зависеть от того, насколько эффективно станет проводиться межстрановая торгово-экономическая политика, использоваться новый арсенал инструментов в торговых отношениях и переговорах, направленных на отстаивание собственных экономических интересов.

Товарные рынки играют объединяющую роль в социально-экономической системе, как на национальном, так и на мировом уровнях. Классификация товаров и рынков была предложена основателем региональной экономики У. Изардом. Изучая межрегиональные товарные и финансовые потоки, У. Изард приходит к выводу о том, что любой стране присущ не единый обширный рынок, а иерархия рынков: рынки национальные, рынки региональные, рынки субрегиональные и рынки местные [3].

Они возникают и развиваются по мере углубления производственных, научно-технических, коммерческих, валютно-финансовых и денежно-кредитных связей, основанных на международном разделении труда. Основными инструментами функционирования товарных рынков в условиях глобализации мировой экономики являются международная торговля товарами и услугами, международное промышленное и научно-техническое сотрудничество, международная миграция капитала, международные валютные и финансово-кредитные отношения.

Товарный рынок является, с одной стороны, сферой товарообмена, а с другой стороны, организационно-хозяйственной деятельностью экономических субъектов, которая ориентирована на продвижение товара от производителя к потребителю.

Составными элементами товарного рынка являются в основном товарное предложение, потребительский спрос и цена товара.

Товарное предложение – объем товаров, которые предназначены для реализации. Показателями, характеризующими товарное производство, являются совокупный объем производства товаров по стране, импортные закупки и товарные запасы.

Спрос характеризуется уровнем платежеспособности населения страны и определяется потребительскими предпочтениями и суммой средств, которую они способны оплатить.

Цена товара представляет собой денежное выражение стоимости товара. В настоящий момент для российской экономики наиболее оптимальным является гибкое сочетание государством прямых и косвенных методов регулирования цен. К нарушениям государственной дисциплины цен, в частности, относятся [2]:

- завышение государственных регулируемых цен и тарифов на товары и услуги, в том числе фиксированных цен и тарифов, предельных уровней рентабельности, предельных коэффициентов повышения цен и тарифов;

- завышение установленных надбавок к ценам и тарифам, начисление непредусмотренных надбавок, а также непредоставление установленных скидок;

- применение свободных оптовых цен, тарифов, наценок и надбавок, не согласованных с потребителями в установленном порядке; завышение цен на продукцию, по которой из-за конструктивных или технологических недостатков не достигнуты потребительские свойства, принятые при согласовании их уровня.

Потребительские свойства определяют соотношение цен между отдельными това-

рами, их видами и разновидностями. Помимо этого условия реализации товара зависят от изменения спроса и предложения, что влияет на конъюнктурные колебания цен.

Основными показателями функционирования товарного рынка являются:

- 1) объем товарного рынка (максимальный товарный объем реализации в конкретный момент времени при данном уровне платежеспособности спроса, розничных цен и товарного предложения);

- 2) динамика развития товарного рынка страны (рассматривается по отдельным отраслям, которые в совокупности образуют общий товарный рынок страны);

- 3) степень диверсифицированности товарного рынка (уровень охвата данным видом товара географической, этнической и платежеспособной составляющей населения страны);

- 4) качество товара (набор свойств товара, набор требований, предъявляемых потребителями к товару (например, послепродажное обслуживание));

- 5) конкурентоспособность товаров на рынке (набор свойств товара, отвечающих требованиям, которые сформировались на рынке в данный момент времени).

В ходе проведенного анализа было выявлено, что в настоящий момент времени наблюдается неблагоприятная (низкая) конъюнктура, которая является следствием диспропорций рынка, для которых характерно отсутствие или снижения спроса, резкая волатильность цен, кризис сбыта, дефицит товаров. Надвигающийся кризис сбыта прямым образом оказывает влияние на экспортно-импортные объемы товара.

Спад во внешней торговле начал наблюдаться с осени 2014 года, после того как были введены торгово-экономические санкции, связанные с ограничением инвестирования и запретом на поставки отдельных товаров, что привело к обесцениванию курса национальной валюты.

В анализе структуры внешней торговли со странами дальнего зарубежья постепенно происходят следующие изменения: растет доля стран азиатско-тихоокеанского региона и сокращаются объемы торговли с Европой. Но показатели внешней торговли со странами дальнего зарубежья также остаются низкими [5].

По итогам I квартала 2015 года положительное сальдо внешней торговли РФ снизилось на 12,2% и составило \$48,3 млрд. По данным таможенной статистики в январе 2015 года внешнеторговый оборот России составил 39 млрд долларов и по сравнению с январем 2014 года снизился на 33,9%. Импорт России в январе 2015 года составил

11,4 млрд долларов (–41%). Экспорт составил 27,6 млрд (–30,3%). Основу российского экспорта в январе 2015 года в страны дальнего зарубежья составили топливно-энергетические товары, удельный вес которых в товарной структуре экспорта составил 75,7% (в январе 2014 года – 77,8%). Стоимостной объем топливно-энергетических товаров в сравнении с аналогичным периодом ранее снизился на 30,7%, а физический возрос на 17,1%. Среди крупнейших торговых партнеров РФ в странах дальнего зарубежья наибольший спад товарооборота отмечен с Польшей (–48,1%) и Соединенным Королевством (–50,1%). На долю Европейского союза пришлось 45,4% российского товарооборота, на страны СНГ – 11,4%, страны ЕАЭС – 6,4%, страны АТЭС – 28,1%. Товарооборот с Китаем составил \$15,3 млрд (–28,7%), с Нидерландами – \$11,3 млрд (–37,2%), Германией – \$11,2 млрд (–34%), Италией – \$8,5 млрд (–26,2%), Турцией – \$7,1 млрд (–9,6%), Японией – \$6,1 млрд (–8,9%), США – \$5,3 млрд (–17,4%) [2].

Сокращение экспортных поставок вызвано, с одной стороны, снижением цен на российские товары, с другой стороны, связано с сокращением объемов их вывоза. Усугубляли спад экспорта и такие внутриэкономические проблемы, как снижение объемов производства обрабатывающих отраслей на 30%, соответственно, товарное предложение падало, платежеспособность населения страны и товарный спрос оставались низкими.

На товарный спрос повлиял в том числе и уровень безработицы. Так, например, с декабря 2014 года по февраль 2015 года общая численность безработного населения увеличилась на 400 тысяч человек, составив, таким образом, 4,4 млн (5,8% от экономически активной части населения). Наибольшее высвобождение занятых наблюдалось в обрабатывающей промышленности (особенно в машиностроении и металлургии), строительной отрасли и в агропромышленном комплексе.

В условиях стагнации экономики необходимо использовать государственные и муниципальные механизмы поддержания товарного потенциала, способствующие ослаблению негативных социально-экономических тенденций. На наш взгляд, необходимо увеличение регулирующих механизмов со стороны органов государственной и муниципальной власти в экономике.

Государственное (муниципальное) регулирование структуры товарных рынков направлено на достижение такой сбалансированной цели, как обеспечение национальной экономической политики за счет

создания предпочтений определенным категориям субъектов и поддержании умеренной рыночной концентрации, которая обеспечивается за счет умеренной интенсивности конкуренции; открытости рынка для иностранных контрагентов; регулирования барьеров входа на рынок потенциальных конкурентов; поддержки внутренних производительных сил.

Государственное регулирование развития товарного рынка представляет собой систему экономических, административных и нормативно-законодательных мер с целью обеспечения его устойчивого развития и адаптации к изменяющимся условиям. Тенденции экономических условий таковы, что требуют проведения диверсификационной направленности экономики в условиях санкций и контрсанкций.

Для комплексного решения поставленной задачи в нашей стране, связанной с модернизацией экономики на основе производственной диверсификации за счет инновационной направленности как в техническом и технологическом оснащении, так и в структуре управления, требуются структурные преобразования в экономике народного хозяйства для повышения качества и уровня жизни населения, преодоления технологического отставания, снижения сырьевой зависимости экономики государства, развития отраслей, ориентированных как на внутренний, так и на мировой рынок для обеспечения экономической безопасности в условиях турбулентной экономики. Достижение перечисленных выше задач невозможно без создания соответствующего инфраструктурного обеспечения. На наш взгляд, инфраструктура – это система обслуживающих структур или объектов, функциональная направленность которых заключается в создании и обеспечении благоприятных условий для развития отраслей экономики и удовлетворения потребностей местного сообщества. Инфраструктура товарного рынка формируется из совокупности следующих институциональных единиц: оптовая и розничная торговля, аукционы, ярмарки, товарные биржи, государственная контрактная система, инспекция по контролю над ценами, антимонопольные структуры и др.

Необходимо точечное развитие отечественного производства для отраслей, зависящих от импорта, в том числе развитие наиболее слаборазвитых отраслей, таких как обрабатывающая и сельскохозяйственная отрасли, что в конечном счете приведет и к товарной диверсификации. Иными словами, введенные санкции требуют от российских хозяйствующих субъектов

освоения новых видов производств и переориентации рынков сбыта.

Следует отметить, что главная стратегическая цель муниципальной политики – повышение уровня и качества жизни местного сообщества, которые определяются конкурентной средой, основными элементами которой являются географическое положение, инфраструктурный и ресурсный потенциал, условия функционирования отраслевой экономики.

В настоящее время товарные рынки большинства муниципальных образований характеризуются изолированностью, вызванной низкой плотностью населения, слабо развитой логистикой.

Исходя из этого, приоритетными направлениями развития конкурентных преимуществ в муниципальных образованиях должны стать:

- разработка механизмов, направленных на развитие конкуренции в приоритетных отраслях экономики;
- проведение мониторинга конкурентной среды и условий хозяйственной деятельности экономических субъектов;
- активизация информационно-ориентировочных методов.

Для развития внутреннего производства и товарному самообеспечению территории как единого производственного, социально-экономического и природного комплекса местные органы власти административными ресурсами способны стимулировать производство за счет создания благоприятных условий для хозяйствующих субъектов в виде налоговых послаблений, применения различных форм частно-муниципального и социального партнерства при реализации комплексных проектов [6].

Наряду с предложенными мерами необходима переориентация товарного рынка и расширение экономических связей со странами БРИКС. На наш взгляд, необходимо в рамках данного сотрудничества осуществление расчетов во внешнеэкономической деятельности не долларом, а рублем, что должно привести в итоге к укреплению курса национальной валюты российского государства, повышению инвестиционной активности.

Использование экономического преимущества в рамках данного сотрудничества обеспечит максимальный эффект от континентализации, выстраивая тем самым многополярную модель, обладающую мощным экономическим потенциалом в противовес однополярной модели.

## Список литературы

1. Внешнеторговый оборот России в I квартале 2015 года упал на 30,6% [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tks.ru/news/nearby/2015/05/08/0001> (дата обращения: 12.04.2015).
2. Государственное регулирование экономики и цен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inventech.ru/lib/cost/cost-0042/> (дата обращения: 12.04.2015).
3. Изард У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах: Сокр. пер. с англ. – М.: Прогресс, 1966. – 659 с.
4. Обзор внешней торговли 23–29 марта 2015 г. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.siora.ru/sites/default/files/.site/files/analitica/obzor\\_vneshnei\\_torgovli\\_23-29\\_marta\\_2015](http://www.siora.ru/sites/default/files/.site/files/analitica/obzor_vneshnei_torgovli_23-29_marta_2015) (дата обращения: 12.04.2015).
5. Статистика внешней торговли в январе-феврале 2015 года: обзор основных тенденций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://provod.rf/analytics/research/25235-statistika-vneshney-topgovli-v-yanvape-fevpale-2015-goda-obzop-osnovnyh-tendentsiy.html> 23 Апрель 2015 00:51 (дата обращения: 12.04.2015).
6. Харитонов Е.Л. Системный подход в развитии продовольственного рынка муниципального образования // Вестн. Юж.-Рос. гос. техн. ун-та (Новочерк. политехн. инта). Сер. Соц.-экон. науки. – 2014. – № 6. – С. 131–136.

## References

1. Vneshnetorgovyj oborot Rossii v I kvartale 2015 goda upal na 30,6%. Available at: <http://www.tks.ru/news/nearby/2015/05/08/0001> (accessed 12 April 2015).
2. Gosudarstvennoe regulirovanie jekonomiki i cen, Available at: <http://www.inventech.ru/lib/cost/cost-0042/> (accessed 12 April 2015).
3. Izard U. Metody regionalnogo analiza: vvedenie v nauku o regionakh: Sokr. per. s angl [Methods of regional analysis: an introduction to the science of regions]. Moscow, Progress, 1966. 659 p.
4. Obzor vneshnej trgovli 23–29 marta 2015 g./, Available at: [http://www.siora.ru/sites/default/files/.site/files/analitica/obzor\\_vneshnei\\_torgovli\\_23-29\\_marta\\_2015](http://www.siora.ru/sites/default/files/.site/files/analitica/obzor_vneshnei_torgovli_23-29_marta_2015) (accessed 12 April 2015).
5. Statistika vneshnej trgovli v janvare-fevrale 2015 goda: obzor osnovnyh tendencij, Available at: <http://provod.rf/analytics/research/25235-statistika-vneshney-topgovli-v-yanvape-fevpale-2015-goda-obzop-osnovnyh-tendentsiy.html> (accessed 12 April 2015).
6. Haritonova E.L. Sistemnyj podhod v razvitii prodovol'stvennogo rynka munici-pal'nogo obrazovanija // Vestn. Juzh.-Ros. gos. tehn. un ta (Novocherk. politehn. in ta). Ser. Soc.-je-kon. nauki. 2014. no. 6. pp. 131–136.

## Рецензенты:

Кобилев А.Г., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Государственное и муниципальное управление и экономическая теория», Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова, г. Новочеркасск;

Комиссарова М.А., д.э.н., профессор кафедры «Экономика производства», Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова, г. Новочеркасск.



УДК 334.02

## ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

**Чжан-Сен А.Ю., Пархомчук М.А.**

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск,  
e-mail: madam.chjan-sen@yandex.ru, marinaanatollevna@yandex.ru*

В данной научной статье исследуется влияние экономических и политических процессов в стране на состояние управления экономикой в агропромышленном комплексе, задачей которого является обеспечение продовольственной безопасности и импортозамещения. На основе результатов эффективности управления экономическим потенциалом и оценки уровня финансового состояния отрасли выявлены возможности возникновения кризисных ситуаций различного характера и необходимость использования инструментов антикризисного управления для их своевременной нейтрализации и повышения конкурентоспособности экономики отечественных организаций. Определено, что система антикризисного управления должна использоваться в организациях всех отраслей, организационно-правовых форм хозяйствования, различных размеров, убыточных и прибыльных, для предотвращения кризисных финансовых ситуаций и обеспечения устойчивости экономического роста при использовании оптимального соотношения собственных и заемных средств финансирования. Это во многом определяют природно-экономические и иные условия региона, а также повышение эффективности управления человеческими ресурсами как основного фактора формирования эффективного антикризисного управления.

**Ключевые слова:** экономические и политические условия экономики, антикризисное управление, кризисные ситуации, эффективность управления, экономический потенциал, финансовое состояние, уровень финансового риска, агропромышленный комплекс, Курская область

## EVALUATION OF CONDITIONS OF CRISIS MANAGEMENT FORMATION IN ORGANIZATIONS

**Chzhan-Sen A.Y., Parkhomchuk M.A.**

*Federal STATE budgetary educational institution «Southwestern State University»,  
Kursk, e-mail: madam.chjan-sen@yandex.ru, marinaAnatollevna@yandex.ru*

In this scientific article examines the impact of economic and political processes in the country on the state of economic governance in the agricultural sector, whose task to ensure food security and import substitution. According to the results of the effectiveness of management of economic potential and assessment of the financial status of the industry revealed the possibility of crises of different nature and the specifics of using the tools of crisis management for their timely neutralization and increase of competitiveness of economy of domestic organizations. According to the definition of the crisis management system should be used in organizations of all industries, legal forms of business, various sizes, unprofitable and profitable to prevent financial crisis situations and ensure the sustainability of economic growth when using the optimal ratio of debt to equity financing. It is defined environmental, economic and other conditions in the region, as well as improving the efficiency of human resource management as the main factor of formation of effective crisis management.

**Keywords:** economic and political conditions economy, crisis management, crisis management, efficiency, economic potential, financial condition, level of financial risk, agro-industrial complex. Kursk region

В настоящее время хозяйствующие субъекты функционируют в условиях начавшегося в стране экономического роста и одновременно – необходимости преодоления кризисных ситуаций, вызванных последствиями взаимосвязанных политических и процессов экономического характера в стране и прямого давления со стороны международного сообщества. Это потребовало ускорения реализации программ развития экономики страны, снижения уровня импортной зависимости, обеспечения продовольственной безопасности и других срочных текущих и стратегических задач. Основой их решения вызвало необходимость переориентации действующих и вновь создаваемых предприятий на инновационное развитие и востребованного

устойчивого эффективного антикризисного менеджмента.

**Цель исследования** состоит в проведении комплексной оценки эффективности управления экономическим потенциалом и финансового состояния организаций для выявления наличия кризисных ситуаций и возможностей формирования условий эффективного развития агропромышленного комплекса региона на основе антикризисного управления.

### Результаты исследований и их обсуждение

Современное состояние управления организациями во многом базируется на решении текущих критических ситуаций, что не всегда позволяет сформировать



экономический механизм их развития, обеспечивающий устойчивый экономический рост. В основном это зависит от уровня доходности организации и сохранения темпов её развития. Как показывает практика и наши исследования [1], процесс формирования кризисных ситуаций происходит не только в убыточных, но и в достаточно прибыльных организациях в зависимости от условий и факторов прямого воздействия внешней среды и международного окружения. Поэтому важной задачей для региона и страны является предотвращение наступления банкротства путём нейтрализации кризисных ситуаций в экономике организаций и обеспечение их эффективного функционирования.

Объективно кризисы характеризуются множеством взаимосвязанных ситуаций, повышающих сложность и риск управления [2, с. 25–51]. Поэтому антикризисному управлению наряду с общими закономерностями присущи и особенности, связанные с осуществлением антикризисных процедур в зависимости от уровня предпринимательской деятельности, эффективности управления производственным потенциалом, региональных особенностей функционирования организации, экономической политики управления регионом и др.

В принципе система управления любой организацией должна формироваться на антикризисной основе с целью профилактики и предотвращения кризисных ситуаций, стабилизации темпов устойчивости экономического роста. В силу этого антикризисное управление должно быть применимо к хозяйствующим субъектам всех организационно-правовых форм хозяйствования с различным размером и уровнем финансового состояния, а также с учётом региональных возможностей их функционирования. Обусловлено это тем, что условия региона как внешняя среда прямого воздействия организации формируют возможности предпринимательской деятельности и дальнейшего развития отраслевой структуры региона. Во многом это связано с уровнем эффективности управления экономическим потенциалом конкретного предприятия и региона в текущем и стратегическом аспекте, имеющее существенное различие. В частности: если критерием эффективности текущего управления является «прибыльность и рациональность использования производственного потенциала», то стратегического – «своевременность и точность реакции орга-

низации на новые запросы рынка и изменения в зависимости от изменения окружения» [3, с. 30–43].

В современной науке под экономическим потенциалом воспринимается совокупность человеческого, основного и оборотного капитала, которыми располагает любое предприятие для производства конкурентоспособной продукции и получения дохода, обеспечивающего его эффективное функционирование и развитие. Для этого экономический потенциал должен обладать реальными возможностями (размером и качеством ресурсов; оптимальной организационной структурой), а также иметь современный менеджмент и человеческий капитал; восприятие к инновациям и информатизации; эффективное управление производством, сбытовой деятельностью и финансами. В практической деятельности это образует экономическую и социальную способность предприятия формировать необходимый уровень его конкурентоспособности. На примере организаций агропромышленного комплекса Курской области проведена оценка эффективности управления экономическим потенциалом (табл. 1).

Анализ приведённых данных выявил различные тенденции результатов эффективности управления экономическим потенциалом организаций. В частности, до настоящего времени наблюдается процесс дробления организаций и их поглощение крупными объединениями на правах частной собственности физических и юридических лиц регионов и даже стран. Вместе с тем формируются малые частные хозяйства, менее размера подразделения (до 2000 га пашни). Средний размер сельскохозяйственной организации Курской области в 2013 г. составил 5272 га, что больше в сравнении с 2009 г. на 59 %. В сущности, это позитивная тенденция, так как при небольших размерах землепользования невозможно осуществлять интенсификацию, эффективное и рациональное производство. Однако 66 % составляют общества с ограниченной ответственностью небольшого размера – это малые частные формирования. В основном они вынуждены производить один вид продукции – зерно, что привело к повышению уровня товарности зерна, снижающему качество его продажи и уровень рентабельности. Крупные открытые акционерные общества составляют 6 % от общего числа (из них только 4 с федеральной собственностью), а также закрытые акционерные общества и кооперативы среднего размера (их 28 %).

**Таблица 1**

Эффективность управления экономическим потенциалом в организациях агропромышленного комплекса Курской области\*)

| Наименование показателя                                | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г.  | 2013 г.  | 2013 г. в % к 2009 г. |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------------------|
| Количество организаций, ед.                            | 340     | 329     | 309     | 290      | 270      | 79                    |
| Площадь с.-х. угодий, тыс. га                          | 1128,3  | 1271,2  | 1309,1  | 1460,7   | 1423,5   | 126                   |
| в т.ч. пашни                                           | 1046,7  | 1198,0  | 1236,5  | 1373,6   | 1343,6   | 128                   |
| Приходится сельхозугодий на одну организацию, га       | 3318    | 3864    | 4237    | 5037     | 5272     | 159                   |
| Количество работников, чел.                            | 24729   | 24100   | 22773   | 23334    | 24676    | 100                   |
| Энергетические мощности, тыс. л.с.                     | 1777,7  | 1820,4  | 1756,0  | 1802,7   | 1956,1   | 110                   |
| Активы, млн руб. **)                                   | 42859,0 | 61104,2 | 79200,7 | 110001,4 | 120476,5 | 281                   |
| Капиталы и резервы, млн руб. **)                       | 7374,5  | 8167,7  | 11898,1 | 23037,9  | 27991,4  | 380                   |
| Долгосрочные займы, млн руб. **)                       | 15220,5 | 27741,6 | 39865,7 | 54627,9  | 57986,3  | 381                   |
| Краткосрочные займы, млн руб. **)                      | 20264,0 | 25194,9 | 27436,9 | 32335,6  | 34498,9  | 170                   |
| Выручка, млн руб.                                      | 17202,7 | 20036,5 | 24414,8 | 36385,5  | 43134,8  | 251                   |
| Валовой доход, млн руб.                                | 5546,3  | 7189,2  | 7491,8  | 5414,6   | 13173,2  | 237                   |
| Получено валового дохода на одного работника, млн руб. | 224,3   | 298,3   | 329,0   | 232,0    | 533,8    | 238                   |
| Затраты на производство, млн руб.                      | 17715,6 | 19363,4 | 25411,7 | 33326,6  | 43765,7  | 247                   |
| Чистая прибыль, млн руб.                               | 275,7   | 926,0   | 1846,8  | 5187,1   | 4969,8   | в 18 раз              |
| Рентабельность, %:                                     |         |         |         |          |          |                       |
| – продаж                                               | 8,6     | 13,4    | 13,6    | 23,3     | 16,3     | –                     |
| – текущей деятельности                                 | 1,8     | 5,4     | 8,9     | 18,5     | 14,0     | –                     |
| – активов                                              | 0,7     | 1,8     | 2,7     | 5,4      | 4,4      | –                     |

Пр и м е ч а н и е . \*) Источник: Формы отчётности о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса Курской области; \*\*) на конец года.

Вместе с тем сложились позитивные тенденции: восстановление численности работников; рост энергетических мощностей на 10%, активов – в 2,8 раза, собственного капитала – в 3,8 раза. Однако это произошло за счёт увеличения заёмных средств в 2,6 раза. При этом следует отметить негативную тенденцию – одинаковый темп роста (2,4–2,5 раза) абсолютного размера выручки, валового дохода, затрат и вложений в производство, производительности труда и чистой прибыли. Тогда как результивные показатели должны превышать темпы роста затрат и вложений в производство, обеспечивающее развитие функционирования организаций за счёт эффективного управления экономическим потенциалом. Подтверждается данный вывод снижением в 2013 г. в сравнении с 2012 г. уровня рентабельности продаж (окупаемости затрат), текущей деятельности и активов (эффективности управления финансовыми ресурсами). При этом следует иметь в виду, что даже в одном регионе (например, ЦЧО или области) со-

стояние экономики отдельных хозяйствующих субъектов и организаций значительно различается [1, 4]. Так, исследования по 67 прибыльным сельскохозяйственным организациям Курской и Белгородской областей различных организационно-правовых форм хозяйствования, размера и специализации выявили различные виды и формы кризисных ситуаций, сложившихся под воздействием факторов внешней и внутренней среды. Поэтому в современных условиях ЦЧО объектами антикризисного управления должны быть не только организации убыточные, но и малорентабельные (с уровнем рентабельности до 10%), с рентабельностью от 10 до 20%, а также высокорентабельные (свыше 20%).

С целью определения конкретных изменений и выявления причин сложившейся ситуации финансового состояния проведены соответствующие исследования по российской методике [2, 5] на основе информации отчётных данных организаций агропромышленного комплекса Курской области (табл. 2).

Таблица 2

Показатели оценки уровня финансового состояния организаций АПК Курской области

| Наименование показателя                         | Норматив       | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2013 г. в % к |           |
|-------------------------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|-----------|
|                                                 |                |         |         |         |         |         | 2009 г.       | нормативу |
| Коэффициенты, доли ед.:                         |                |         |         |         |         |         |               |           |
| – абсолютной ликвидности                        | $\geq 0,1-0,7$ | 0,09    | 0,14    | 0,13    | 0,27    | 0,16    | 178           | 160       |
| – критической оценки                            | опт.–1,0       | 0,50    | 0,84    | 0,76    | 0,97    | 0,76    | 152           | 76        |
| – текущей ликвидности                           | 2,5–3,0        | 1,12    | 1,38    | 1,40    | 1,64    | 1,49    | 133           | 54        |
| – доли оборотных средств в активах              | $> 0,5$        | 0,52    | 0,55    | 0,46    | 0,46    | 0,41    | 79            | 82        |
| – обеспеченности собственными средствами        | $\geq 0,5$     | –0,58   | –0,56   | –0,83   | –0,73   | –0,86   | 148           | –         |
| – капитализации                                 | $\leq 1,5$     | 4,81    | 6,48    | 5,66    | 3,77    | 3,30    | 69            | 220       |
| – финансовой независимости                      | $\geq 0,5$     | –0,17   | –0,13   | –0,15   | –0,21   | –0,23   | 135           | –         |
| – финансовой устойчивости                       | $\geq 0,6$     | 0,53    | 0,59    | 0,65    | 0,71    | 0,71    | 134           | 118       |
| Уровень финансового состояния экономики, баллов | 100–97,6       | 17,6    | 32,4    | 30,6    | 44,8    | 32,0    | 182           | 32        |
| Класс по уровню риска                           | 1              | 4       | 4       | 4       | 3       | 4       | 100           | –         |

Для этого рассчитаны показатели оценки финансового состояния организаций на предмет их несостоятельности (банкротства), измеряемые в коэффициентах (абсолютная ликвидность, критическая оценка, текущая ликвидность, доля оборотных средств в активах, обеспеченность собственными оборотными средствами, капитализация, финансовая независимость и устойчивость). Относительная значимость показателей скорректирована на установленные условия снижения критериев оценки в пределах границ пяти классов финансового состояния.

Анализ уровня платёжеспособности выявил тенденции различного характера. Так, уровень абсолютной ликвидности возрос на 78% и уровень возможностей погашения краткосрочной задолженности за счёт денежных средств и краткосрочных ценных бумаг, что можно считать позитивной тенденцией. Также повысился коэффициент «критической оценки» на 52%, но он ниже оптимального значения на 24%. Аналогичная тенденция по состоянию уровня текущей ликвидности. Однако доля оборотных средств в активах уменьшилась на 21% и ниже норматива на 18%, что отражает снижение деловой активности организаций отрасли. Изложенные выводы подтверждают ухудшение ситуации отсутствия необходимого уровня обеспеченности собственными средствами текущей деятельности на 48%, а также негативным состоянием капитализации и увеличением финансовой зависимости на 35%. В целом по уровню финансового риска состояние организаций по количеству баллов, исходя из фактических значений финансовых показателей, относится к чет-

вёртому классу, для которого характерны: неустойчивость финансового состояния; финансовый риск при деловых взаимоотношениях; неудовлетворительная структура капитала; низкий уровень платёжеспособности; недостаточный размер прибыли для обязательных платежей в бюджет.

### Выводы и предложения

Исследования позволили сформулировать следующие выводы:

– увеличение размера организаций не оказывает прямого влияния на величину чистого дохода, уровень рентабельности деятельности и устойчивость экономического роста. Здесь больше сказывается качество управления (человеческий капитал);

– в крупных организациях при низком уровне рентабельности (до 10%) наблюдается более высокий уровень устойчивости экономического роста за счёт масштаба деятельности;

– уровень финансового состояния по суммарной оценке 8 критериев не зависит от размера, рентабельности и устойчивости экономического роста организации;

– в организациях среднего размера финансовое состояние находится в границах II и I классов (нормальная и абсолютная финансовая устойчивость);

– в крупных организациях в сравнении с организациями меньшего размера уровень финансовой устойчивости более низкий – IV и III (финансовое состояние характеризуется как среднее или неустойчивое);

– в крупных организациях выявлены особые тенденции: недостаток собственных оборотных средств свыше 10% (или

с отрицательным значением); финансовая независимость, прирост рентабельности собственных средств за счёт использования заёмных (эффект финансового рычага), высокий финансовый риск; выше уровень использования основных средств производства, чем в организациях среднего и малого размера.

Основными причинами сложившихся тенденций являются: низкий уровень адаптации к изменениям во внешней среде; недостаточная гибкость управления отраслевой экономикой региона; снижение эффективности предпринимательской деятельности и использования производственного потенциала организаций; отсутствие эффективного организационного и регионального агромаркетинга, современного менеджмента и эффективной системы мотивации персонала в финансовых результатах деятельности организаций; влияние экономической политики управления регионом по созданию благоприятных условий функционирования организаций различных размеров и форм хозяйствования.

Предотвратить влияние указанных причин можно на основе внутренних финансовых механизмов с учётом конкретных условий организаций отрасли построение модели «устойчивого экономического роста» [4]. В любом случае повышение эффективного функционирования организаций отрасли возможно только за счёт полного и эффективного использования основных и оборотных средств, управления активами с целью максимизации массы выручки и прибыли организации. Основой осуществления этих мероприятий должна стать система управления на антикризисной основе, предотвращающая возникновение кризисных ситуаций в экономике организаций.

Таким образом, система антикризисного управления должна использоваться в организациях всех отраслей, организационно-правовых форм хозяйствования, различных размеров, убыточных и прибыльных, для предотвращения кризисных финансовых ситуаций и обеспечения устойчивости

экономического роста при использовании оптимального соотношения собственных и заёмных средств финансирования. Это во многом определяют природно-экономические и иные условия региона, а также повышение эффективности управления человеческими ресурсами как основным фактором формирования эффективного антикризисного управления.

#### Список литературы

1. Виханский О.С. Стратегическое управление: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гардарики, 1999. – 296 с.
2. Донцова Л.В., Никифорова Н.А. Анализ финансовой отчётности: учебник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Дело и Сервис», 2009. – 384 с.
3. Жарковская Е.П. Антикризисное управление: учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Омега-Л, 2008. – 432 с.
4. Пархомчук М.А. Повышение эффективности управления человеческими ресурсами региона. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2010. – 286 с.
5. Чжан-Сен А.Ю. Антикризисное управление в организациях // Россия и Европа: связь культуры и экономики: материалы IV Международной научно-практической конференции (29 октября 2012 г.). – Ч. 2. – Прага: Чешская республика: Изд-во WORLD PRESS s.r.o., 2012. – С. 408–410.

#### References

1. Vihanskij O.S. Strategicheskoe upravlenie: uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Gardariki, 1999. 296 p.
2. Doncova L.V., Nikiforova N.A. Analiz finansovoj otchjotnosti: uchebnik. 7-e izd., pererab. i dop. M.: Izd-vo «Delo i Servis», 2009. 384 p.
3. Zharkovskaja E.P. Antikrizisnoe upravlenie: uchebnik. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Omega-L, 2008. 432 p.
4. Parhomchuk M.A. Povyshenie jeffektivnosti upravlenija chelovecheskimi resursami regiona. Kursk: Izd-vo Kursk. gos. s.-h. ak., 2010. 286 p.
5. Chzhan-Sen A.Ju. Antikrizisnoe upravlenie v organizacijah // Rossija i Evropa: svjaz kultury i jekonomiki: materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (29 oktjabrja 2012 g.). Ch. 2. Praga: Cheshskaja respublika: Izd-vo WORLD PRESS s.r.o., 2012. pp. 408–410.

#### Рецензенты:

Головин А.А., д.э.н., профессор кафедры экономики и управления, Юго-Западный государственный университет, г. Курск;

Золотарева Е.Л., д.э.н., зав. кафедрой экономики, Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова, г. Курск.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ БЮДЖЕТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Якупова Н.М., Кундакчян Р.М., Андреев А.В.

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
Казань, e-mail: Aleksey\_Andreev\_mail@mail.ru

На основе анализа потребления энергоресурсов общеобразовательными организациями Спасского муниципального района Республики Татарстан выявлено, что реализации положений Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ о необходимости снижения к 2015 году объема потребляемых организациями бюджетной сферы коммунальных ресурсов не менее чем на 15 процентов препятствует такой фактор, как прогнозирование потребности в энергоресурсах на основе усредненных натуральных нормативов, не отражающих влияние географических и технических факторов на деятельность учреждения. Авторами на основе построения экономико-математической модели, показана зависимость объема потребления тепловой энергии от действия факторов внешней и внутренней среды, предложена методика прогнозирования потребности бюджетных организаций в тепловой энергии с учетом влияющих факторов. Предложенная методика может быть использована при прогнозировании объемов потребления энергоресурсов бюджетными организациями и расходов местных бюджетов на оплату коммунальных услуг.

**Ключевые слова:** бюджетные организации, энергопотребление, нормативы потребления энергоресурсов, внутренние и внешние факторы, экономико-математическая модель, факторный анализ

## IMPROVING ESTIMATES OF ENERGY CONSUMPTION OF BUDGET ORGANIZATIONS

Yakupova N.M., Kundakchyan R.M., Andreev A.V.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Kazan (Volga region) Federal  
University, Kazan, e-mail: Aleksey\_Andreev\_mail@mail.ru

Based on the analysis of energy consumption educational organization Spassky municipal district of the Republic of Tatarstan, revealed that the implementation of the provisions of the Federal Law «On energy saving and energy efficiency ...» dated November 23, 2009 № 261-FZ on the need to reduce by 2015 the volume of consumable budget spheres of public resources is not less than 15 percent, prevents such factors as predicting demand for energy based on an average natural standards that do not reflect the impact of geo-graphical and technical factors on the activities of the institution. The authors, based on the construction of economic and mathematical model shows the consumption of thermal energy from the factors internal and external environment, the technique of forecasting the needs of budgetary organizations in the heat, taking into account the influence of factors. The proposed method can be used in forecasting the volume of energy consumption by budget organizations and local budget expenditures on utilities.

**Keywords:** budget organizations, energy consumption, energy consumption standards, internal and external factors, economic and mathematical model, factor analysis

**Цель исследования.** Федеральным законом «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ в качестве приоритетного направления развития энергосбережения в России и демонстрационной площадки по применению энергосберегающих технологий была определена бюджетная сфера. В соответствии с Законом бюджетные организации обязаны обеспечить снижение объема потребленных ими коммунальных ресурсов в течение пяти лет не менее чем на 15 процентов от объема фактически потребленного им в 2009 году каждого вида энергетического ресурса [1].

Задача снижения энергопотребления особенно актуальна для бюджетных организаций муниципальных районов, так как

финансирование расходов на потребление энергоресурсов осуществляется за счет средств местных бюджетов.

Однако несмотря на законодательное закрепление обязанности снижения организациями бюджетной сферы потребления энергоресурсов, на практике активной реализации утвержденных положений Закона препятствует такой фактор, как прогнозирование потребности в энергоресурсах на основе усредненных натуральных нормативов, не отражающих влияние индивидуальных географических и технических факторов, характерных для каждого муниципального района [2]. Как показывает практика, оценка контролирующими органами эффективности использования бюджетных средств, направленных на оплату энергоресурсов, осуществляется путем сопоставления



объемов фактически произведенных за отчетный период и запланированных расходов, рассчитанных на основе установленных по субъекту федерации усредненных нормативов потребления энергоресурсов. Представляется, что такой подход не позволяет объективно оценить эффективность использования энергоресурсов бюджетными организациями муниципального района, т.к. уровень запланированных расходов на энергоносители не учитывает влияния факторов внешней и внутренней среды.

В связи с чем становится актуальной задача определения объемов потребления энергоносителей бюджетными организациями с учетом географических и технических условий их деятельности.

### Материал и методы исследования

Исследование вопросов в области энергетики и энергосбережения показало, что на объем потребления тепловой энергии, в первую очередь может влиять такой климато-географический фактор, как сезонность [3, 4, 5].

К техническим факторам, влияющим на потребление тепловой энергии бюджетными организациями, относятся: доля общеобразовательных учреждений, требующих ремонта ограждающих конструкций, доля общеобразовательных организаций, оснащенных приборами учета тепловой энергии, доля общеобразовательных организаций, в который проведен энергетический аудит.

Представляется, что учет влияния вышеуказанных факторов на объем потребления энергоресурсов возможен с помощью построения экономико-математической модели. Для исследования зависимости потребления тепловой энергии бюджетными организациями муниципального района от факторов внутренней и внешней среды нами был проведен корреляционно-регрессионный анализ на примере общеобразовательных организаций муниципального района Республики Татарстан

Анализ потребления тепловой энергии общеобразовательными организациями исследуемого муниципального района показал, что удельное потребление тепловой энергии в первую очередь зависит от времени года (фактор сезонности). Для построения экономико-математической модели нами были определены месячные количественные характеристики потребления ими тепловой энергии. Отметим, что анализ выявил отсутствие потребления тепловой энергии в мае – сентябре. Учитывая равномерное снижение и увеличение удельного потребления тепловой энергии, нами был сделан вывод о том, что экономико-математическая модель имеет вид аддитивной модели, включающей в себя тренд и сезонную составляющую.

Для расчета коэффициента автокорреляции уровней ряда первого порядка нами было рассчитано усредненное удельное потребление тепловой энергии общеобразовательными организациями муниципального района РТ по месяцам в 2009–2013 годах. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, наибольшее удельное потребление тепловой энергии отмечается в холодное время года, наименьшее – в теплое. В июне –

августе тепловая энергия общеобразовательными организациями района не потребляется.

**Таблица 1**  
Усредненные значения удельного потребления тепловой энергии общеобразовательными организациями муниципального района РТ по месяцам в 2009–2013 годах

| Месяц    | Среднее удельное потребление тепловой энергии, Гкал/кв.м за 2009–2013 годы |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|
| Январь   | 0,0481                                                                     |
| Февраль  | 0,0432                                                                     |
| Март     | 0,0325                                                                     |
| Апрель   | 0,0175                                                                     |
| Май      | 0                                                                          |
| Июнь     | 0                                                                          |
| Июль     | 0                                                                          |
| Август   | 0                                                                          |
| Сентябрь | 0                                                                          |
| Октябрь  | 0,017                                                                      |
| Ноябрь   | 0,0309                                                                     |
| Декабрь  | 0,0441                                                                     |

Далее произведен расчет значения коэффициента автокорреляции уровней ряда первого порядка. Значение коэффициента автокорреляции первого порядка составило  $r_1 = 0,8$ .

Аналогичные расчеты произведены для второго, третьего и т.д. порядков. На основе расчетов выявлено, что наиболее высокий коэффициент корреляции наблюдается при значении лага, равном двенадцати, следовательно, ряд имеет циклические колебания периодичностью в 12 месяцев (год). Для расчета скорректированной сезонной компоненты используем метод скользящей средней и центрированной скользящей средней.

Усредненные значения оценки сезонной компоненты представлены в табл. 2.

Следующим шагом нашего исследования является проведение корреляционного анализа определения тесноты связи между варьирующими переменными и оценка факторов, оказывающих наибольшее влияние на зависимую переменную (удельное потребление тепловой энергии на квадратный метр).

Для проведения корреляционного анализа используем сезонную компоненту и выявим силу и направление влияния факторов внешней и внутренней среды на тренд. Для определения числовых характеристик тренда нами была найдена разность между величиной месячного удельного потребления тепловой энергии и величиной сезонной компоненты за соответствующий месяц.

Для удобства расчетов нами введены следующие обозначения: зависимая переменная тренда – «удельное потребление тепловой энергии на квадратный метр» – TrendEnergy. Независимые переменные нами обозначены как доля общеобразовательных учреждений, требующих ремонта ограждающих конструкций – Sh.sch.rep; доля общеобразовательных организаций, в которых установлены приборы учета

тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций – Sh.dev.energy; доля общеобразовательных организаций, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве общеобразовательных организаций – Sh.audit. В табл. 3 представлена матрица корреляционного анализа.

Из данных табл. 4 видно, что связь между удельным потреблением тепловой энергии на квадратный метр и независимыми переменными по шкале Чеддока [7] характеризуется как: с переменной Sh.sch.rep – прямая заметная; с переменной Sh.dev.energy – обратная заметная; с переменной Sh.audit – обратная слабая.

Так как характер связи переменной Sh.audit слабый, данная переменная исключается нами из дальнейшего рассмотрения.

Далее, на третьем этапе нашего исследования, определяется характер влияния каждой независимой переменной на зависимую, и строится на этой основе, эконометрическая модель влияния независимых факторов на результирующий показатель.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для общеобразовательных организаций исследуемого муниципального района РТ была построена модель зависимости удельного потребления тепловой энергии на квадратный метр от внутренних факторов (доля общеобразовательных организаций, требующих ремонта, доля общеобразовательных организаций, в которых установле-

ны приборы учета тепловой энергии) и сезонности:

$$Y = 0,01769 + 0,02102 \cdot \text{Sh.sch.rep} - 0,01901 \cdot \text{Sh.dev.energy} + S\_energy,$$

где Y – удельный расход тепловой энергии; Sh.sch.rep – доля общеобразовательных организаций, требующих ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций; Sh.dev.energy – доля общеобразовательных организаций, в которых установлены приборы учета тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций; S\_energy – сезонная компонента.

Из формулы видно, что при увеличении на 1 пункт доли общеобразовательных организаций, требующих ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций удельное потребление тепловой энергии увеличивается на 0,02102 Гкал/кв.м. Увеличение доли общеобразовательных организаций, в которых установлены приборы учета тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций на 1 пункт влечет за собой уменьшение удельного потребления тепловой энергии на 0,01901 Гкал/кв.м. В зависимости от сезонности удельное потребление тепловой энергии либо увеличивается, либо уменьшается (табл. 3).

Таблица 2

Определение среднего значения сезонной компоненты

| Месяц    | Год      |          |          |          |          | Среднее значение сезонной компоненты |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------------------|
|          | 2009     | 2010     | 2011     | 2012     | 2013     |                                      |
| Январь   | –        | 0,02207  | 0,03174  | 0,02560  | 0,02792  | 0,02683                              |
| Февраль  | –        | 0,02018  | 0,02647  | 0,02216  | 0,02054  | 0,02234                              |
| Март     | –        | 0,01367  | 0,01350  | 0,01102  | 0,01192  | 0,01253                              |
| Апрель   | –        | –0,00318 | –0,00143 | –0,00244 | –0,00020 | –0,00181                             |
| Май      | –        | 0,01996  | –0,02183 | –0,02008 | –0,01703 | –0,01973                             |
| Июнь     | –        | 0,01983  | –0,02193 | –0,01961 | –0,01573 | –0,01927                             |
| Июль     | –0,02040 | –0,02031 | –0,02178 | –0,01927 | –        | –0,02044                             |
| Август   | –0,01979 | –0,02112 | –0,02123 | –0,01919 | –        | –0,02033                             |
| Сентябрь | –0,01971 | –0,02153 | –0,02082 | –0,01904 | –        | –0,02027                             |
| Октябрь  | 0,00124  | –0,00058 | 0,00083  | –0,00086 | –        | 0,00016                              |
| Ноябрь   | 0,01892  | 0,01388  | 0,01359  | 0,01263  | –        | 0,01476                              |
| Декабрь  | 0,02773  | 0,02600  | 0,03148  | 0,02394  | –        | 0,02729                              |

Таблица 3

Матрица корреляционного анализа

|               | TrendEnergy | Sh.sch.rep | Sh.dev.energy | Sh.audit |
|---------------|-------------|------------|---------------|----------|
| TrendEnergy   | 1           |            |               |          |
| Sh.sch.rep    | 0,517055    | 1          |               |          |
| Sh.dev.energy | –0,61913    | –0,42033   | 1             |          |
| Sh.audit      | –0,14748    | –0,31535   | –0,16753      | 1        |

Согласно проведенным нами расчетам, значение коэффициента детерминации достаточно близко к единице, что говорит о точности аппроксимации (модель точно описывает влияние выделенных факторов на удельное потребление тепловой энергии). В табл. 4 представлены результаты регрессионного анализа эконометрической модели.

**Таблица 4**  
Результаты регрессионного анализа эконометрической модели.

| Показатель                 | Значение |
|----------------------------|----------|
| Множественный $R$          | 0,680754 |
| $R$ -квадрат               | 0,463426 |
| Нормированный $R$ -квадрат | 0,444599 |
| Стандартная ошибка         | 0,003512 |
| Наблюдения                 | 60       |

## Выводы

Результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа показали, что существует определенная зависимость объема потребления тепловой энергии общеобразовательными организациями муниципального района от таких факторов, как сезонность, доля общеобразовательных организаций, требующих капитального ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций и доля общеобразовательных организаций, оснащенных приборами учета тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций. Соответственно, при прогнозировании потребности бюджетных организаций в тепловой энергии необходимо учитывать географические и технические особенности деятельности бюджетных организаций каждого муниципального района.

Результаты многофакторного дисперсионного анализа

**Таблица 5**

| Показатель | df | SS       | MS       | F       | Значимость $F$ |
|------------|----|----------|----------|---------|----------------|
| Регрессия  | 2  | 0,000607 | 0,000304 | 24,6148 | 1,97E-08       |
| Остаток    | 57 | 0,000703 | 1,23E-05 | —       | —              |
| Итого      | 59 | 0,00131  | —        | —       | —              |

Коэффициенты регрессии

**Таблица 6**

|                    | $Y$ -пересечение | Perc_sch_rep | Per_device_energy |
|--------------------|------------------|--------------|-------------------|
| Коэффициенты       | 0,017688         | 0,021018     | -0,01901          |
| Стандартная ошибка | 0,003293         | 0,007205     | 0,004166          |
| t-статистика       | 5,371729         | 2,917157     | -4,56394          |
| P-Значение         | 1,5E-06          | 0,005046     | 2,72E-05          |
| Нижние 95 %        | 0,011094         | 0,00659      | -0,02736          |
| Верхние 95 %       | 0,024282         | 0,035446     | -0,01067          |
| Нижние 95 %        | 0,011094         | 0,00659      | -0,02736          |
| Верхние 95 %       | 0,024282         | 0,035446     | -0,01067          |

Далее, для проверки статистической значимости модели и ее переменных, проведен многофакторный дисперсионный анализ. Информация о результатах многофакторного дисперсионного анализа представлена в табл. 5.

Результаты проведенного многофакторного дисперсионного анализа показывают высокое качество полученной модели. Иными словами, модель и ее параметры статистически значимы с вероятностью  $P = 95\%$ .

В табл. 6 представлены рассчитанные коэффициенты регрессии.

## Список литературы

1. Зайцева Н.С. Энергоэффективность и энергосбережение как факторы экономического развития России // Законодательство. – 2010. – № 3. – С. 44–50.
2. Козин Е.В. Теплоснабжение: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980 – 408 с.
3. Об утверждении правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок: Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 28.12.2009 года № 610 [Электронный ресурс] // СПС Консультант-Плюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: <http://www.consultant.ru>.
4. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: <http://www.consultant.ru>.

5. Осипов А.Л., Храпов В.Н. Эконометрика: Учебно-методический комплекс для дистанционного обучения. – Новосибирск: СибАГС, 2002. – 172 с.

6. Постановление КМ РТ от 17.12.2007 № 721 (ред. от 29.10.2010) «О введении нормативного финансирования общеобразовательных учреждений Республики Татарстан» [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: <http://www.consultant.ru>.

7. Сиденко А.В., Вишняков В.В., Исаев С.М. Теория статистики: учебник. – М.: МАКС-Пресс, 2011. – С. 343.

8. Щегольков А.В., Мишин М.А. Проблемы потребления и экономии тепловой энергии в жилом фонде // Ползуновский Вестник. – 2011. – № 1. – С. 257–265.

### References

1. Zajceva N.S. Jenergojeffektivnost i jenergosberezhenie kak faktory jekonomiche-skogo razvitija Rossii // Zakonodatel'stvo. 2010. no. 3. pp. 44–50.

2. Kozin E.V. Teplosnabzhenie: Uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. M.: Vyssh. shkola, 1980 408 p.

3. Ob utverzhdenii pravil ustanovlenija i izmenenija (perezsmotra) teplovyh nagru-zok: Prikaz Ministerstva regionalnogo razvitija Rossijskoj Federacii ot 28.12.2009 goda no. 610 [Elektronnyj resurs] // SPS KonsultantPljus: Zakonodatel'stvo: Versija Prof. URL: <http://www.consultant.ru>.

4. Ob jenergosberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye akty Rossijskoj Federacii :Federalnyj zakon ot 23 nojabrja 2009

g. no. 261-FZ [Elektronnyj resurs] // SPS KonsultantPljus: Zakonodatel'stvo: Versija Prof. URL: <http://www.consultant.ru>.

5. Postanovlenie KM RT ot 17.12.2007 no. 721 (red. ot 29.10.2010) «O vvedenii norma-tivnogo finansirovanija obshheobrazovatelnyh uchrezhdenij Respubliki Tatarstan» [Elektronnyj resurs] // SPS KonsultantPljus: Zakonodatel'stvo: Versija Prof. URL: <http://www.consultant.ru>.

6. Osipov A.L., Hrapov V.N. Jekonometrika: Uchebno-metodicheskij kompleks dlja di-stancionnogo obuchenija / A.L. Osipov, V.N. Hrapov. –Novosibirsk: SibAGS, 2002. 172 p.

7. Sidenko A.V., Vishnjakov V.V., Isaev S.M. Teorija statistiki. Uchebnik. M.: MAKS-Press, 2011, pp. 343.

8. Shhegolkov A.V., Mishin M.A. Problemy potreblenija i jekonomii teplovoj jener-gii v zhilom fonde // Polzunovskij Vestnik. 2011. no. 1. pp. 257–265.

### Рецензенты:

Шигаев А.И., д.э.н., доцент кафедры управленческого учета и контроллинга, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;

Исмагилов И.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой экономико-математического моделирования, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.