ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 10 2015
Часть 1

ISSN 1812-7339

Журнал издается с 2003 г.

Электронная версия: **www.fr.rae.ru**

Правила для авторов: **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., проф. Бошенятов Б.В. (Москва); д.т.н., проф. Важенин А.Н. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Гилёв А.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.т.н., проф. Грызлов В.С. (Череповец); д.т.н., проф. Захарченко В.Д. (Волгоград); д.т.н. Лубенцов В.Ф. (Ульяновск); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.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., к.ф.-м.н., проф. Мишин В.М. (Пятигорск); д.э.н., проф. Савон Д.Ю. (Ростов-на-Дону); д.э.н., проф. Макринова Е.И. (Белгород); д.э.н., проф. Роздольская И.В. (Белгород); д.э.н., проф. Коваленко Е.Г. (Саранск); д.э.н., проф. Зарецкий А.Д. (Краснодар); д.э.н., проф. Тяглов С.Г. (Ростов-на-Дону); д.э.н., проф. Титов В.А.(Москва); д.э.н., Серебрякова Т.Ю. (Москва)

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 05.10.2015
Формат 60x90 1/8
Технический редактор Кулакова Г.А.
Корректор Галенкина Е.С.
Усл. печ. л. 28.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2015/10

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ (ПУ) ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ СМЕСЕЙ
Афанасьев А.И., Потапов В.Я., Костюк П.А. 9

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ НА ПРИМЕРЕ ТЮМЕНИ
Германова Т.В., Керножитская А.Ф. 12

К ОСНОВАМ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ ВТОРОГО ВИДА
Дворников Л.Т., Яскевич О.М. 16

БАКТЕРИЦИДНАЯ И ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ SE(S), N-СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТЬ РОСТА МИКРОМИЦЕТОВ – ДЕСТРУКТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ
Залепкина С.А., Смирнов В.Ф., Борисов А.В., Мацулевич Ж.В., Смирнова О.Н., Артемьева М.М. 25

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДОХРАНИЛИЩА БОГУЧАНСКОЙ ГЭС ОТ ПЛАВАЮЩЕЙ ДРЕВЕСИНЫ
Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Берестов И.В. 31

УСТРАНЕНИЕ МЕЖСИМВОЛЬНЫХ ПОМЕХ ВЫХОДЕ ЭХОТРАКТА В ИНВАРИАНТНОМ ЭХОКОМПЕНСАТОРЕ С КВАДРАТУРНЫМИ ПОДКАНАЛАМИ
Лебедянцев В.В., Абрамов С.С., Гусельников А.С., Калачиков А.А., Павлов И.И. 36

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН И МЕТОДЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ
Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Сорокин С.П. 43

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ШАХТНОГО ВОЗДУХА НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
Николаев А.В. 50

АЛГОРИТМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ПРОКАТНЫХ СТАНАХ
Оспанова Т.Т., Шарипбаев А.А., Ниязова Р.С. 56

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ МЕЛОВАННОЙ БУМАГИ
Пен Р.З., Чендылова Л.В., Шапиро И.Л. 63

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ, ПОСТУПАЮЩЕЙ НА АКВАТОРИЮ В ПРОЦЕССЕ РАЗМЫВА БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ГЭС
Пережилин А.И., Корпачев В.П., Андрияс А.А., Попова А.А., Рахимов К.Х. 67

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОПОРНЫХ БЛОКОВ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОГО МОРЯ
Староконь И.В., Ивненко Ю.В. 72

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО И СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРОКАТА ДЛЯ БОЛТОВ
Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Наумов В.И., Кузьмин Н.А. 77

ПОЛЕ ДАВЛЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОТОКЕ ГАЗА В СКВАЖИНЕ
Филиппов А.И., Ахметова О.В., Олефиренко К.В., Телицын Е.С. 83

РАСПОЗНАВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНОГО САМОСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕДАГОГОВ
Фишман Б.Е. 88

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ НА УЧАСТКЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА УСТЬ-ДОНЕЦКОЙ ГРЭС
Хансиварова Н.М., Скнарина Н.А., Харчук В.В. 95

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АКРИЛАТОВ ИТТРИЯ И ЛАНТАНА: КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
Харченко В.И., Курбатов И.А., Чередниченко А.И. 102

К ВЫБОРУ ТИПА РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ
Шайхутдинов Д.В., Дубров В.И., Леухин Р.И., Наракидзе Н.Д., Щучкин Д.А., Январев С.Г. 107

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННО-СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NVIDIA CUDA
Шатагин Д.А., Лаптев И.Л., Зотов В.О., Сидоренков Д.А. 117

Экономические науки (08.00.05)

МОДЕЛЬНО-КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ И МЕТОДИКА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОГО ИНТЕРВАЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ПРОГНОЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНОВ
Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. 121

МОНИТОРИНГ БАНКОВСКИХ РИСКОВ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ
Алиев Б.Х., Султанов Г.С., Салманов С.И. 127

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ
Афоничкин А.И., Журова Л.И. 131

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕГИОНОВ: ОЦЕНКА МЕТОДАМИ КЛАССИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ
Ахмедов А.С. 137

ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРЕЗ МЕХАНИЗМ АУТСОРСИНГА
Власова Н.В., Горбатенко Е.Н., Новокупова И.Н. 144

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ НОРМИРОВАНИЯ ЗАКУПОК
Гладилина И.П., Жалнина Н.О. 149

СУЩНОСТЬ КАТЕГОРИИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НАЛОГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ
Гринченко К.А. 152

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛНЕНИЯ МЕСТНОГО БЮДЖЕТА НА ПРИМЕРЕ БЮДЖЕТА ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗА (РСО-АЛАНИЯ)
Дзобелова В.Б., Олисаева А.В., Магометова М.Ю. 156

КЛАССИФИКАЦИЯ МОНОГОРОДОВ ПО ИХ ЖИЗНЕННОМУ ЦИКЛУ
Дулесов А.Н., Бехтерев Д.В. 161

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
Журова Л.И., Топорков А.М. *166*

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА
ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ТОРГОВОЙ ФИРМЫ
Иванова Е.А. *171*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЗАКУПОК МАЛОГО ОБЪЕМА
В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ СТОЛИЧНОГО МЕГАПОЛИСА
Каневская Л.В., Гладилина И.П., ... *176*

УПРАВЛЕНИЕ МОТИВАЦИЕЙ ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ
ИЗМЕНЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА:
СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД
Кирилюк О.М., Легчилина Е.Ю. *179*

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ СВОБОДНОГО ПОРТА: АЗИАТСКИЙ ОПЫТ
Лазарев В.А. *185*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРАНЫ
Переверзева Е.С., Макринова Е.И., Григорьева В.В.,
Капустина И.Ю., Дудаев А.Б. *189*

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ
КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПУТЕМ ИННОВАЦИЙ
В БИЗНЕС-МОДЕЛИ КОМПАНИИ
Титов С.А., Титова Н.В., Чернышев В.П., Титаренко Р.Б. *193*

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ
КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ КОМПАНИЙ
Титова Н.В., Титов С.А., Чернышев В.П., Титаренко Р.Б. *198*

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА СТОИМОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ
Урбан Н.А., Порохин А.В. *203*

О РОЛИ ГОСУДАРСТВЕННОГО АУДИТА В СИСТЕМЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ
Шалыгина Н.П., Селюков М.В., Корнева Ю.А. *209*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ
Якупова Н.М., Андреев А.В. *214*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Янова Е.А., Певцов Е.Д., Сухов Д.А. *219*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

BASIS OF CALCULATION OF A PNEUMATIC DEVICE (PD)
FOR TRANSPORTING BULK MIXTURES
Afanasev A.I., Potapov V.Y., Kostyuk P.A. 9

POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR IN THE TOWN
OF MOTOR TRANSPORT ON THE EXAMPLE OF THE TYUMEN
Germanova T.V., Kernozhitskaya A.F. 12

TO THE BASIS OF MECHANISM THEORY OF THE SECOND KIND
Dvornikov L.T., Yaskevich O.M. 16

BACTERICIDAL AND FUNGICIDAL ACTIVITIES OF SE(S), N-CONTAINING
HETEROCYCLIC COMPOUNDS AND THEIR INFLUENCE ON GROWTH RATE
OF MICROMYCETE – INDUSTRIAL MATERIAL DECOMPOSERS
Zalepkina S.A., Smirnov V.F., Borisov A.V., Matsulevich Z.V.,
Smirnova O.N., Artemeva M.M. 25

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR FLOATING WOOD REMOVAL
IN THE BOGUCHANY RESERVOIR
Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A., Berestov I.V. 31

SOLUTION INTER-SYMBOL INTERFERENCE AT THE OUTPUT EHOTRAKTA ECHO
CANCELLER IN THE INVARIANT QUADRQTURE SUBCCHANNELS
Lebedyantsev V.V., Abramov S.S., Guselnikov A.S., Kalachikov A.A., Pavlov I.I. 36

ENERGY PARAMETERS OF QUALITY OF MACHINE PARTS
AND THEIR MEASUREMENT METHODS
Musokhranov M.V., Kalmykov V.V., Sorokin S.P. 43

A METHOD OF INCREASING THE EFFECTIVE PREPARATION
OF MINE AIR IN UNDERGROUND MINING ENTERPRISES
Nikolaev A.V. 50

ALGORITHM OF NUMERAL MODELLING OF DISTRIBUTION
OF TEMPERATURE FIELD IN ROLLING MILL
Ospanova T.T., Sharipbaev A.A., Niyazova R.S. 56

CLUSTER ANALYSIS OF PROPERTIES OF COATED PAPER
Pen R.Z., Chendylova L.V., Shapiro I.L. 63

METHOD FOR DETERMINING THE VOLUME OF WOOD PULP
ON THE WATER AREA DURING EROSION OF SHORES OF THE RESERVOIRS HPS
Perezhilin A.I., Korpachev V.P., Andriyas A.A., Popova A.A., Rakhimov K.K. 67

THE RESEARCHING OF CORROSION PROCESSES FOR OFFSHORE PLATFORMS
IN THE CONDITION OF BLACK SEA
Starokon I.V., Ivnenko Y.V. 72

INFLUENCE OF SURFACE AND STRUCTURAL CONDITION
FOR QUALITY HIRE FOR BOLTS
Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. 77

PRESSURE FIELD IN THE GAS FLOW IN A VERTICAL BOREHOLE
Filippov A.I., Akhmetova O.V., Olefirenko K.V., Telitsyn E.S. 83

RECOGNITION OF REGULARITIES OF PROFESSIONAL
AND PERSONAL SELF-DEVELOPMENT OF PEDAGOGUES
Fishman B.E. 88

BRIEF ANALYSIS OF NATURAL FACTORS FOR EVALUATION
OF DEVELOPMENT PROCESSES LINEAR EROSION
AT THE PROJECTED CONSTRUCTION UST-DONESK SDPS
Khansivarova N.M., Sknarina N.A., Kharchuk V.V. 95

EFFECT OF DISPERSION INTERACTION ON THE ELECTRONIC STRUCTURE
OF YTTRIUM AND LANTHANUM ACRYLATES: A QUANTUM-CHEMICAL STUDY
Kharchenko V.I., Kurbatov I.A., Cherednichenko A.I. 102

SELECTION OF THE CONTROLLER TYPE FOR THE PREDICTIVE CONTROL
PROBLEM OF THE ELECTROMAGNETIC ACTUATOR
Shaykhutdinov D.V., Dubrov V.I., Leukhin R.I., Narakidze N.D.,
Schuchkin D.A., Yanvarev S.G. 107

DEVELOPMENT OF PROCESS EQUIPMENT DYNAMIC CERTIFICATE BASED
ON NEURAL-NETWORK MODELING WITH USING NVIDIA CUDA TECHNOLOGY
Shatagin D.A., Laptev I.L., Zotov V.O., Sidorenkov D.A. 117

Economic sciences (08.00.05)

MODEL AND COMPUTER TOOLS AND METHOD FOR APPLYING
IT TO ASSESS THE IMPACT OF TIME INTERVAL OF INITIAL DATA
FOR SOCIO-ECONOMIC INDICATORS IN THE REGION
Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. 121

MONITORING OF BANK RISKS AND ITS ROLE
IN ENSURING BANKING SYSTEM STABILITY OF RUSSIA
Aliev B.K., Sultanov G.S., Salmanov S.I. 127

ASSESSMENT MODEL OF ECONOMIC SUSTAINABILITY OF THE ENTERPRISES
Afonichkin A.I., Zhurova L.I. 131

SOCIO-ECONOMIC INDICATORS OF THE REGIONS:
ASSESSMENT BY THE CLASSICAL ECONOMY AND SIMULATION METHODS
Akhmedov A.S. 137

BUILDING AN EFFECTIVE SYSTEM OF BUSINESS PROCESSES THROUGH
THE MECHANISM OF OUTSOURCING
Vlasova N.V., Gorbatenko E.N., Novokupova I.N. 144

MANAGING THE PROCESS OF NORMALIZATION OF PROCUREMENT
Gladilina I.P., Zhalnina N.O. 149

THE ESSENCE OF INTERNAL AUDIT OF TAX LIABILITIES
Grinchenko K.A. 152

ANALYSIS OF THE FORMATION AND EXECUTION OF LOCAL BUDGET
FOR THE BUDGET EXAMPLE VLADIKAVKAZ,
REPUBLIC NORTH OSSETIA-ALANIA
Dzobelova V.B., Olisaeva A.V., Magometova M.Y. 156

CLASSIFICATION ON MONOCITIES THEIR LIFE CYCLE
Dulesov A.N., Bekhterev D.V. 161

MONITORING THE LEVEL OF ECONOMIC STABILITY OF THE ENTERPRISE
Zhurova L.I., Toporkov A.M. 166

DEVELOPPING A SYSTEM OF INDICATORS
FOR TRADING COMPANY FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS
Ivanova E.A. *171*

MAIN AREAS OF IMPROVEMENT OF QUALITY MANAGEMENT PURCHASING SMALL VOLUME EDUCATION CAPITAL METROPOLIS
Kanevskaya L.V., Gladilina I.P. *176*

MANAGE STAFF MOTIVATION IN TERMS OF ORGANIZATIONAL CHANGES
AT THE ENTERPRISES OF A RAILWAY TRANSPORTATION:
A SYNERGISTIC APPROACH
Kirilyuk O.M., Legchilina E.Y. *179*

PORTO FRANCO HIGHLIGHTS: ASIAN EXPERIENCE
Lazarev V.A. *185*

THEORETICAL FOUNDATIONS OF ECONOMIC SECURITY
AND FINANCIAL STABILITY OF THE COUNTRY
Pereverzeva E.S., Makrinova E.I., Grigoryeva V.V., Kapustina I.Y., Dudaev A.B. *189*

STRATEGIC INNOVATIONS: INTEGRATED APPROACH TO THE CREATION
OF THE COMPETITIVE ADVANTAGES BY BUSINESS MODEL INNOVATIONS
Titov S.A., Titova N.V., Chernyshev V.P., Titarenko R.B. *193*

STRATEGIC INNOVATIONS AS A TOOL FOR CREATION
OF NEW STRATEGIC ADVANTAGES FOR COMPANIES
Titova N.V., Titov S.A., Chernyshev V.P., Titarenko R.B. *198*

MODEL AIMED AT PREDICTING THE VALUE OF COMMERCIAL REAL ESTATE
Urban N.A., Porokhin A.V. *203*

ON THE ROLE OF PUBLIC AUDIT IN THE SYSTEM OF STRATEGIC MANAGEMENT
OF DEVELOPMENT OF HEALTH OF RUSSIA
Shalygina N.P., Selyukov M.V., Korneva Y.A. *209*

IMPROVEMENT OF METHODS OF PLANNING LIMITS ELECTRICITY
CONSUMPTION IN BUDGETARY INSTITUTIONS
Yakupova N.M., Andreev A.V. *214*

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF CREDIT
ORGANIZATIONS IN RUSSIAN FEDERATION
Yanova E.A., Pevtsov E.D., Sukhov D.A. *219*

УДК 621.6.04

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ (ПУ) ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ СМЕСЕЙ

Афанасьев А.И., Потапов В.Я., Костюк П.А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, e-mail: kostyukpetr@bk.ru

В работе рассматриваются основы расчета пневматических устройств для транспортирования различных сыпучих смесей. Приведен обзор систем пневмотранспорта. Авторами составлена математическая модель данного устройства. Математически обоснованы геометрические параметры устройства и рассчитаны его основные узлы. Приведена схема камерного питателя пневмотранспортной установки и описан принцип ее действия. Данный камерный питатель защищен авторскими свидетельствами. Был проведен ряд экспериментов, подтверждающих работоспособность всех узлов пневмотранспортной установки. Данные математические зависимости могут использоваться для расчетов пневмотранспортных установок применимо к различным отраслям промышленности. Предложенные установки позволяют уменьшить запыленность рабочих мест, что в свою очередь уменьшает уровень профессиональных заболеваний и положительно сказывается на защите окружающей среды.

Ключевые слова: пневмотранспорт, математическая модель, сыпучая смесь, транспортирование, питатель.

BASIS OF CALCULATION OF A PNEUMATIC DEVICE (PD) FOR TRANSPORTING BULK MIXTURES

Afanasev A.I., Potapov V.Y., Kostyuk P.A.

Ural State Mining University, Yekaterinburg, e-mail: kostyukpetr@bk.ru

The paper deals with the basics of calculating pneumatic devices for the transportation of various bulk mixtures. An overview of pneumatic conveying systems. The authors formulated a mathematical model of this device. Mathematically proved the geometric parameters of the device and its main components are calculated. The scheme of the pneumatic chamber feeder installation and describes the principle of its action. This chamber feeder is protected by copyright certificates. Was glad experiments conducted to confirm the operation of all units the pneumatic installation. These mathematical relationships may be used for the calculation of pneumatic systems applicable to various industries. The proposed installation can reduce dust jobs, which in turn reduces the level of occupational disease and have a positive impact on the environment. References contains 5 items.

Keywords: pneumatic transport, mathematical model, loose mixture, transport, feeder

В настоящее время, ввиду увеличения энергозатрат на транспортировку материалов, создание экономически выгодных установок является актуальной задачей.

Такими системами, сочетающими в себе ряд положительных качеств, являются пневматические устройства. Они отличаются незначительной стоимостью из-за простоты конструкции, легкостью обслуживания, обладают большой маневренностью, позволяют транспортировать материалы во многих условиях (вагоны, бункера и т.д.) с незначительной потерей материала.

Транспортные трубопроводы могут быть проложены во многих местах с незначительной занимаемой площадью пространства.

Существенным недостатком пневмотранспортных установок является сравнительно большой расход энергии на единицу транспортного материала. Однако в целом ряде случаев при применении пневматического транспорта общие затраты будут меньше, чем при других видах транспортирования. Кроме того, очень часто пневматический способ транспортирования является частью технологического процесса какого-либо производства, где он становится незаменимым (например, в пневмогазовых сушилках торфобрикетного производства или в пневмоуборочных машинах) [1].

Пневмотранспортная установка состоит из питающего устройства, трубопровода, отделителя и воздуходувной машины. Основным элементом ее является камерный питатель (рисунок), содержащий приемную камеру 1 с шарнирно смонтированной на ней крышкой 2. В приемную камеру 1 помещена гибкая (мягкая) емкость (тара) 3 с сыпучим материалом в закрытом состоянии. Разгрузочный трубопровод 4 смонтирован на крышке 2. Нагнетательный трубопровод 5 содержит патрубок 6 с нагнетательным соплом 7 с возможностью свободного перемещения вдоль него. Лезвие ножевого устройства 8 направлено вниз для разрезания верхней части гибкой тары 3. Для отвода излишка воздуха по воздуховоду 9 дно 10 приемной камеры 1 снабжено патрубком 11. Для удаления гибкой тары 3 из камерного питателя приемная камера 1 снабжена

диском 12 с юбкой 13. Установка диска 12 на определенном расстоянии от дна 10 камеры 1 обеспечивается винтовым устройством 14. Замкнутое пространство 15 приемной камеры 1 сообщается с разгрузочным трубопроводом 4 через вентиль 16 и с нагнетательным трубопроводом 5 посредством вентиля 17 воздуховода. Вентиль 18 транспортного трубопровода предназначен для перекрытия и подачи сжатого воздуха к нагнетательному соплу 7. Диск 12 имеет возможность свободного перемещения по вертикали до стопорного устройства 19. Диск 12 снабжен отверстием 20, перекрытым обратным клапаном 21 [2].

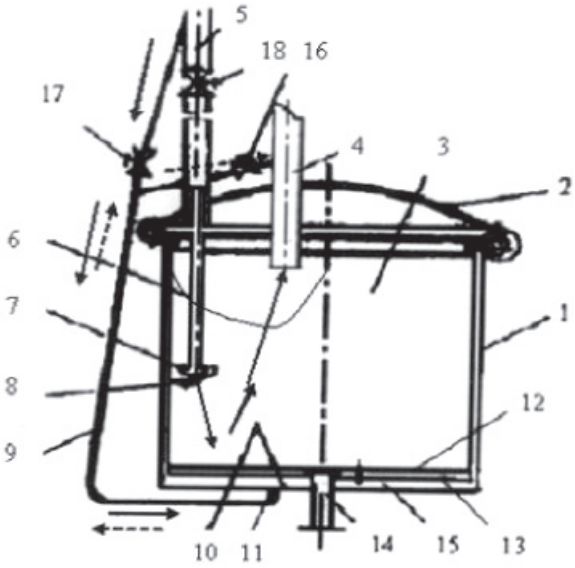


Схема камерного питателя пневмотранспортной установки

Благодаря разности давлений, создаваемых воздуходувной машиной, в трубопроводе пневмосистемы возникает движение воздушного потока. Материал, предназначенный для транспортирования, с помощью питающего устройства вводится в пневмосистему, где он попадает в воздушный поток [1].

При пневмотранспортировании сыпучих материалов решающее значение имеет структура аэросмеси, характер которой определяется взаимодействием воздуха и материала.

Часто в таких устройствах для создания псевдоожижения осуществляется продувка слоя частиц воздухом через пористую сетчатую перегородку. В результате прохода воздуха через слои материала, из-за разности давлений перед слоем P_1 и над ним P_2, объем материала насыщается воздухом, и он начинает увеличиваться в объеме, оставаясь неподвижным, при этом частицы материала начинают отделяться друг от друга. Частицы не покидают образовавшийся «псевдоожиженный» слой, поскольку их вес уравновешивается скоростным напором воздуха, т.е. его скорость равна скорости витания частиц $V_{вит}$. В данном состоянии перепад давления $\Delta P = P_1 - P_2 = \text{const}$ и не зависит от скорости потока воздуха $V_п$, которая будет равна критической скорости $V_{кр}$ «псевдоожижения».

Критическая скорость $V_{кр}$ [м/с] аэросмеси

$$v_{кр} = c\sqrt{\mu agd}, \qquad (1)$$

где c = 0,25–0,4 – коэффициент, зависящий от крупности материала, склонности к слеживанию и наличию влаги; μ – весовая концентрация материала; $a = (\rho_м - \rho_в)/\rho_в$; $\rho_м$ и $\rho_в$ – плотность соответственно материала и воздуха, кг/м^3; g – ускорение свободного падения, м/с^2; d – диаметр пневмопровода, м.

Необходимая скорость $V_в$ [м/с] потока

$$v_в = (1{,}05–1{,}1)v_{кр}, \qquad (2)$$

Сопротивление $P_п$ [Па] пневмопровода при движении аэросмеси

$$P_п = (1 + 0{,}4\mu)P_в, \qquad (3)$$

где $P_в$ – потеря давления при движении чистого воздуха, Па.

Потеря давления $\Delta P_г$ [Па] в поднимающихся коротких участках пневмопровода

$$\Delta P_г = (1 + \mu)\rho_в gH, \qquad (4)$$

где H – разница геодезических отметок, м (высота подъема).

Полное падение давления ΔP [Па] в пневмотранспортной системе

$$\Delta P = P_п + \Delta P_г + \Delta P_{дин} + \Delta P_з, \qquad (5)$$

где $\Delta P_{дин} = \frac{v_п^2 \rho_в}{2}$ – динамические потери давления, Па; $\Delta P_з$ – потери давления в загрузочном устройстве, обычно $\Delta P_з$ = 1 Па.

Расход $Q_о$ [м^3/мин] воздуха

$$Q_о = \frac{Q_м \rho_м}{\mu \rho_в}, \qquad (6)$$

где $Q_м$ – расход материала, транспортируемого по пневмопроводу, м^3/мин.

Необходимая подача $Q_в$ [м^3/мин] воздуходающей машины

$$Q_в = kQ_о, \qquad (7)$$

где k = 1,1–1,15 – коэффициент, учитывающий потери воздуха в пневмопроводе [3].

Расход и скорость воздуха влияют только на степень возрастания объема материала.

Транспортировка материала может начинаться при условии, когда $V_п > V_{кр}$ и станет равной скорости уноса $V_у$ [4].

Во многих работах [1, 3, 4] установлено, что скорость транспортирования материала зависит от скорости витания частиц.

Аналитически скорость витания частиц материала в потоке воздуха определяется из условия равенства силы сопротивления F, действующей на частицу, которая движется относительно потока воздуха, и силы тяжести G.

При числах Рейнольдса, характеризующих турбулентное обтекание частиц, имеет место квадратичный закон сопротивлений, т.е.

$$F = cS\frac{\rho_в v_в^2}{2}, \qquad (8)$$

где c – коэффициент сопротивления при обтекании частиц потоком; S – площадь сечения частицы, перпендикулярного направлению потока, м^2; $\rho_в$ – плотность воздуха, кг·с^2/м^4.

Если тело имеет форму шара, то $G = \frac{\pi d^3}{6}\rho_м g$ и $S = \frac{\pi d^2}{4}$ тогда, подставляя значение S в формулу (8) и приравнивая F и G, получим формулу для определения скорости витания $v_{вит}$ [м/с]

$$v_в = v_{вит} = \sqrt{\frac{4gd\rho_м}{3C\rho_в}}, \qquad (9)$$

где $\gamma_т$ – объемный вес частиц материала.

Коэффициент сопротивления С зависит от многих факторов и определяется экспериментальным путем. Для частиц шаровой формы при $R_e \leq 1$ коэффициент С может быть определен по уравнению

$$C = \frac{24}{R_e}. \qquad (10)$$

На практике значения для частиц различных материалов определяют непосредственно экспериментальным путем в аэродинамической (витательной) трубе [1].

Объем камерного питателя может быть оценен по формуле

$$\Omega_{кп} = \frac{G_м t_с}{u\rho_м}, \qquad (11)$$

где $G_м$ – транспортная производительность установки с камерным питателем, м^3/ч; $t_с$ – среднее время для загрузки 1 м^3 объема питателя материалом; u – количество питателей, работающих в цикле загрузки; $\rho_м$ – плотность материала, кг/м^3.

Представленные формулы могут быть использованы для расчета пневматических устройств для транспортирования сыпучих материалов.

Список литературы

1. Батаногов А.П. Подъемно-транспортное, хвостовое и ремонтное хозяйство обогатительных фабрик: учеб. для вузов. – М.: Недра, 1989. – 336 с.

2. Дорошенко В.А. Трубопроводный гидравлический и пневматический транспорт: учебное пособие / В.А. Дорошенко, Г. Г. Кожушко. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2014. – 194 с.

3. Патент № 2537368. Камерный питатель пневмотранспортной установки, 07.11.2014.

4. Солопов С.Г. Торфяные машины (теория, расчет и конструирование) / С.Г. Солопов, М.В. Мурашов, М.А. Миркин и др. – М.: государственное издательство «Высшая школа», 1962.

5. Урбан Я. Пневматический транспорт. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1967. – 256 с.

References

1. Batanogov A.P. Pod'emno-transportnoe, hvostovoe i remontnoe hozjajstvo obogatitelnyh fabrik: Ucheb. dlja vuzov. M.: Nedra, 1989. 336 p.

2. Doroshenko V.A. Truboprovodnyj gidravlicheskij i pnevmaticheskij transport: uchebnoe posobie / V.A. Doroshenko, G.G. Kozhushko. Ekaterinburg: Izdatelstvo AMB, 2014. 194 p.

3. Patent no. 2537368. Kamernyj pitatel pnevmotransportnoj ustanovki, 07.11.2014.

4. Solopov S.G. Torfjanye mashiny (teorija, raschet i konstruirovanie) / S.G. Solopov, M.V. Murashov, M.A. Mirkin i dr. M.: gosudarstvennoe izdatelstvo «Vysshaja shkola», 1962.

5. Urban Ja. Pnevmaticheskij transport. M.: Izdatelstvo «Mashinostroenie», 1967. 256 p.

Рецензенты:

Шемякин В.С., д.т.н., профессор, закрытое акционерное общество «Научно-производственная компания «Техноген», г. Екатеринбург;

Неволин Д.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения». г. Екатеринбург.

УДК 504.14

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ НА ПРИМЕРЕ ТЮМЕНИ

Германова Т.В., Керножитская А.Ф.

ГОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», Тюмень, e-mail: Anuta.Ugra@mail.ru

В данной статье рассматривается оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах с учетом воздействия автотранспорта. Проанализированы условия территорий поселений при соблюдении требований нормативных документов и стандартов, определяющих качество атмосферного воздуха, позволяющих обеспечить экологическую безопасность и охрану здоровья населения от автомагистралей при планировке и застройке поселений и городских округов. Выполнена экологическая оценка качества атмосферного воздуха на урбанизированных территориях, на примере основных магистральных улиц города оценен уровень химического загрязнения воздуха с использованием экспериментальной информации. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что для создания полной картины качества воздуха в данном городе достаточно: правильно спланировать сеть наблюдений, изучить качественную сторону выбросов в городе и выполнять измерения концентраций 6–8 веществ регулярно на всех станциях; создать математическую модель загрязнения города атмосферным транспортом, учитывающих показатели натурных исследований. Все это позволит при сравнительно невысоких затратах получать максимум информации об источниках выбросов и уровне загрязнения прилегающих территорий.

Ключевые слова: воздух, загрязнение воздуха, магистральные улицы, выхлопные газы, автотранспорт

POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR IN THE TOWN OF MOTOR TRANSPORT ON THE EXAMPLE OF THE TYUMEN

Germanova T.V., Kernozhitskaya A.F.

The Tyumen state architectur-building university, Tyumen, e-mail: Anuta.Ugra@mail.ru

In this article the assessment of level of pollution of atmospheric air in the cities taking into account influence of motor transport is considered. Conditions of territories of settlements at observance of requirements of the normative documents and standards defining quality of atmospheric air, ecological safety and public health care allowing to ensure from highways when planning and building settlements and city districts are analysed. The ecological assessment of quality of atmospheric air in the urbanized territories is executed, on the example of the main city streets the level of chemical air pollution with use of experimental information is estimated. Results of the carried-out analysis testify that for creation of a full picture of quality of air in this city enough: it is correct to plan a network of supervision, to study the qualitative party of emissions in the city and to carry out measurements of concentration of 6–8 substances regularly at all stations; to create mathematical model of pollution of the city atmospheric transport, the natural researches considering indicators. All this will allow to receive at rather low expenses a maximum of information on sources of emissions and the level of pollution of adjacent territories.

Keywords: air, air pollution, main street, exhaust gases, motor transport

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах с учетом воздействия автотранспорта является чрезвычайно актуальным вопросом, поскольку человек ежесекундно нуждается в качественном атмосферном воздухе.

Автомобиль является источником загрязнения в городе, где воздух не только обедняется кислородом, но и загрязняется вредными компонентами отработавших газов. Механизм воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду имеет ряд специфических особенностей. Автомобили сжигают огромное количество топлива из нефтепродуктов, нанося одновременно ощутимый вред окружающей среде, главным образом атмосфере. Транспортные средства являются источниками окиси углерода, оксидов азота, диоксида серы, взвешенных веществ. Согласно литературным данным [5] каждый автомобиль выбрасывает в атмосферу с отработавшими газами около 200 различных компонентов.

При этом наблюдающаяся массовость и постоянно растущие темпы процесса автомобилизации приводят к несоответствию категорий дорог и улиц. В результате чего город начинают испытывать повышенную транспортную нагрузку при невозможности расширения существующих дорог и улиц. Следовательно, возрастающая транспортная нагрузка в городской среде является причиной повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Требования по обеспечению экологической безопасности и охраны здоровья населения следует выполнять при планировке и застройке поселений. На территории поселений необходимо обеспечивать достижение нормативных требований

и стандартов, определяющих качество атмосферного воздуха [2].

Таким образом, неуклонно возрастающая транспортная нагрузка в современной урбанизированной среде является причиной повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха. Выбросы автотранспорта в городской застройке поступают в приземный слой воздуха, где их рассеивание затруднено. В зависимости от распределения потоков автотранспорта на территории города под влиянием метеорологических условий рассеивания примесей формируются поля концентраций. Исторически сложившаяся городская инфраструктура определяет наборы примесей, подлежащих мониторингу. Наблюдения за концентрациями веществ в атмосферном воздухе характерны для каждого города. Поэтому на территории поселений необходимо обеспечивать достижение нормативных требований и стандартов, определяющих качество атмосферного воздуха, обеспечивающих экологическую безопасность и охрану здоровья населения при планировке и застройке.

По федеральным требованиям в атмосферном воздухе [4] необходимо контролировать три группы веществ:

1. Основные вещества: общие взвешенные вещества (пыль), диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы. Наблюдения за концентрациями данных веществ являются обязательными во всех городах.

2. Специфические вещества: аммиак, бенз(а)пирен, бензол и другие ароматические углеводороды, кадмий, никель, ртуть, свинец, сероуглерод, сероводород, фенол, формальдегид, фторид водорода.

3. Озон и мелкие взвешенные частицы. Организовывать наблюдения за концентрациями данных веществ также необходимо.

Анализ состояния атмосферного воздуха по официальным информационным источникам в городе Тюмени свидетельствует, что наиболее негативное влияние на качество атмосферного воздуха оказывает автотранспорт. При этом плотность сети линий магистрального транспорта в настоящее время – 0,6 км/км^2, на перспективу предусматривается 1,4 км/км^2 [1].

Транспортные потоки города Тюмени концентрируются в основном в центральной части города, особо критическое положение складывается в местах пересечения грузонапряженных магистральных улиц в часы максимальной интенсивности движения. Основные магистрали городского значения – Республики, Ленина, Мельникайте, Первомайская, Профсоюзная, 50 лет Октября. Протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения, к которым отнесена значительная часть улиц, составляет 861,4 км, из которых с твердым покрытием 732,2 км (проект Генплана города Тюмени до 2040 г.).

Контроль качества воздушной среды в городе Тюмени осуществляется тремя независимыми организациями:

1) стационарными постами наблюдений Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

2) ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области»;

3) передвижной лабораторией МУ «ЛесПаркХоз».

Основным источником экспериментальной информации для определения фоновых концентраций загрязняющих веществ городе Тюмени являются данные стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Выбор места расположения стационарных постов при организации наблюдений за загрязнением атмосферы в городе осуществлялся органами гидрометеорологической службы в 1967–2004 гг. в соответствии с требованиями нормативных документов: ГОСТ 17.2.2.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов»; РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

В соответствии с функциональным зонированием в городе имеется 5 стационарных постов наблюдения, которые делятся на автомобильные – 2 и 6, промышленные – 9 и 10 и городской фоновый – 3 (согласно действующей схеме стационарных постов), и это деление является условным. Методическое руководство постами осуществляется Омской ЛМЗА.

Данные посты, по мнению специалистов гидрометеорологической службы, являются репрезентативными и отражают реальную ситуацию с загрязнением атмосферы, которая, к сожалению, неблагополучна. При учете показателей поста – «городской фоновый» не могут быть сделаны корректные выводы о ситуации в жилых районах и приняты управляющие решения относительно конкретных источников воздействия. Так как данный гидрометеорологический пост расположен в зоне воздействия городского автотранспорта. Это обстоятельство послужило основанием для выбора темы исследований: содержание в атмосферном воздухе загрязняющих веществ от выбросов автотранспорта на автомагистралях города.

Для получения экспериментальной информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха на конкретных территориях

в городе Тюмени были проведены натурные исследования (маршрутные наблюдения) за транспортными потоками в улично-дорожной сети. Натурные исследования проводились в течение 2009–2010 гг.

Представленные анализы были выполнены на базе аналитической лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области» в рамках программы стажировки. В точках мониторинга велось наблюдение по минимально достаточным показателям, позволяющим контролировать эколого-гигиеническую ситуацию с наименьшим временем. Отбор проб проводился с 6 до 13 ч и с 14 до 21 ч. Одновременно замерялась скорость ветра (м/с) и отмечалось его направление. Замеры проводились на уровне 1,5 м от земли, в зоне дыхания человека. В качестве рабочих приборов были выбраны газоанализаторы «TESTO-445» и «АНКАТ-7631». Замеры производились в соответствии с паспортными требованиями на эксплуатацию данных приборов.

Измерения атмосферного воздуха и анализ были выполнены для основных загрязнителей: взвешенные вещества, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода. Проведенные натурные измерения атмосферного воздуха данной лабораторией по городским автомагистралям с наиболее интенсивным движением подтверждают наличие загрязнений в атмосферном воздухе. Так, например, на одном из исследуемых участков – по улице Холодильной отмечено превышение санитарно-гигиенических нормативов химического воздействия для жилой застройки. Исследования основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от потоков автотранспорта показали превышение взвешенных веществ и азота диоксида в весенне-летний период (май, июнь, июль, август) и осенне-зимний период (сентябрь). Результаты показателей, превышающих нормативные значения, за период 2009–2010 гг. представлены в таблице.

Измерения атмосферного воздуха, проведенные передвижной лабораторией на остальных обследованных участках города, показывают, что максимальные значения концентрации вредных веществ отмечаются на территориях, непосредственно примыкающих к проезжей части магистралей, по мере удаления концентрации уменьшаются (от 20 до 1,5 ПДК). В целом результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что для создания полной картины качества воздуха в данном городе достаточно: правильно спланировать сеть наблюдений (расположить грамотно посты наблюдений), изучить качественную сторону выбросов в городе и выполнять измерения концентраций 6–8 веществ регулярно на всех станциях; создать математическую модель загрязнения города Тюмени атмосферным транспортом (определить количество и место расположения расчетных точек), учитывающих показатели натурных исследований.

Результаты показателей, превышающих нормативные значения

Период	Точка отбора	Определяемые показатели	Результаты исследований среднесуточной концентрации, мг/м^3	Величина допустимого уровня среднесуточной концентрации, мг/м^3
Май, 2009 г.	ул. Холодильная (обочина дороги)	Взвешенные вещества	0,43	0,15
Июнь, 2009 г.	ул. Холодильная (обочина дороги)	Взвешенные вещества	0,47	0,15
Июль, 2009 г.	ул. Холодильная – ул. Энергетиков (перекресток)	Взвешенные вещества	0,23	0,15
		Диоксид азота	0,07	0,04
Август, 2009 г.	ул. Холодильная – ул. Энергетиков (перекресток)	Диоксид азота	0,07	0,04
Сентябрь, 2009 г.	ул. Холодильная (обочина дороги)	Взвешенные вещества	0,23	0,15
Июль, 2010 г.	ул. Холодильная (обочина дороги)	Взвешенные вещества	0,19	0,15
		Диоксид азота	0,06	0,04
Август, 2010 г.	ул. Холодильная (обочина дороги)	Взвешенные вещества	0,21	0,15
Сентябрь, 2010 г.	ул. Холодильная (обочина дороги)	Диоксид азота	0,06	0,04

Для уточнения фактического состояния атмосферного воздуха по загрязняющим веществам на таких территориях с наименьшими финансовыми и трудовыми затратами необходимо использование комплекса информации об источниках выбросов, а также карт, с применением которых выполняется предварительный территориальный анализ [3].

Все это позволит при сравнительно невысоких затратах получать максимум информации об источниках выбросов и уровне загрязнения прилегающих территорий.

Список литературы

1. Постановление Администрации города Тюмени от 02.07.2009 № 49-пк «Об утверждении перечня автомобильных дорог общего пользования местного значения города Тюмени».

2. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2010.

3. МУ 2.1.6.792-99 Выбор базовых показателей для социально-гигиенического мониторинга (атмосферный воздух населенных мест). – М.: Минздрав России, 2000.

4. Германова Т.В., Сотникова А.Ф. Оценка загрязнения территории автотранспортом // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции, посвящённой 55-летию ТюмГНГУ. – 2011. – Т.4. – С. 295–298.

5. Фельдман Ю.Г. Гигиеническая оценка автотранспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха. – М.: Медицина, 1975. – 160 с.

References

1. Postanovlenie Administracii goroda Tjumeni ot 02.07.2009 no. 49-pk «Ob utverzhdenii perechnja avtomobilnyh dorog obshhego polzovanija mestnogo znachenija goroda Tjumeni».

2. SP 42.13330.2011 Gradostroitelstvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i selskih poselenij. M.: Ministerstvo regionalnogo razvitija RF, 2010.

3. MU 2.1.6.792-99 Vybor bazovyh pokazatelej dlja socialno-gigienicheskogo monitoringa (atmosfernyj vozduh naselennyh mest). M.: Minzdrav Rossii, 2000.

4. Germanova T.V., Sotnikova A.F. Ocenka zagrjaznenija territorii avtotransportom // Neft i gaz Zapadnoj Sibiri: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii, posvjashhjonnoj 55-letiju TjumGNGU. 2011. T.4. pp. 295–298.

5. Feldman Ju.G. Gigienicheskaja ocenka avtotransporta kak istochnika zagrjaznenija atmosfernogo vozduha. M.: Medicina, 1975. 160 p.

Рецензенты:

Степанов О.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень;

Бакшеев В.Н., д.т.н., профессор кафедры «Строительное производство оснований и фундаментов», Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень.

УДК 621-23

К ОСНОВАМ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ ВТОРОГО ВИДА

Дворников Л.Т., Яскевич О.М.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк, e-mail: Yaskevich_omm@mail.ru

Проблема синтеза структур механических систем является одной из наиболее важных в теории механизмов и машин. Она не имеет решения на основании известных формул подвижности. В настоящем исследовании с привлечением общей классификации механизмов впервые излагается метод нахождения всего многообразия схем механизмов по наперед заданным параметрам. Метод основывается дополнительно на идее профессора Грюблера о создании свободных замкнутых кинематических цепей, где каждое звено такой цепи последовательно может использоваться в качестве стойки. Сущность изложенного метода, показанная на примере механизмов второго вида, в состав которых входят лишь двухпарные звенья, может быть развита на механизмы всех семейств видов и классов и может найти широкое применение в общей теории машин.

Ключевые слова: механизм, структурный синтез, свободные замкнутые кинематические цепи, второй вид

TO THE BASIS OF MECHANISM THEORY OF THE SECOND KIND

Dvornikov L.T., Yaskevich O.M.

FGBOU SPE «Siberian state industrial university», Novokuznetsk, e-mail: Yaskevich_omm@mail.ru

The problem of synthesis of structures of mechanical systems is one of the most important in the theory of mechanisms and machines. She did not have a solution based on the well-known formulas mobility. In this study, with the assistance of the general classification of the mechanisms for the first time sets out a method for finding the whole variety of schemes mechanisms preassigned parameters. The method is based on the idea of prof. Grubler about the creation of the free closed kinematic chains where each link a series circuit can be used as stand. The essence of this method, as shown in the example of the mechanisms of the second kind, which include a two-pair links can be developed on the mechanisms of all kinds of families and classes, and widely used in the general theory of machines.

Keywords: mechanism, structural synthesis, free closed kinematic circuit, second kind

В работе [1] одного из авторов настоящей статьи были обоснованы и показаны подходы к построению всеобщей (универсальной) классификации механизмов, базирующиеся на накопленных к настоящему времени знаниях о механических системах, используемых в практике машиностроения. Согласно этой классификации механизмы могут отличаться друг от друга по принадлежности их к ассуровым и неассуровым; по видам в зависимости от сложности базисного звена механизма; по их семействам в соответствии с теорией В.В. Добровольского о числе общих накладываемых на весь механизм связей; по классам и по порядкам.

В настоящей статье на основе [4] рассматривается задача о создании всего многообразия механизмов второго вида различных семейств.

Математическая модель строения механизмов второго вида

Одним из основополагающих принципов универсальной классификации является понятие *видов* механизмов. Это понятие определяется сложностью наиболее сложного – базисного звена, входящего в кинематическую цепь и называемого τ-*угольником* или τ-*вершинником*. Число геометрических элементов – кинематических пар базисного звена τ определяет вид механизмов. Двухпарные базисные звенья ($\tau = 2$) образуют механизмы второго вида, трехпарные – третьего вида и т.д. Согласно [4] все кинематические цепи через параметр τ описываются системой двух уравнений, независимо определяющих сумму всех используемых в цепи кинематических пар (Σp_k) и общего числа содержащихся в цепи подвижных звеньев (n)

$$\begin{cases} \sum p_k = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \ldots + in_i + \ldots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + + \ldots + n_i + \ldots + n_1 + n_0, \end{cases} \quad (1)$$

где k – класс кинематических пар, $k = 1, 2, 3, 4, 5$ (пара 5 класса – одноподвижная); n_i – число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар; n_0 – число звеньев, не добавляющих кинематических пар.

Помимо этого известно [5], что все механические системы описываются универсальной структурной формулой подвижности, обоснованной профессором В.В. Добровольским:

$$W = (6 - m)n - \sum (k - m)p_k, \quad (2)$$

где W – подвижность кинематической цепи, а m – параметр Добровольского, как целое

положительное число, определяющее количество общих наложенных на всю кинематическую цепь связей. Этот параметр может изменяться от $m = 0$ до $m = 4$. Академик И.И. Артоболевский в работе [1] обосновал целесообразность все кинематические цепи по m делить на *семейства*. Всего семейств механизмов пять: нулевое ($m = 0$), первое ($m = 1$), второе ($m = 2$), третье ($m = 3$) и четвертое ($m = 4$).

Совместное использование формулы подвижности Добровольского (2) и уравнений (1) позволило создать универсальную структурную систему

$$\begin{cases} W = (6-m)n - \sum (k-m)p_k, \\ \sum p_k = \tau + (\tau-1)n_{\tau-1} + ... + in_i + ... + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + + ... + n_i + ... + n_1 + n_0, \end{cases} \quad (3)$$

обеспечивающую возможность решать одну из основных задач теории механизмов, а именно задачу синтеза структур механизмов по задаваемым независимым параметрам τ, m, k и W.

На основании (3) обратимся к теоретическим основам создания всего многообразия механизмов второго вида, т.е. таких, наиболее сложным звеном в которых является *двухпарное*. Эта частная задача синтеза структур механизмов ($W = 1$) второго вида ($\tau = 2$) сводится к исследованию их математической модели

$$\begin{cases} W = (6-m)n - \sum (k-m)p_k, \\ \sum p_k = 2 + n_1, \\ n = 1 + n_1 + n_0 \end{cases} \quad (4)$$

и формулируется так – найти полный состав всех возможных кинематических цепей, удовлетворяющих условиям системы (4).

Для решения поставленной задачи воспользуемся известным методом построения свободных замкнутых кинематических цепей, разработанным М. Грюблером применительно к плоским рычажным механизмам [2, 3, 7], то есть найдем все возможные замкнутые свободные цепи второго вида всех пяти семейств с одной внутренней подвижностью, из которых далее путем последовательной остановки звеньев по одному может быть найдено все многообразие механизмов второго вида. Под свободными цепями понимаются такие, которые не имеют связей с неподвижным звеном – стойкой.

Обоснование подходов к поиску свободных замкнутых кинематических цепей (СЗКЦ) второго вида

Универсальная формула В.В. Добровольского (2) для одноподвижных механизмов ($W = 1$) записывается в виде

$$\left[(6-m)n - \sum (k-m)p_k\right] = 1. \quad (5)$$

Освободим эту цепь от неподвижной стойки, т.е. включим её (стойку) в число подвижных звеньев, обратив эту цепь в свободную. При этом число звеньев цепи увеличится на одно, т.е. станет равным ($n + 1$). Цепь станет свободной в любом рассматриваемом пространстве m. Изменится в этом случае и подвижность цепи, она станет равной W_{Cm}

$$(6-m)(n+1) - \sum (k-m)p_k = W_{Cm}, \quad (6)$$

где C_m означает C – свободная замкнутая кинематическая цепь (СЗКЦ), а m – определяет семейство (0, 1, 2, 3, 4) цепи.

Раскроем в (6) скобки и получим

$$\left[(6-m)n - \sum (k-m)p_k\right] + (6-m) = W_{Cm}, \quad (7)$$

откуда с учетом (5) найдем, что

$$W_{Cm} = 1 + (6-m). \quad (8)$$

Таким образом, подвижность всех свободных замкнутых кинематических цепей (СЗКЦ) различных семейств (m = var) вполне определенно описывается формулой (8). Свободные цепи нулевого семейства ($m = 0$) согласно (8) обладают подвижностью $W_{C0} = 7$, первого семейства – $W_{C1} = 6$, второго семейства – $W_{C2} = 5$, третьего семейства – $W_{C3} = 4$ и четвертого семейства – $W_{C4} = 3$. В число этих подвижностей входит одна дополнительная внутренняя подвижность между звеньями каждой из цепей.

Система (4) для свободных замкнутых цепей с учетом (7) примет вид

$$\begin{cases} W_{Cm} = \left[(6-m)n - \sum (k-m)p_k\right] + (6-m), \\ \sum p_k = 2 + n_1, \\ n = 1 + n_1 + n_0. \end{cases} \quad (9)$$

Основываясь на том, что все свободные замкнутые кинематические цепи второго вида содержат в своем составе по n двухпарных звеньев, можно утверждать, что удвоенное число кинематических пар в них $\left(2\sum p_k\right)$ независимо от классов пар

равно произведению двух пар каждого звена цепи на число звеньев n цепи ($2n$), т.е. $2\sum p_k = 2n$ [6], откуда следует с очевидностью, что в таких цепях всегда

$$\sum p_k = n. \qquad (10)$$

Это условие позволяет приравнять правые части второго и третьего уравнений системы (9) и доказать, что все такие цепи могут быть построены с использованием звеньев $n_0 = 1$, т.е. включением в цепь одного звена, не добавляющего кинематических пар.

Обобщенная схема свободной замкнутой кинематической цепи второго вида показана на рис. 1. Эта цепь построена от базисного звена ($\tau = 2$) путем последовательного присоединения звеньев n_1, добавляющих в цепь по одной кинематической паре, и звена n_0, *замыкающего* цепь.

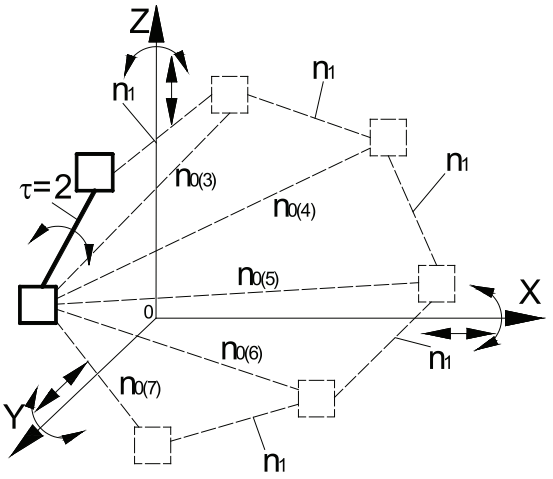


Рис. 1. Общий вид свободных замкнутых кинематических цепей второго вида

«Квадратами» на рис. 1 показаны связи – виртуальные кинематические пары между звеньями. Обозначение $n_{0(i)}$ означает, что это n_0 относится к i-звенным механизмам. Согласно (9) и (10) всего может быть построено пять СЗКЦ второго вида с виртуальными парами, а именно трехзвенные ($n = 3$, $\sum p_k = 3$, $n_1 = 1$ и $n_0 = 1$), четырехзвенные ($n = 4$, $\sum p_k = 4$, $n_1 = 2$ и $n_0 = 1$), пятизвенные ($n = 5$, $\sum p_k = 5$, $n_1 = 3$ и $n_0 = 1$), шестизвенные ($n = 6$, $\sum p_k = 6$, $n_1 = 4$ и $n_0 = 1$) и семизвенные ($n = 7$, $\sum p_k = 7$, $n_1 = 5$ и $n_0 = 1$). При создании полного многообразия СЗКЦ на месте виртуальных кинематических пар должны быть использованы реальные пары, удовлетворяющие условиям заданного семейства и требуемого относительного движения между звеньями рассматриваемых цепей.

Прежде всего, обратимся к семействам цепей, имея в виду первое уравнение системы (9) и разделим их на подсемейства (табл. 1) в зависимости от ненулевых значений чисел пар p_k.

Так как кинематические цепи четвертого семейства ($m = 4$) могут создаваться с использованием лишь кинематических пар p_5, то это семейство содержит в своем составе единственное подсемейство. В третьем семействе ($m = 3$) возможны к использованию как кинематические пары p_5, так и пары p_4, а потому это семейство может быть разделено на подсемейства, а именно: с ненулевыми значениями пар p_5 и p_4, только с парами p_5 и только с парами p_4, т.е. на три подсемейства. По той же логике могут быть разделены цепи второго семейства ($m = 2$) – на семь подсемейств, первого семейства ($m = 1$) – на пятнадцать, а нулевого семейства ($m = 0$) – на тридцать одно подсемейство. Формулы подвижности всех этих подсемейств приведены в табл. 1.

Каждое подсемейство табл. 1 имеет общее обозначение $Cm(i)$, что означает C – свободная кинематическая цепь, не имеющая соединения со стойкой; m – семейство механизмов по И.И. Артоболевскому; i – порядковый номер подсемейства внутри семейства.

Что же касается реальных кинематических пар, то они различаются по классам, т.е. по числу относительных независимых движений звеньев на одноподвижные (p_5), двухподвижные (p_4), трехподвижные (p_3), четырехподвижные (p_2), пятиподвижные (p_1) и по составам таких движений. Если обозначить относительные движения звеньев по осям декартовой системы координат как В – вращательное и П – поступательное, то всего таких составов движений четырнадцать. Кинематических пар p_5 две – В и П, пар p_4 три – ВВ, ПВ и ВП, пар p_3 пять – ВВВ, ПВВ, ППВ, ВПВ и ВПП, пар p_2 три – ВПВВ, ВППВ, ВПВП и пар p_1 одна – ВПВПВ. Все одноконтактные кинематические пары приведены в табл. 2.

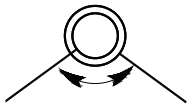
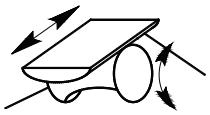
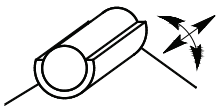
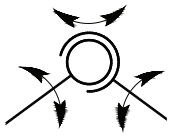
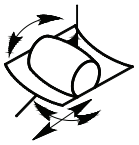
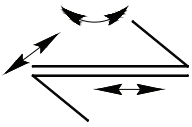
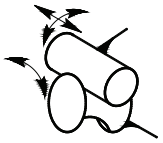
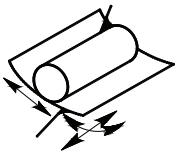
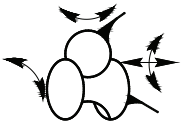
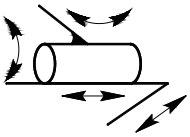
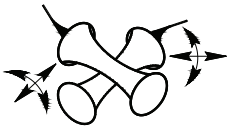
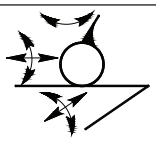
Таблица 1

Полный состав подсемейств свободных замкнутых кинематических цепей

$m = 4$	$m = 0$
$W_{C4} = 2n - p_5 = 3$	$W_{C0(1)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 = 7$
	$W_{C0(2)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 = 7$
	$W_{C0(3)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - p_1 = 7$
$m = 3$	$W_{C0(4)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 = 7$
$W_{C3(1)} = 3n - 2p_5 - p_4 = 4$	$W_{C0(5)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C3(2)} = 3n - 2p_5 = 4$	$W_{C0(6)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 2p_2 = 7$
$W_{C3(3)} = 3n - p_4 = 4$	$W_{C0(7)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - p_1 = 7$
$m = 2$	$W_{C0(8)} = 6n - 5p_5 - 4p_4 = 7$
$W_{C2(1)} = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3 = 5$	$W_{C0(9)} = 6n - 5p_5 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C2(2)} = 4n - 3p_5 - 2p_4 = 5$	$W_{C0(10)} = 6n - 5p_5 - 3p_3 - 2p_2 = 7$
$W_{C2(3)} = 4n - 3p_5 - p_3 = 5$	$W_{C0(11)} = 6n - 5p_5 - 3p_3 - p_1 = 7$
$W_{C2(4)} = 4n - 3p_5 = 5$	$W_{C0(12)} = 6n - 5p_5 - 3p_3 = 7$
$W_{C2(5)} = 4n - 2p_4 - p_3 = 5$	$W_{C0(13)} = 6n - 5p_5 - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C2(6)} = 4n - 2p_4 = 5$	$W_{C0(14)} = 6n - 5p_5 - 2p_2 = 7$
$W_{C2(7)} = 4n - p_3 = 5$	$W_{C0(15)} = 6n - 5p_5 - p_1 = 7$
$m = 1$	$W_{C0(16)} = 6n - 5p_5 = 7$
$W_{C1(1)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 - p_2 = 6$	$W_{C0(17)} = 6n - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C1(2)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 = 6$	$W_{C0(18)} = 6n - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 = 7$
$W_{C1(3)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 - p_2 = 6$	$W_{C0(19)} = 6n - 4p_4 - 3p_3 - p_1 = 7$
$W_{C1(4)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 = 6$	$W_{C0(20)} = 6n - 4p_4 - 3p_3 = 7$
$W_{C1(5)} = 5n - 4p_5 - 2p_3 - p_2 = 6$	$W_{C0(21)} = 6n - 4p_4 - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C1(6)} = 5n - 4p_5 - 2p_3 = 6$	$W_{C0(22)} = 6n - 4p_4 - 2p_2 = 7$
$W_{C1(7)} = 5n - 4p_5 - p_2 = 6$	$W_{C0(23)} = 6n - 4p_4 - p_1 = 7$
$W_{C1(8)} = 5n - 4p_5 = 6$	$W_{C0(24)} = 6n - 4p_4 = 7$
$W_{C1(9)} = 5n - 3p_4 - 2p_3 - p_2 = 6$	$W_{C0(25)} = 6n - 3p_3 - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C1(10)} = 5n - 3p_4 - 2p_3 = 6$	$W_{C0(26)} = 6n - 3p_3 - 2p_2 = 7$
$W_{C1(11)} = 5n - 3p_4 - p_2 = 6$	$W_{C0(27)} = 6n - 3p_3 - p_1 = 7$
$W_{C1(12)} = 5n - 3p_4 = 6$	$W_{C0(28)} = 6n - 3p_3 = 7$
$W_{C1(13)} = 5n - 2p_3 - p_2 = 6$	$W_{C0(29)} = 6n - 2p_2 - p_1 = 7$
$W_{C1(14)} = 5n - 2p_3 = 6$	$W_{C0(30)} = 6n - 2p_2 = 7$
$W_{C1(15)} = 5n - p_2 = 6$	$W_{C0(31)} = 6n - p_1 = 7$

Таблица 2

Полный состав одноконтактных кинематических пар механических систем

p_5	 В П
p_4	ВВ  ПВ  ВП
p_3	 ВВВ  ПВВ  ППВ  ВПВ  ВПП
p_2	 ВПВВ  ВППВ  ВПВП
p_1	 ВПВПВ

В этих парах соприкосновения звеньев происходят в одной точке, по одной линии или по одной поверхности.

Свободные замкнутые кинематические цепи второго вида могут создаваться лишь в тех подсемействах цепей (табл. 1), где будет выполняться равенство

$$H_{Cm} = S_{Cm}, \qquad (11)$$

где под H_{Cm} – будем принимать общее количество подвижностей в цепи, выраженное из первой формулы системы (9)

$$H_{Cm} = (6-m)n - W_{Cm} + (6-m), \qquad (12)$$

что с учетом (8) преобразуется в выражение

$$H_{Cm} = (6-m)\,n - 1 + (6-m), \qquad (13)$$

а под S_{Cm} – общую сумму связей цепей, в виде

$$S_{Cm} = \Sigma(k-m)p_k \qquad (14)$$

Равенство (11) с учетом (13) и (14) может быть преобразовано в выражение

$$(6-m)\,n - 1 + (6-m) = \Sigma\,(k-m)\,p_k. \qquad (15)$$

Из 57 подсемейств (табл. 1) свободные замкнутые кинематические цепи второго вида могут быть реализованы только в тех, где равенство (15) выполняется. Алгоритм поиска подсемейств СЗКЦ выполняется следующим образом: в формуле (13) задается значение n и находится ряд связанных с ним значений H_{Cm} (для всех семейств m). Общая сумма связей S_{Cm} (14) определяется кинематическими парами, которые могут принимать только целочисленные и положительные значения. Общее количество кинематических пар известно из формулы (10).

В табл. 3 представлены подсемейства свободных замкнутых кинематических цепей второго вида, а также необходимые комбинации кинематических пар, удовлетворяющие условию (15).

Задача сводится к тому, чтобы разбить полученное в (13) значение H_{Cm} на определенное количество целых частей. Коэффициенты при кинематических парах являются числами, на которые можно разбить H_{Cm}. Так в нулевом семействе формула (14) выглядит так $S_{Cm} = 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1$, в этом случае H_{Cm} может состоять из чисел 5, 4, 3, 2 и 1. В случае четвертого семейства $S_{Cm} = p_5$, H_{Cm} может состоять только из единиц.

Таблица 3

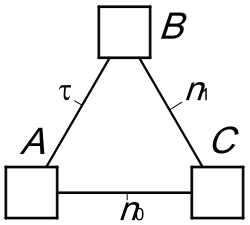
Полный состав свободных замкнутых кинематических цепей второго вида

m \ n	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$	$n = 6$	$n = 7$
$m = 4$	I $C4$ при $p_5 = 3$				
$m = 3$	II $C3(1)$ при $p_5 = 2$ и $p_4 = 1$	XII $C3(2)$ при $p_5 = 4$			
$m = 2$	III $C2(2)$ при $p_5 = 1$ и $p_4 = 2$ IV $C2(3)$ при $p_5 = 2$ и $p_3 = 1$	XIII $C2(2)$ при $p_5 = 3$ и $p_4 = 1$	XIX $C2(4)$ при $p_5 = 5$		
$m = 1$	V $C1(2)$ при $p_5 = 1$, $p_4 = 1$ и $p_3 = 1$ VI $C1(7)$ при $p_5 = 2$ и $p_2 = 1$ VII $C1(12)$ при $p_4 = 3$	XIV $C1(4)$ при $p_5 = 2$ и $p_4 = 2$ XV $C1(6)$ при $p_5 = 3$ и $p_3 = 1$	XX $C1(4)$ при $p_5 = 4$ и $p_4 = 1$	XXIII $C1(8)$ при $p_5 = 6$	
$m = 0$	VIII $C0(6)$ при $p_5 = 1$, $p_4 = 1$ и $p_2 = 1$ IX $C0(12)$ при $p_5 = 1$ и $p_3 = 2$ X $C0(15)$ при $p_5 = 2$ и $p_1 = 1$ XI $C0(20)$ при $p_4 = 2$ и $p_3 = 1$	XVI $C0(4)$ при $p_5 = 2$, $p_4 = 1$ и $p_3 = 1$ XVII $C0(8)$ при $p_5 = 1$ и $p_4 = 3$ XVIII $C0(14)$ при $p_5 = 3$ и $p_2 = 1$	XXI $C0(8)$ при $p_5 = 3$ и $p_4 = 2$ XXII $C0(12)$ при $p_5 = 4$ и $p_3 = 1$	XXIV $C0(8)$ при $p_5 = 5$ и $p_4 = 1$	XXV $C0(16)$ при $p_5 = 7$

Из табл. 3 следует, что СЗКЦ второго вида могут быть образованы во всех пяти семействах при общем количестве звеньев от трех до семи. Трехзвенные цепи второго вида образуются во всех пяти семействах, четырехзвенные – во всех кроме четвертого, пятизвенные – во втором, первом и нулевом семействах, шестизвенные – в первом и нулевом, семизвенная цепь образуется только в нулевом семействе. Общее количество решений – двадцать пять.

Алгоритм поиска структур механизмов второго вида

Полученные в табл. 3 подсемейства и сочетания кинематических пар, а также соотношения, взятые из рис. 1, преобразованы в свободные замкнутые кинематические цепи второго вида. Все последовательности СЗКЦ схематично изображены ниже на рис. 2–6.



m	Подсемейство	A, B, C	Номер цепи
4	–	p_5, p_5, p_5	$C(3)4$
3	1	p_5, p_4, p_5	$C(3)3–1$
2	2	p_5, p_4, p_4	$C(3)2–2$
2	3	p_5, p_3, p_5	$C(3)2–3$
1	2	p_5, p_4, p_3	$C(3)1–2$
1	7	p_5, p_2, p_5	$C(3)1–7$
1	12	p_4, p_4, p_4	$C(3)1–12$
0	6	p_5, p_4, p_2	$C(3)0–6$
0	12	p_5, p_3, p_4	$C(3)0–12$
0	15	p_5, p_1, p_5	$C(3)0–15$
0	20	p_4, p_4, p_3	$C(3)0–20$

Рис. 2. Трехзвенные СЗКЦ второго вида

Каждой СЗКЦ задан порядковый номер, состоящий из четырех цифр. Литера *C* обозначает свободную кинематическую цепь, цифра в скобках определяет количество звеньев СЗКЦ, вторая цифра номера определяет семейство, третья цифра – подсемейство и четвертая цифра (если она есть) характеризует различия в последовательности расположения кинематических пар.

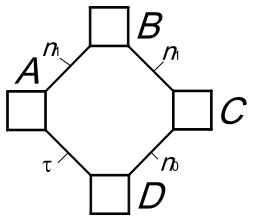
Семизвенные цепи второго вида структурно описываются подсемейством $W_{C0(16)} = 6n - 5p_5$. На рис. 6 изображена семизвенная замкнутая кинематическая цепь. Одним из практических решений этой цепи является известный пространственный шарнирный семизвенный механизм.

Таким образом, с учетом перестановок кинематических пар общее количество СЗКЦ второго вида увеличилось: трехзвенных – одиннадцать, четырехзвенных – девять, пятизвенных – пять, шестизвенных – две и одна семизвенная цепь. Всего СЗКЦ второго вида – двадцать восемь.

Практическое применение результатов исследования

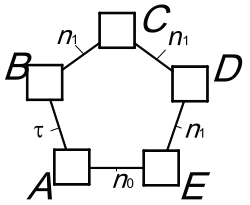
Практическое применение результатов исследования, проведенного в настоящей статье, позволяет решать задачи структурного синтеза механизмов второго вида.

В качестве примера рассмотрена задача структурного синтеза механизмов со следующими параметрами: общее количество звеньев $n = 4$, кинематических пар <<dvornik81.wmf>>, семейство $m = 0$. Эти параметры соответствуют трем возможным комбинациям свободных замкнутых кинематических цепей второго вида, приведенных на рис. 3 – *C*(4)0–4–1, *C*(4)0–4–2 и *C*(4)0–8.



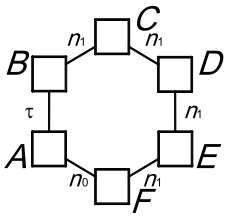
m	Подсемейство	*A, B, C, D*	Номер цепи
3	2	p_5, p_5, p_5, p_5	*C*(4)3–2
2	2	p_4, p_5, p_5, p_5	*C*(4)2–2
1	4	p_4, p_5, p_5, p_4 или p_4, p_5, p_4, p_5	*C*(4)1–4–1 или *C*(4)1–4–2
1	6	p_3, p_5, p_5, p_5	*C*(4)1–6
0	4	p_4, p_3, p_5, p_5 или p_4, p_5, p_3, p_5	*C*(4)0–4–1 или *C*(4)0–4–2
0	8	p_4, p_4, p_4, p_5	*C*(4)0–8
0	14	p_2, p_5, p_5, p_5	*C*(4)0–14

Рис. 3. Четырехзвенные СЗКЦ второго вида



m	Подсемейство	*A, B, C, D, E*	Номер цепи
2	4	p_5, p_5, p_5, p_5, p_5	*C*(5)2–4
1	4	p_5, p_5, p_4, p_5, p_5	*C*(5)1–4
0	8	p_5, p_4, p_4, p_5, p_5 или p_5, p_4, p_5, p_4, p_5	*C*(5)0–8–1 или *C*(5)0–8–2
0	12	p_5, p_5, p_3, p_5, p_5	*C*(5)0–12

Рис. 4. Пятизвенные СЗКЦ второго вида



m	Подсемейство	*A, B, C, D, E, F*	Номер цепи
1	8	$p_5, p_5, p_5, p_5, p_5, p_5$	*C*(6)1–8
0	8	$p_5, p_5, p_4, p_5, p_5, p_5$	*C*(6)0–8

Рис. 5. Шестизвенные ЗСКЦ второго вида

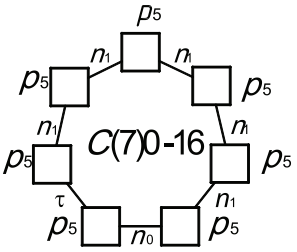


Рис. 6. Семизвенная СЗКЦ второго вида

Уточним состав кинематических пар а именно, механизм должен состоять из пар пятого p_5, четвертого p_4 и третьего p_3 классов. Заданным условиям соответствуют две свободных цепи $C(4)0–4–1$ и $C(4)0–4–2$. Кинематические пары, которые будут использоваться в механизме, возьмем из табл. 2, к примеру пары p_5 – В, p_4 – ВП и p_3 – ВВВ. Особенностью механизмов нулевого семейства является их способность воспроизводить все шесть движений классического декартова пространства. Для соблюдения этого условия необходимо, чтобы оси шарниров не были параллельны друг другу. В противном случае цепь получит дополнительную подвижность и будет функционировать в ущемленном пространстве ($m \neq 0$).

Построим свободную замкнутую кинематическую цепь $C(4)0–4–1$ (рис. 7, а), а в качестве стойки примем звено *4* (рис. 7, б).

В результате получен четырехзвенный механизм. Оригинальность решения подтверждена патентом РФ [6]. Уникальной особенностью представленного механизма является ведущее звено *1*, которое выполнено в качестве гидроцилиндра. При работе механизма (рис. 7, б) звено *1* совершает два различных движения, при этом для функционирования механизма достаточно задать только одно из них. Этот механизм является неассуровым по своей структуре.

Если построить свободную замкнутую кинематическую цепь $C(4)0–4–2$ с теми же кинематическими парами, то получим цепь, изображенную на рис. 8, а. В качестве стойки примем звено *1*, а вместо p_5, соединяющей *3* и *4* звено, к примеру, можно использовать винтовую кинематическую пару p_5(ВТ), тогда будет получен механизм (рис. 8, б).

Ведущим звеном является винт *4*, при этом все остальные звенья механизма перемещаются вполне определенно.

Таким образом, на конкретном примере доказано, что результаты проведенного исследования можно использовать при проектировании механизмов второго вида, при этом нет необходимости проводить дополнительное исследование подвижности кинематической цепи. Любой механизм, созданный при помощи описанной в статье методики, будет обладать единичной подвижностью вне зависимости от ведущего и звена, принимаемого за неподвижное.

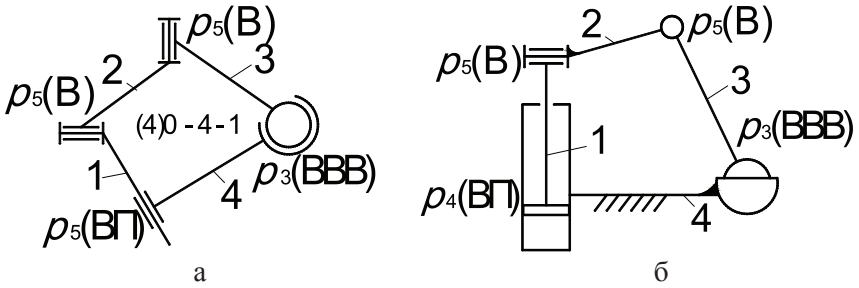


Рис. 7. Преобразование СЗКЦ (4)0–4–1 (а) в механизм (б): а – свободная замкнутая цепь; б – полученный механизм

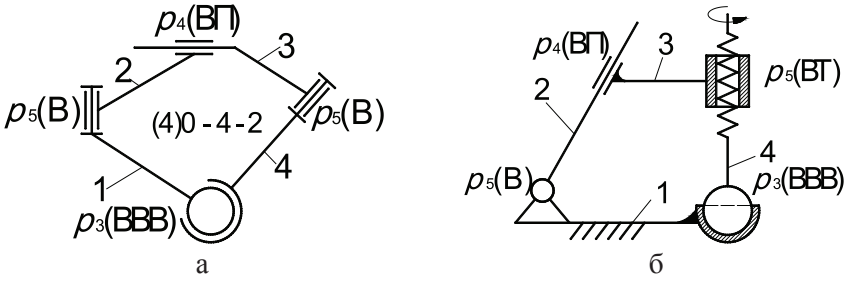


Рис. 8. Преобразование СЗКЦ (4)0–4–2 (а) в механизм (б): а – свободная замкнутая цепь; б – полученный механизм

Заключение

Задачу структурного синтеза механизмов второго вида можно условно разбить на три этапа. На первом этапе синтез механизмов второго вида проходит по заданным параметрам, т.е. решается универсальная структурная система. Её решением являются сочетания кинематических пар, из которых состоят рассматриваемые механизмы. На втором этапе структурного синтеза составляются свободные замкнутые кинематические цепи, которые схематично изображают взаимное расположение полученных сочетаний кинематических пар. На завершающем этапе структурного синтеза механизмов условные классы кинематических пар заменяются технически реализуемыми удерживающими сочленениями звеньев, а также выбирается неподвижное звено.

Список литературы

1. Артоболевский И.И. Структура, кинематика и кинетостатика многозвенных плоских механизмов. – М.; Л.: ГОНТИ НКТП, СССР. – 1939. – 232 с.

2. Дворников Л.Т. Жуковский Н.С. Адаптированный перевод с немецкого языка статьи: «Martin Grübler Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten» изданной в Лейпциге в 1883 г. // Теория механизмов и машин. – 2011. – № 1, Т. 9. – С. 44–61.

3. Дворников Л.Т. Жуковский Н.С. Адаптированный перевод с немецкого языка статьи: «Martin Grübler Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten» изданной в Лейпциге в 1883 г. // Теория механизмов и машин. – 2011. – № 2, Т. 9. – С. 3–17.

4. Дворников, Л.Т. Основы всеобщей (универсальной) классификации механизмов // Теория механизмов и машин. – 2011. – № 18. Т. 9. – С. 18–29.

5. Добровольский, В.В. Основные принципы рациональной классификации механизмов // Структура и классификация механизмов. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 1939. – С. 5–48.

6. Патент РФ № 248486. Пространственный смесительный механизм / Дворников Л.Т. Яскевич О.М. – 2012104940; заявл. 13.02.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. № 17.

7. Grubler M. Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten // Civilingenieur. Leipzig. – 1883. – № 29. – P. 167–200.

References

1. Artobolevskij I.I. Struktura, kinematika i kinetostatika mnogozvennyh ploskih me-hanizmov. M.; L.: GONTI NKTP, SSSR. 1939. 232 p.

2. Dvornikov L.T. Zhukovskij N.S. Adaptirovannyj perevod s nemeckogo jazyka stati: «Martin Grübler Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten» izdannoj v Lejpcige v 1883 g. // Teorija mehanizmov i mashin. 2011. no. 1, T. 9. pp. 44–61.

3. Dvornikov L.T. Zhukovskij N.S. Adaptirovannyj perevod s nemeckogo jazyka stati: «Martin Grübler Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten» izdannoj v Lejpcige v 1883 g. // Teorija mehanizmov i mashin. 2011. no. 2, T. 9. pp. 3–17.

4. Dvornikov, L.T. Osnovy vseobshhej (universalnoj) klassifikacii mehanizmov // Teorija mehanizmov i mashin. 2011. no. 18. T. 9. pp. 18–29.

5. Dobrovolskij, V.V. Osnovnye principy racionalnoj klassifikacii mehanizmov // Struktura i klassifikacija mehanizmov. M.; L.: Izd-vo AN SSSR. 1939. pp. 5–48.

6. Patent RF no. 248486. Prostranstvennyj smesitelnyj mehanizm / Dvornikov L.T. Jaskevich O.M. 2012104940; zajavl. 13.02.2012; opubl. 20.06.2013, Bjul. no. 17.

7. Grubler M. Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten // Civilin-genieur. Leipzig. 1883. no. 29. pp. 167–200.

Рецензенты:

Степанов А.В., д.т.н., профессор кафедры информатики и вычислительной техники, Новокузнецкий институт (филиал), Кемеровский государственный университет, г. Новокузнецк;

Живаго Э.Я., д.т.н., профессор кафедры технической механики и графики, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

УДК 579.66 + 547.7

БАКТЕРИЦИДНАЯ И ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ SE(S), N-СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТЬ РОСТА МИКРОМИЦЕТОВ – ДЕСТРУКТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

[1]Залепкина С.А., [1]Смирнов В.Ф., [2]Борисов А.В., [2]Мацулевич Ж.В., [1]Смирнова О.Н., [1]Артемьева М.М.

[1]Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (национальный исследовательский университет), Нижний Новгород, e-mail: biodeg@mail.ru;
[2]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: obchim@nntu.nnov.ru

В настоящее время большой интерес вызывают биоцидные препараты на основе халькогенов, так как они способны оказывать токсикологическое действие на многие микроорганизмы, в том числе и на те, которые участвуют в деструкции различных промышленных и строительных материалов, однако механизмы их действия до конца не изучены. В связи с этим в данной работе проведено исследование биоцидной активности халькогенсодержащих гетероциклических соединений в отношении различных видов микроскопических грибов и бактерий. Установлено влияние химической структуры соединений на их биоцидную активность; изменяя структуру исследуемых нами соединений, можно регулировать их биоцидную активность, повышая или снижая их фунгицидное и бактерицидное действие. Проведен анализ влияния селенсодержащих соединений на радиальную и линейную скорости роста исследуемых микромицетов. Показано, что исследуемые халькогенсодержащие соединения могут быть использованы в качестве биоцидных препаратов, ингибирующих жизнедеятельность бактерий и микроскопических грибов, участвующих в процессе биодеградации промышленных и строительных материалов.

Ключевые слова: селен, сера, гетероциклические соединения, бактерицидность, фунгицидность

BACTERICIDAL AND FUNGICIDAL ACTIVITIES OF SE(S), N-CONTAINING HETEROCYCLIC COMPOUNDS AND THEIR INFLUENCE ON GROWTH RATE OF MICROMYCETE – INDUSTRIAL MATERIAL DECOMPOSERS

[1]Zalepkina S.A., [1]Smirnov V.F., [2]Borisov A.V., [2]Matsulevich Z.V., [1]Smirnova O.N., [1]Artemeva M.M.

[1]Nizhny Novgorod State University (National Research University), Nizhny Novgorod, e-mail: biodeg@mail.ru;
[2]Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod, e-mail: obchim@nntu.nnov.ru

Biocidal activity of chalcogen-containing compounds towards several filamentous fungi and bacteria was studied. Influence of chemical structure of the compounds on growth of the fungi was determined. It was established that additional sulfur atom in the compounds leads to increase in bactericidal action and decrease in fungicidal action. While expansion in the number of selenium atoms results in increase in fungicidal activity and doesn't change bactericidal action of the compounds. In addition linear and radial growth speed of the fungi was tested and noneffect of residence time on growth of microorganisms was shown.

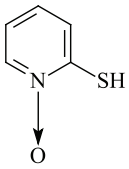
Keywords: selenium, sulphur, heterocyclic substances, fungicidal activity, bactericidal activity

В процессе эксплуатации многие промышленные и строительные материалы подвергаются негативному воздействию микроорганизмов (бактерий и грибов), то есть процессу биоповреждений. Среди наиболее активных деструкторов промышленных и строительных материалов выделяют микроскопические грибы [1, 2]. Лабильность, мощность ферментных систем позволяют этим живым организмам использовать в качестве источника питания самые различные субстраты природного и синтетического происхождения [3, 4]. Кроме того что микроскопические грибы разрушают и материалы, и строительные конструкции, они способны вызывать серьезные заболевания человека и животных: микозы, микоаллергозы, микотоксикозы и др., так как многие представители различных мицелиальных грибов могут являться условно патогенными организмами [5, 6]. В связи с вышеизложенным борьба с негативным воздействием микроскопических грибов особенно актуальна для различных сфер деятельности человека: промышленность, строительство, ветеринария, медицина экология и т.д. В качестве средств защиты промышленных материалов от биоповреждений используются различные методы, но наиболее распространенным

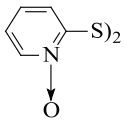
является химический, а именно использование различных биоцидных (фунгицидных) препаратов [7]. Так как адаптационные возможности микроскопических грибов высоко, арсенал биоцидных препаратов все время изменяется. В последнее время в качестве биоцидных препаратов используются различные производные халькогенов (серы, селена, теллура) [8, 9]. Пристальное внимание к производным халькогенов объясняется тем, что они способны реагировать с тиольными (SH) группами, в результате чего они оказывают токсическое действие, катализируя окисление широкого ряда биологически значимых тиолов, включая глутатион, цистеин, дигидролиполевую кислоту и коэнзим А [10]. Эти реакции определенным образом связаны с формированием адаптационных механизмов микроорганизмов, в том числе и устойчивости к воздействию на них различных химических соединений. В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение биоцидной (бактерицидной и фунгицидной) активности селен- и серосодержащих соединений к ряду бактерий и микроскопических грибов активных деструкторов промышленных и строительных материалов.

Материалы и методы исследования

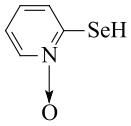
В качестве объектов исследования использовались Se(S),N-содержащие гетероциклические соединения:



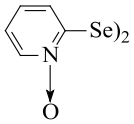
2-меркаптопиридин-1-оксид (**1**),



ди(2-пиридил-1-оксид)дисульфид (**2**),

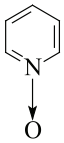


2-селанил-1-пиридин-1-оксид (**3**),



ди(2-пиридил-1-оксид)диселенид (**4**),

в качестве контроля использовался



пиридин N-оксид (**5**)

Соединения **1–4** были синтезированы по методикам [11–13], соединение **5** – продажный реактив. В экспериментах по определению биоцидной активности и скорости роста нами использовались растворы данных соединений в диметилсульфоксиде в концентрациях 0,05–2,5 %.

В качестве тест-организмов использовались микроскопические грибы: *Alternaria alternata, Penicillium cyclopium, Penicillium chrysogenum, Aspergillus oryzae, Aspergillus terreus, Aspergillus niger*, а также бактерии: *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa*. Культуры указанных микроорганизмов предоставлены Всероссийской коллекцией микроорганизмов. Данные микроорганизмы являются активными деструкторами различных промышленных и строительных материалов.

Для культивирования микроскопических грибов использовали агаризованную среду Чапека – Докса следующего состава (г/л): $NaNO_3$ – 2,0 г, KCl – 0,5 г, KH_2PO_4 – 1,0 г, $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$ – 0,01 г, $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$ – 0,5 г, агар-агар – 20 г, сахароза – 30 г, вода – 1 000 г.

Для культивирования бактерий использовали мясопептонный агар (МПА). Исследование бактерицидности проводилось диско-диффузионным методом. Для получения суспензии бактерий делали смыв с поверхности скошенного агара с суточной культурой бактерий. Для этого вносили в пробирки по 5–7 мл стерильного физиологического раствора. Полученную суспензию стандартизировали физиологическим раствором по оптическому стандарту мутности на 10 единиц. Затем с помощью пипетки отбирали 0,2 мл полученной суспензии культуры и переносили ее в центр чашки Петри. С помощью шпателя растирали культуру по всей поверхности питательной среды. Затем в чашки Петри помещали по 5 бумажных дисков каждый диаметром 5 мм, пропитанных растворами исследуемых веществ. Контролем служили образцы с фильтрами, пропитанными чистым растворителем.

Инкубация длилась в течение суток в термостате при (37 ± 2)°С [14].

Исследование показателей фунгицидности также выполнялось диско-диффузионным методом. В центр чашки Петри с агаризованной средой Чапека – Докса помещали бумажный диск диаметром 20 мм, пропитанный раствором исследуемого вещества. После этого осуществлялся посев микромицетов на плотную питательную среду Чапека – Докса в чашки Петри поверхностным способом. Инкубация длилась в течение 7–14 суток в термостате при (27 ± 2)°С и влажности 90%.

По окончании инкубации измеряли зону ингибирования роста вокруг диска, в мм, по величине которой судили о степени биоцидности соединения или ее отсутствии. В качестве контроля использовались образцы с фильтрами, пропитанными чистым растворителем [14].

Нами исследовалась радиальная и линейная скорость роста микроскопических грибов [15]. Для эксперимента по оценке скорости роста к суспензии спор микроскопических грибов добавляли растворы исследуемых веществ и выдерживали в течение определенного времени: 0,5, 1, 3, 5 ч. Затем каплю суспензии спор микроскопических грибов (0,01 мл) наносили в центр чашки Петри с плотной питательной средой. Затем чашки инкубировались в термостате при (27 ± 2) °С и влажности 90 %. Рост колонии оценивался измерением ее диаметра в двух перпендикулярных направлениях через каждые двое суток в течение двух недель. Контролем служили образцы инокулированных суспензией спор микромицетов, выдержанных в течение определенного времени без биоцидов. На основании полученных данных составляли графики зависимости скорости роста исследуемых культур от времени.

Результаты исследования и их обсуждение

Представляло интерес исследовать взаимосвязь биоцидной активности (фунгицидной и бактерицидной) S(Se), N-содержащих гетероциклических соединений с их химической структурой. Все исследованные соединения являются производными оксипиридина. В соединении 5 отсутствуют атомы халькогенов, тогда как в соединениях 1–4 они имеются. В состав соединений 1–2 входят атомы серы, а в состав соединений 3–4 – селена. Между собой соединения 1 и 2 и 3 и 4 отличаются количеством присутствующих в них атомов серы и селена.

Анализ результатов показывает следующее (таблица).

Минимальная ингибирующая концентрация (бактерицидная и фунгицидная) Se(S),N-содержащих соединений

Соединение / Название м/о	МИК, %				
	1	2	3	4	5
Escherichia coli	2,5	1	1	1	–
Staphylococcus aureus	1	1	1	1	–
Pseudomonas aeruginosa	25	1	2,5	1	–
Alternaria alternata	0,15	0,5	0,25	0,15	–
Penicillium cyclopium	0,15	1	0,25	0,15	–
Penicillium chrysogenum	0,5	1	0,25	0,15	–
Aspergillus oryzae	0,25	0,5	0,5	0,5	–
Aspergillus terreus	1	–	0,25	0,25	–
Aspergillus niger	0,5	0,5	0,5	0,25	–

Примечание. «–» – в исследуемых концентрациях биоцидная активность не обнаружена.

В ходе экспериментов было установлено, что исходное соединение пиридин N-оксид (5), не содержащее в своем составе атомов халькогенов, не проявило ни бактерицидной, ни фунгицидной активности. Введение серы в пиридин N-оксид с образованием соединения (1) приводит к появлению бактерицидной и фунгицидной активности, причем фунгицидный эффект выражен более сильно, по сравнению с бактерицидным. Наибольшее бактерицидное действие данное соединение оказывает на *Staphylococcus aureus*, а фунгицидный эффект в наибольшей степени проявляется по отношению к *Penicillium cyclopium* и *Alternaria alternata*. Соединение 2, которое представляет собой продукт окисления соединения 1, также обладало бактерицидной и фунгицидной активностью, но в этом случае имело место усиление бактерицидного действия по отношению ко всем культурам и снижение фунгицидной активности по отношению ко всем исследуемым микромицетам. При введении селена в исходное соединение пиридин N-оксид с образованием соединения (3) также отмечалось наличие фунгицидной и бактерицидной активности. По сравнению с соединением 1 имело место усиление биоцидного эффекта по отношению к *Escherichia coli*, однако фунгицидное действие снижалось,

за исключением *Penicillium chrysogenum* и особенно *Aspergillus terreus*. Продукт окисления соединения 3 (соединение 4) проявил повышенную активность по отношению к *Pseudomonas aeruginosa* и фунгицидную активность по отношению к *Alternaria alternata*, *Penicillium cyclopium*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus niger*. При сравнении биоцидной активности S и Se-содержащих соединений (2 и 4) можно сказать, что эти соединения обладают практически равной бактерицидной активностью, но соединение серы уступает по фунгицидному действию.

Известно, что при оценке биоцидного действия новых химических соединений используется такой физиологический показатель, как радиальная и линейная скорости роста [15]. В данной серии экспериментов нами использовались селенсодержащие соединения и культуры *A. terreus* и *P. chysogenum*. Как видно из таблицы, достаточно высокой фунгицидной активностью обладал диселенид (4). В связи с этим нами проводилось сравнение радиальной скорости роста для соединений 3 и 4. В качестве тест-культур при исследовании скорости роста грибов исследовался *A. terreus* – наиболее резистентный микроорганизм ко всем исследуемым соединениям и *P. chysogenum* – один из наименее резистентных микромицетов к исследуемым селенсодержащим соединениям.

На рис. 1 приведена средняя радиальная скорость роста по отношению к грибам при действии на них Se-содержащих биоцидов. Анализ этих данных показывает, что средняя скорость роста не зависела от времени выдерживания суспензии микроорганизмов в растворах исследуемых соединений, а зависела только от вида микроскопического гриба и природы химического соединения. Подтверждением этому могут являться данные по линейной скорости роста гриба *Aspergillus terreus,* представленные на рис. 2. На рис. 2 представлена линейная скорость роста колоний, выросших из спор, подверженных воздействию селенсодержащих соединений в течение 5 ч.

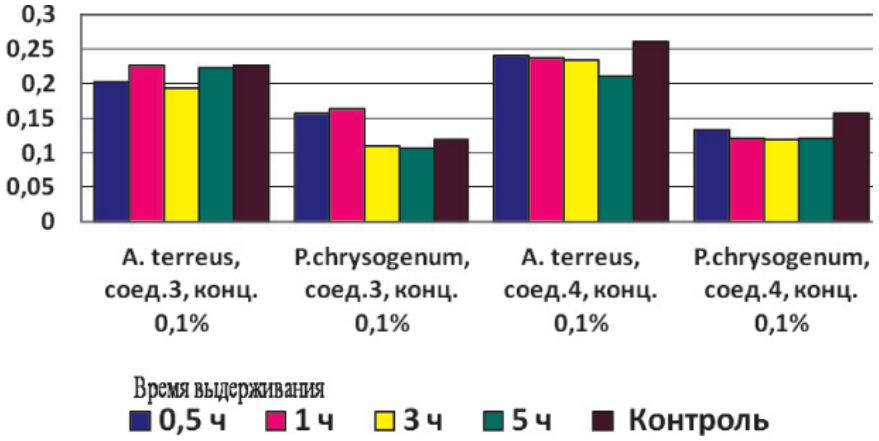


Рис. 1. Средняя радиальная скорость роста колоний A. terreus и P. chysogenum

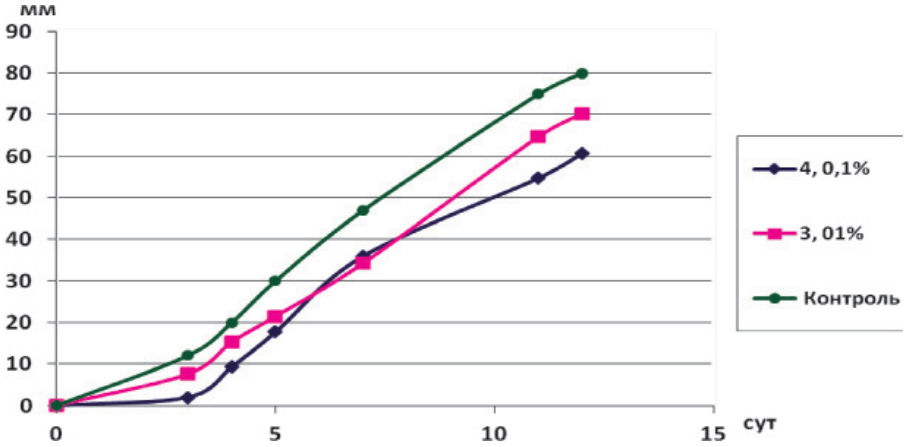


Рис. 2. Линейная скорость роста Aspergillus terreus в присутствии соединений 3 и 4

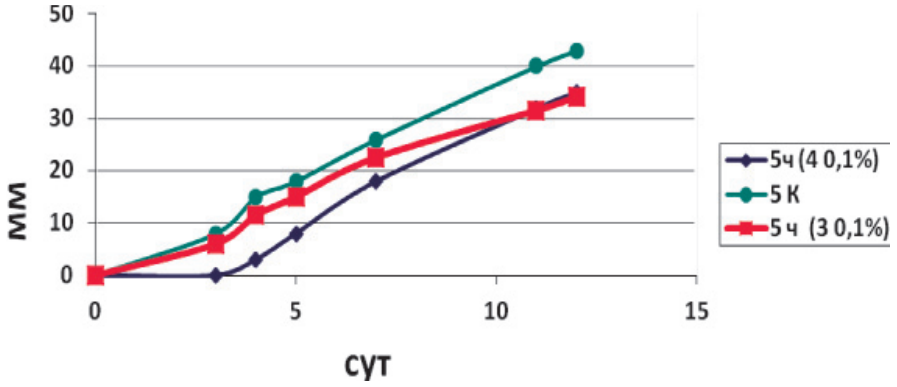


Рис. 3. Линейная скорость роста Penicillium chrysogenum, в присутствии соединений 3 и 4

Хотя минимальные ингибирующие концентрации данных соединений по отношению к этому грибу одинаковы (таблица), характер роста отличается в начальный и конечный период. На начальном периоде более высокая скорость роста данного микроорганизма наблюдалась в присутствии соединения (3). При действии соединения (4) наблюдалась более длительная лаг-фаза. Все это позволяет говорить о более сильном ингибировании начального роста биоцидом (4).

При действии биоцидов на *P. chrysogenum* характер роста остается одинаковым, однако скорость роста колоний существенно меньше, что может быть связано с физиолого-биохимическими особенностями этих грибов.

Выводы

Таким образом, наши эксперименты показали, что биоцидный эффект зависит от химической структуры соединения и от вида халькогена (S, Se). Однако эта зависимость носит неоднозначный характер. Так, увеличение количества атомов серы в соединении приводит к повышению бактерицидной активности и снижению фунгицидной активности. Увеличение количества атомов селена, напротив, повышает фунгицидную активность, не влияя на бактерицидный эффект. Таким образом, изменяя структуру исследуемых нами соединений, можно регулировать их биоцидную активность, повышая или снижая их фунгицидное и бактерицидное действие.

Учитывая бактерицидную и фунгицидную активность исследуемых нами халькогенсодержащих гетероциклических соединений, последние можно рекомендовать в качестве биоцидных соединений, ингибирующих жизнедеятельность бактерий и микроскопических грибов, участвующих в процессе биодеградации промышленных и строительных материалов.

Список литературы

1. Антонов В.Б. и др. Биоповреждения больничных зданий и их влияния на здоровье человека / под ред. А.П. Щербо и В.Б. Антонова. – СПб.: МАПО, 2008. – 232 с.

2. Думка И.А. и др. Методы экспериментальной микологии: справочник / под. ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.

3. Лисовская С.А., Халдеева Е.В., Глушко Н.И. Возрастающая значимость плесневых грибов как агентов вторичных инфекций // Успехи медицинской микологии. – Т.12. – М.: Национальная академия микологии, 2014. – С. 191–192.

4. Огарков Б.Н. Mycota – основа многих биотехнологий. – Иркутск, 2011. – 207 с.

5. Пехташева Е.Л. Биодеструкция и биоповреждения материалов. Кто за это в ответе? // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 8. – С. 222–233.

6. Решедько Г.К., Стецюк О.У. Особенности определения чувствительности микроорганизмов диско-диффузионным методом // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2001. – Т. 3. – № 4. – С. 28–32.

7. Смирнов В.Ф., Мочалова А.Е., Смирнова О.Н., Захарова А.Е., Кряжев Д.В., Смирнова Л.А. Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 2. – С. 97–103

8. Смирнов В.Ф., Мочалова А.Е., Смирнова О.Н. и др. Микробная деструкция композиционных материалов на основе природных и синтетических полимеров // Поволжский экологический журнал. – 2010. – № 5. – С. 54–57.

9. Сухаревич, В.И. Защита от биоповреждений, вызываемых грибами / В.И. Сухаревич, И.Л. Кузикова, Н.Г. Медведева. – СПб.: ЭЛБИ-СПб. 2009. – 207 с.

10. Benstein, J., Loose, K., Ger. Pat., 1224744, 1966.

11. Craig A. Bayse, Julia L. Brumaghim. Biochalcogen Chemistry: The Biological Chemistry of Sulfur, Selenium, and Tellurium // ACS Symposium Series. – Am. Chem. Soc.: Washington. DC, 2013. – P. 223.

12. Derek J. Woollins, Risto S. Laitinen. Selenium and Tellurium Chemistry. From Small Molecules to Biomolecules and Materials // 201 Springer-Verlag. – Berlin. Heidelberg, 2011. – P. 323.

13. Mautner H., Chu Sh., Lee C.M// J.Org.Chem. – 1962. – Vol. 27. – P. 3671–3673.

14. Shaw, E., Benstein, J., Loose, K., Lott, W.A. // J. Am. Chem. Soc. – 1950. – № 72. – P. 4362.

15. Zhi-lin Wu, Xue-bin Yin, Zhi-qing Lin, Gary S. Banuelos, Lin-xi Yuan, Ying Liu, Miao Li. Inhibitory Effect of Selenium Against Penicillium expansum and Its Possible Mechanisms of Action // Curr Microbiol. – 2014. – Vol. 69. – P. 192–201.

References

1. Antonov V.B. Biopovrezhdenia bolnichnyx zdanii b ix vliyanie na zdorove cheloveka / eds. A.P. Scherbo i V.B. Antonova. SPb.: MAPO, 2008. pp. 232.

2. Dumka I.A. Metody eksperimentalnoi micologii: cpravochnik /ed. Vol. I. Bilai. Kiev: Naukova dumka, 1982. pp. 550.

3. Lisovskaya S.A., Chaldeeva E.V., Glushko N.I. Vozrastayuschaya znachimost plesnevyx gribov kak agentov vtorichnyx infektsii. Vol. 12. M: Natsionalnaya academia micologii. 2014. pp. 191–192.

4. Ogarkov B.N. Mycota – osnova mnogix. Ircutsk. 2011. pp. 207.

5. Pextasheva E.L. Biodestruktsia I biopovrezhdenia materialov. Kto za eto v otvete? Vestnik Kazanskovo technologicheskogo universiteta. 2012. no. 8. pp. 222–233.

6. Reshedko G.K., Stetsyuk O.V. Osobennosti opredeleniya chuvstvitelnosti microorganizmov disko-diffuzionnym metodom // Klinicheskaya microbiologia I antimicrobnaya chimioterapiya. 2001. Vol. 3. no. 4. pp. 28–32.

7. Smirnov V.F., Mochalova A.E., Smirnova O.N., Zaxarova A.E., Kryazhev D.V., Smirnov L.A. Vestnik NNGY. 2010. no. 2. pp. 97–103/

8. Smirnov V.F., Mochalova A.E., Smirnova O.N. Microbnaya destruktsyya compozitsionnyx materialov na osnove prirodnyx I synteticheskix polimerov. Povolzhskii ecologicheskii zhurnal. 2010. no. 5. pp. 54–57.

9. Suchrevich, V.I. Zaschita ot biopovrezhdenii, vyzyvaemyx / V.I. Suchrevich, I.L. Kusukova, N.G. Medvedeva. SPb.: ELBI-SPb. 2009. pp. 207.

10. Benstein, J., Loose, K., Ger. Pat., 1224744,1966.

11. Craig A. Bayse, Julia L. Brumaghim. Biochalcogen Chemistry: The Biological Chemistry of Sulfur, Selenium, and Tellurium // ACS Symposium Series. Am.Chem.Soc.: Washington. DC. 2013. pp. 223.

12. Derek J. Woollins, Risto S. Laitinen. Selenium and Tellurium Chemistry. From Small Molecules to Biomolecules and Materials // 201 Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 2011. pp. 323.

13. Mautner H., Chu Sh., Lee C.M. // J.Org.Chem. 1962. Vol. 27. pp. 3671–3673.

14. Shaw E., Benstein J., Loose K., Lott W.A. // J. Am. Chem. Soc. 1950, 72, 4362.

15. Zhi-lin Wu, Xue-bin Yin, Zhi-qing Lin, Gary S. Banuelos, Lin-xi Yuan, Ying Liu, Miao Li. Inhibitory Effect of Selenium Against Penicillium expansum and Its Possible Mechanisms of Action // Curr Microbiol. 2014. Vol. 69. pp. 192–201.

Рецензенты:

Соловьева И.В., д.б.н., заведующая лабораторией микробиома человека и средств его коррекции, ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной» Роспотребнадзора, г. Нижний Новгород;

Мельникова Н.Б., д.х.н., заведующая кафедрой фармацевтической химии и фармакологии, Нижегородская государственная медицинская академия, г. Нижний Новгород.

УДК 504.455:627.88:630*378

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДОХРАНИЛИЩА БОГУЧАНСКОЙ ГЭС ОТ ПЛАВАЮЩЕЙ ДРЕВЕСИНЫ

Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Берестов И.В.

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, e-mail: ivr@sibgtu.ru

Одной из экологических проблем, возникающих в процессе заполнения и эксплуатации водохранилищ ГЭС, расположенных в лесопокрытых регионах Сибири, является появление на их акватории огромных объемов плавающей древесной массы, которая оказывает негативное влияние на состояние водного объекта и водопользование. Причины аккумуляции плавающей древесины: всплытие порубочных остатков после проведения лесосводки и лесоочистки, сухостоя, валежника; отпад полузатопленных деревьев; потери древесины в процессе проведения работ на рейдах и при транспорте леса; поступление с береговой линии водохранилища вследствие размыва берегов; поступление со стоком рек-притоков; стихийные явления. В статье изложены основные принципы выбора технологий очистки водохранилищ от плавающей древесины, приведены технологии, реализованные на водохранилищах Братской и Саяно-Шушенской ГЭС. Рассмотрены особенности разработки технологии сбора, транспортировки и выгрузки плавающей древесины с акватории водохранилища Богучанской ГЭС.

Ключевые слова: водохранилище, акватория, размыв берегов, плавающая древесина, очистка, утилизация, Богучанская ГЭС

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR FLOATING WOOD REMOVAL IN THE BOGUCHANY RESERVOIR

Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A., Berestov I.V.

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: ivr@sibgtu.ru

One of the environmental problems that arise in the process of filling and operation of reservoirs HPS located in the forested regions of Siberia, is the appearance on their water area of huge amount of floating wood pulp, which has a negative impact on the condition of waterbody and water consumption. The reasons for the accumulation of floating wood: emersion residues of logging ascent after wood cutting and wood cleaning, dead standing trees, fallen trees; fallen waterlogged trees; loss of timber in the course of work in the roads and transport timber; admission to the coastline due to erosion of the shores of the reservoir; admission to the drain of the rivers, tributaries; natural phenomena. The article describes the basic principles of choice of cleaning technologies reservoirs from floating wood, given the technology, implemented on the reservoirs Bratskaya and Sayano-Shushenskaya HPS. The features of the development of technologies for collecting, transporting and unloading of floating wood from the water area of the reservoir Boguchanskaya HPS.

Keywords: reservoir, water area, erosion of shores, floating wood, cleaning, utilization, Boguchanskaya HPS

Сложно разрешимой экологической проблемой, возникающей в результате создания и эксплуатации водохранилищ ГЭС на покрытых лесом территориях Сибири, является затопление значительных запасов древесно-кустарниковой растительности и появление на акватории водохранилищ огромных объемов плавающей древесины, оказывающей воздействие на водохозяйственные объекты [3, 4]:

– это снижает выработку электроэнергии, забивая защитные решетки водоводов ГЭС;

– представляет опасность для судоходства, особенно для судов на подводных крыльях;

– нарушает естественные условия среды обитания гидробионтов;

– оказывает влияние на качество воды;

– ухудшает эстетическое восприятие и рекреационную функцию водоема.

Очистка территории зоны затопления водохранилищ от древесно-кустарниковой растительности перед заполнением и последующая уборка с акватории плавающей древесины при эксплуатации водохранилища имеют свои особенности и сопряжены с определенными трудностями, рассмотренными в работе [4].

Цель исследования – обзор проблем сбора, транспортировки и утилизации плавающей древесины на водохранилищах ГЭС Сибири, рассмотрение особенностей разработки технологии очистки акватории водохранилища Богучанской ГЭС.

Материалы и методы исследования

Аналитический обзор материалов исследований и разработок по проблеме очистки акваторий водохранилищ ГЭС от плавающей древесины, выполненных ранее сотрудниками кафедры использования водных ресурсов СибГТУ.

Результаты исследования и их обсуждение

Причин появления плавающей по акватории водохранилищ ГЭС древесной массы много – это всплытие порубочных остатков после проведения лесосводки и лесоочистки, сухостоя и валежника с неподготовленной территории, а также отпад полузатопленных древостоев, хозяйственная деятельность на водохранилище (буксировка плотов, работа лесосплавных предприятий и т.п.), поступление с береговой линии водохранилища вследствие размыва и обвала берегов, стихийные явления; доля вклада каждого источника для различных водохранилищ сильно отличается.

Ни на одном водохранилище ГЭС Сибири работы по лесосводке и лесоочистке не были выполнены в проектном объеме, что явилось причиной затопления дополнительных объемов древесно-кустарниковой растительности, обусловивших появление значительных запасов плавающей древесины.

Для примера, в ложах водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского бассейна после проведения лесосводки и лесоочистки предполагалось затопить (по проектам) не более 10,5 млн м^3 древесины, но по различным причинам реальные объемы затопления составили 33,0 млн м^3 и в настоящее время находится на плаву около 5,1 млн м^3 [4]. Необходимо отметить, что запасы плавающей по акватории водохранилищ ГЭС древесины, несмотря на прилагаемые усилия по их сокращению (уборке), остаются сравнительно постоянными – это свидетельствует о непрерывном процессе восполнения за счет различных факторов.

При этом еще в 1986 году по поручению Совета Министров СССР от 06.07.1986 г. № ПП-9938 и решению коллегии Минлесбумпрома СССР была подготовлена комплексная программа «Очистка сплавных рек, водохранилищ и освоение плавающей, разнесенной, затонувшей древесины» [5], а институт Гипролестранс подготовил обоснования по очистке водохранилищ Братской, Усть-Илимской, Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС от плавающей древесной массы [1], но программа так и не была реализована.

Созданием технологий и технических средств очистки водохранилищ ГЭС от плавающей, полузатопленной и разнесенной по берегам древесины занимались многие отечественные и зарубежные проектные и научные организации [4], а разработки велись в основном по следующим трем направлениям: технические средства для сбора древесины с берегов и акватории водохранилищ; плавучие агрегатные технологии сбора с частичной переработкой древесины; сложные плавучие технологические комплексы с полной переработкой собранной древесины. Однако из-за высокой стоимости изготовления и эксплуатации технологические комплексы не получили широкого распространения.

Для разработки технологий и технических средств очистки необходимо:

1) иметь данные о реальных объемах затопления древесно-кустарниковой растительности и прогноз поступления древесной массы на акваторию водохранилища;

2) определить места концентрации плавающей древесной массы, т.к. она под действием ветра мигрирует по акватории водохранилища;

3) знать качественный и фракционный состав древесины для выбора направлений и технологий переработки;

4) обосновать технологию очистки водохранилища, при этом возможны варианты:

а) сбор древесной массы самоходными плавучими агрегатами с предварительной подготовкой ее для транспортировки к пунктам выгрузки,

б) сбор, частичная или полная переработка древесной массы с помощью самоходных или несамоходных плавучих агрегатов и транспортировка готовой продукции,

в) сбор плавающей древесины катерами в кошели, буксировка их к стационарному или плавучему причалу для выгрузки на берег с целью последующей утилизации;

5) учитывая распределение запасов древесины по участкам водохранилища и транспортную структуру прилегающих территорий, определить пункты выгрузки древесины.

Выбор технологии сбора и переработки древесной массы необходимо осуществлять индивидуально для каждого водохранилища с учетом его особенностей (основные характеристики, морфология, ветро-волновой режим, объемы древесины, социально-экономические условия и транспортная инфраструктура района, потребители и т.п.).

Рассмотрим реализованные технологии очистки от плавающей древесной массы водохранилищ ГЭС на Ангаре и Енисее.

Уже в период строительства плотины и первые годы эксплуатации Саяно-Шушенской ГЭС акватория водохранилища оказалась сильно засорена (захламлена) плавающей древесиной (рисунок, *а*), что отразилось на работе станции и качественном составе воды.

а

б

в

Плавающая древесина на Саяно-Шушенском водохранилище в 1986 г. (а), у плотины Богучанской ГЭС в 2013 г. (б) и обрушение берегов Богучанского водохранилища (в)

С 1987 г. начались работы по сбору и транспортировке свободноплавающей древесины в запань залива Джойская Сосновка и организованы другие запани-лесохранилища. В 1990-е годы часть древесины из водоохранной зоны водохранилища была транспортирована на участок складирования, расположенный в долине ручья Безымянный (правый приток р. Джойская Сосновка), где так называемый «древесный хлам» укладывался навалом для естественного перегнивания без проведения рекультивационных работ.

В 1994 г. АО «Ленгидропроект» разработало «Проект берегового хранилища извлекаемого из водохранилища плавника» с комплексом сооружений для хранения извлекаемой из Саяно-Шушенского водохранилища древесины объемом до 1 млн м^3 [6].

В 2002–2005 гг. был организован пиролизный цех и производилась утилизация плавающей древесины переработкой на древесный уголь, но этот способ оказался малопроизводительным (до 5,5 тыс. м^3/год) и экономически неэффективным.

В 2009 г. ЗАО «Центр инженерных технологий» разработало рабочий проект [7], предусматривающий сбор древесного хлама в кошели, буксировку его по воде до места выгрузки, погрузку на автотранспорт и вывозку до места захоронения. Проект рассчитан на 7 лет, и его реализация началась в 2010 г. Захоронение древесины обусловлено тем, что из-за длительного нахождения в воде она потеряла товарный вид и имеет низкое качество, в связи с чем не пользуется спросом и не находит применения в хозяйственных целях.

С начала производства работ в 1980-е годы и по настоящее время с акватории Саяно-Шушенского водохранилища было извлечено и утилизировано около 1,5 млн м^3 древесины.

Для очистки водохранилища Братской ГЭС от плавающей древесины отраслевой лабораторией СТИ (ныне СибГТУ) была разработана и внедрена технология, не требующая больших капитальных затрат [2], включающая сбор плавающей и частично обсохшей на береговой полосе водохранилища древесной

массы, транспортировку ее до пункта сортировки и сплотки с последующим формированием пучковых и хлыстовых плотов для поставки их на Братский ЛПК. По данной технологии с акватории Братского водохранилища в навигацию убиралось и поставлялось потребителю около 300 тыс. м^3 древесины и за период 1964–1992 гг. было собрано и передано Братскому ЛПК около 9 млн м^3 [4].

В июне 2015 г. до проектной отметки заполнилось водохранилище Богучанской ГЭС, в ложе которого затоплено 10,3 млн м^3 древесины. Уже в период наполнения к плотине стала поступать плавающая древесная масса и началось интенсивное обрушение берегов водохранилища с растущим на них лесом (рисунок, *б* и *в*).

По прогнозу [8], разработанному сотрудниками кафедры использования водных ресурсов СибГТУ, непосредственно после заполнения водохранилища на плаву окажется 564,2 тыс. м^3 древесины, а уже через год увеличится до 1,2 млн м^3.

Богучанское водохранилище отличается от других водохранилищ Ангарского каскада следующими особенностями: акватория располагается в пределах двух субъектов РФ; слаборазвитая транспортная сеть прилегающих территорий; дефицит трудовых ресурсов и слабая заселенность берегов; затрудненность судоходства (условно свободной акваторией можно считать только пройденные лесоочисткой спецучастки водного флота); отсутствие лесоперерабатывающих мощностей и потенциальных потребителей; проектные работы по очистке планируются на перспективу и базируются только лишь на данных прогнозов.

С учетом отмеченных особенностей для Богучанского водохранилища была предложена малозатратная технология: сбор древесины катерами в кошели, буксировка их в пункты выгрузки. Анализ морфологии и ветро-волновых условий водохранилища позволил установить места концентрации плавающей древесины, а также определить пункты выгрузки древесины. При этом, в зависимости от поставленной цели (полная очистка водохранилища, обеспечение безопасности судоходства или только работы ГЭС), предложена организация различного количества выгрузочных пунктов с ежегодным объемом освоения 90–520 тыс. м^3 плавающей древесины. Для выгрузки рекомендовано использование плавучих причалов, позволяющих производить работу на различных отметках и у необорудованного берега, с установленными на них мобильными перевалочными машинами [8].

Выводы

Для разработки технологии очистки водохранилища от плавающей древесины необходимо знать: морфометрическую характеристику водохранилища и ветроволновой режим; общие объемы и места дислокации древесины на акватории; социально-экономические условия и транспортную структуру в районе расположения водохранилища.

При подборе технических средств для выполнения работ необходимо предусматривать использование современной высокопроизводительной техники и оборудования, серийно выпускаемого промышленностью, т.к. на создание «нового образца» потребуется много времени, а эффективность его применения не всегда оправдана.

Окончательный выбор техники и технологии очистки акватории водохранилища должен производиться путем сравнения технико-экономических показателей различных вариантов, с учетом эколого-экономического обоснования.

У авторов статьи имеется ряд запатентованных разработок технических средств и технологий очистки водохранилищ от древесной массы, а также снижения объемов поступления древесины с размываемых берегов водохранилищ [2, 9, 10, 11 и др.].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Краевого фонда науки в рамках научных проектов № 15-45-04333 «р_сибирь_а» и № 05/15.

Список литературы

1. Борисовец Ю.П. Освоение древесного сырья на акватории водохранилищ Восточной Сибири и Енисейского залива // Лесоэксплуатация и лесосплав. Обзорная информация. Вып. 5. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987. – 36 с.

2. Комплекс для сортировки плавающей древесины и ее сплотки: Пат. № 2464201 Рос. Федерация; заявл. 11.01.11; опубл. 20.10.12, Бюл. № 29.

3. Корпачев В.П. и др. Загрязнение и засорение водохранилищ ГЭС древесно-кустарниковой растительностью, органическими веществами и влияние их на качество воды: монография. – М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2010. – 126 с.

4. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Водохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2015. – 209 с.

5. Очистка сплавных рек, водохранилищ и освоение плавающей, разнесенной, затонувшей древесины: Комплексная программа. – М.: Минлесбумпром, 1986. – 31 с.

6. Саяно-Шушенская ГЭС на р. Енисее. Проект берегового хранилища извлекаемого из водохранилища плавника (1047-8-263т): Пояснительная записка. – СПб.: РАО «ЕЭС России» АО «Ленгидропроект», 1994. – 29 с.

7. Саяно-Шушенское водохранилище. Сбор, извлечение из водохранилища и захоронение древесного хлама на участке площадью 30 га, Красноярский край и Республика Хакасия (РП-СШ-01/09-09): Рабочий проект. – Барнаул: ЗАО «ЦИТ», 2009.

8. Сбор, транспортировка и переработка древесной массы с акватории водохранилища Богучанской ГЭС. Прогноз объемов, породного состава, качества, мест дислокации и методов сбора всплывающей древесной массы в акватории Богучанской ГЭС: Отчет о НИР / ФГБОУ ВПО «СибГТУ»; рук. В.П. Корпачев. – Красноярск, 2012. – 137 с.

9. Сооружение для диссипации волновой энергии и защиты береговой полосы от размыва: Пат. № 116156 Рос. Федерация; заявл. 22.12.11; опубл. 20.05.12, Бюл. № 14.

10. Установка для сбора плавающей и осевшей древесины на водохранилищах: Пат. № 2449916 Рос. Федерация; заявл. 29.12.09; опубл. 10.05.12, Бюл. № 13.

11. Устройство для формирования плавучего волногасителя на акватории водохранилища: Пат. № 2503772 Рос. Федерация; заявл. 13.07.12; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1.

References

1. Borisovec Yu.P. *Lesoekspluataciya i lesosplav. Obzornaya informaciya – Forest exploitation and timber rafting*, 1987, Vyp. 5, Moscow, VNIPIEIlesprom, 36 p.

2. *Kompleks dlya sortirovki plavayuschey drevesiny i ee splotki* [Complex for sorting floating timber and its rafting]. Pat. № 2464201 Russian Federation; claim 11.01.11; publ. 20.10.12, Bull. no. 29.

3. *Zagryaznenie i zasorenie vodohranilisch GES drevesnokustarnikovoy rastitel'nost'yu, organicheskimi veschestvami i vliyanie ih na kachestvo vody* [Pollution and contamination of hydroelectric reservoirs trees and shrubs, organic substances and their impact on water quality]. Moscow, Akademiya Estestvoznaniya, 2010, 126 p.

4. *Vodohranilischa GES Sibiri. Problemy proektirovaniya, sozdaniya i ekspluatacii* [Reservoirs HPS in Siberia. Problems of projecting, build and operate]. Krasnoyarsk, SibGTU, 2015, 209 p.

5. *Ochistka splavnyh rek, vodohranilishh i osvoenie plavayuschey, raznesennoy, zatonuvshey drevesiny: Kompleksnaya programma* [Cleaning floatable rivers, reservoirs and development of floating, spaced, sunken wood: Complex program]. Moscow, Minlesbumprom, 1986, 31 p.

6. *Sayano-Shushenskaya GES na r. Enisee. Proekt beregovogo hranilischa izvlekaemogo iz vodohranilischa plavnika (1047-8-263t): Poyasnitel'naya zapiska* [Sayano-Shushenskaya HPS on the river Yenisei. Project onshore storage reservoir extracted from fin (1047-8-263t): Explanatory Note]. SPb, RAO «EES Rossii» AO «Lengidroproekt», 1994, 29 p.

7. *Sayano-Shushenskoe vodohranilische. Sbor, izvlechenie iz vodohranilishha i zahoronenie drevesnogo hlama na uchastke ploschad'yu 30 ga, Krasnoyarskiy kray i Respublika Hakasiya (RP-SSh-01/09-09): Rabochiy proekt* [Sayano-Shushensky reservoir. Collection, removal from the reservoir and dumping trash timber on an area of 30 hectares, the Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia (RP-SSH-01/09-09): Working Project]. Barnaul: ZAO «CIT», 2009.

8. *Sbor, transportirovka i pererabotka drevesnoy massy s akvatorii vodohranilischa Boguchanskoy GES. Prognoz obemov, porodnogo sostava, kachestva, mest dislokacii i metodov sbora vsplyvayuschey drevesnoy massy v akvatorii Boguchanskoy GES: Otchet o NIR* [Collection, transport and processing of wood pulp with the waters of the reservoir of the Boguchanskaya HPS. Forecast, species composition, quality, place of distribution and collection methods pop pulp in the waters of the Boguchany HPS: Report on research work]. Krasnoyarsk, SibGTU, 2012, 137 p.

9. *Sooruzhenie dlya dissipacii volnovoy energii i zaschity beregovoy polosy ot razmyva* [Construction for the dissipation of wave energy and protect the coastline from erosion]. Pat. no. 116156 Russian Federation; claim 22.12.11; publ. .05.12, Bull. no. 14.

10. *Ustanovka dlya sbora plavayuschey i osevshey drevesiny na vodohranilischah* [Plant for collection floating and subside wood on ponds]. Pat. № 2449916 Russian Federation; claim 29.12.09; publ. 10.05.12, Bull. no. 13.

11. *Ustroystvo dlya formirovaniya plavuchego volnogasitelya na akvatorii vodohranilischa* [Device to form floating breakwater in water reservoir area]. Pat. no. 2503772 Russian Federation; claim 13.07.12; publ. 10.01.14, Bull. no. 1.

Рецензенты:

Полетайкин В.Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологий и машин природообустройства, ФГБОУ ВО СибГТУ, г. Красноярск;

Холопов В.Н., д.т.н., профессор кафедры автомобилей, тракторов и лесных машин ФГБОУ ВО СибГТУ, г. Красноярск.

УДК 621.393.3

УСТРАНЕНИЕ МЕЖСИМВОЛЬНЫХ ПОМЕХ ВЫХОДЕ ЭХОТРАКТА В ИНВАРИАНТНОМ ЭХОКОМПЕНСАТОРЕ С КВАДРАТУРНЫМИ ПОДКАНАЛАМИ

Лебедянцев В.В., Абрамов С.С., Гусельников А.С., Калачиков А.А., Павлов И.И.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Новосибирск, e-mail: abramov@sibsutis.ru

Работа любых телекоммуникационных и радиотехнических систем сопровождается межсимвольными искажениями, вносимыми средой распространения. Для устранения этого явления в настоящее время используются эхокомпенсаторы амплитудно-частотных и фазо-частотных искажений. Принцип работы таких компенсаторов основан на обратном моделировании параметров неизвестной системы. Основным недостатком работы известных алгоритмов коррекции можно считать то, что для их работы необходим эталонный сигнал передачи, что в реальных ситуациях сделать практически невозможно. В данной статье рассмотрен, разработан и описан способ компенсации эха в условиях межсимвольной интерференции эхосигналов с использованием адаптивного инвариантного эхокомпенсатора с квадратурными каналами обработки сигналов. Произведено теоретическое исследование нового метода адаптации инвариантного эхокомпенсатора для высокоскоростных систем передачи информации с использованием комбинированных видов модуляции (амплитудно-фазовая модуляция). Найден способ технической реализации идентификации форм сигналов посредством суммирования двух амплитудно-модулированных сигналов с несущими, сдвинутыми по фазе, называемой квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ). Представленная разработанная схема инвариантного адаптивного эхокомпенсатора в случае использования амплитудно-фазовой модуляции (АФМ) существенно упрощается за счёт исключения блока идентификации форм сигналов и блока памяти для хранения образцов раннее переданных сигналов. Преимуществом данной схемы по сравнению с обобщенной схемой инвариантного эхокомпенсатора является отсутствие таких сложных в реализации блоков, как идентификатор формы сигналов, вычислителя длин векторов сигналов.

Ключевые слова: межсимвольная интерференция, эхотракт, квадратурная амплитудная модуляция

SOLUTION INTER-SYMBOL INTERFERENCE AT THE OUTPUT EHOTRAKTA ECHO CANCELLER IN THE INVARIANT QUADRQTURE SUBCCHANNELS

Lebedyantsev V.V., Abramov S.S., Guselnikov A.S., Kalachikov A.A., Pavlov I.I.

Siberian State University of Telecommunications and Informatics Sciences, Novosibirsk, e-mail: abramov@sibsutis.ru

Work of any telecommunication and radio engineering systems is followed by the intersymbolical distortions brought by the distribution environment. For elimination of this phenomenon ekhokompensator of amplitude-frequency and phase-frequency distortions are used now. The principle of operation of such compensators is based on the return modeling of parameters of unknown system. The main lack of work of known algorithms of correction can be considered that the reference signal of transfer is necessary for their work that in real situations it is almost impossible to make. In this article the way of compensation of an echo in the conditions of an intersymbolical interference of echo signals with use of an adaptive invariant ekhokompensator with quadrature channels of processing of signals is considered, developed and described. Theoretical research of a new method of adaptation of an invariant ekhokompensator is made for high-speed systems of information transfer with use of the combined types of modulation (the amplitude-phase modulation). The way of technical realization of identification of forms of signals by means of summation of two amplitude-modulated signals with bearing, shifted on the phase called by the quadrature amplitude modulation (QAM) is found. The presented developed scheme of an invariant adaptive ekhokompensator in case of use of the amplitude-phase modulation (APM), significantly becomes simpler at the expense of an exception of the block of identification of forms of signals and the block of memory for storage of samples early the transmitted signals. Advantage of this scheme in comparison with the generalized scheme of an invariant ekhokompensator is lack of such difficult blocks in realization as the identifier of a form of signals, the calculator of lengths of vectors of signals.

Keywords: intersymbol interfirentsiya, ehotrakt, quadrature amplitude modulation

Известно, что паразитный эхотракт дуплексной системы передачи сообщений обладает «памятью». «Память» эхотракта обусловлена тем, что его импульсная реакция имеет некоторую длительность. Форма и длительность импульсной реакции могут быть различными, поскольку они определяются множеством факторов (схемой дифференциальной системы, степенью согласования выходных параметров дифференциальной системы с входными параметрами ненагруженного канала связи и т.д.). В качестве примера на рис. 1 изображена одна из возможных форм импульсной реакции эхотракта, образованного дифференциальной системой.

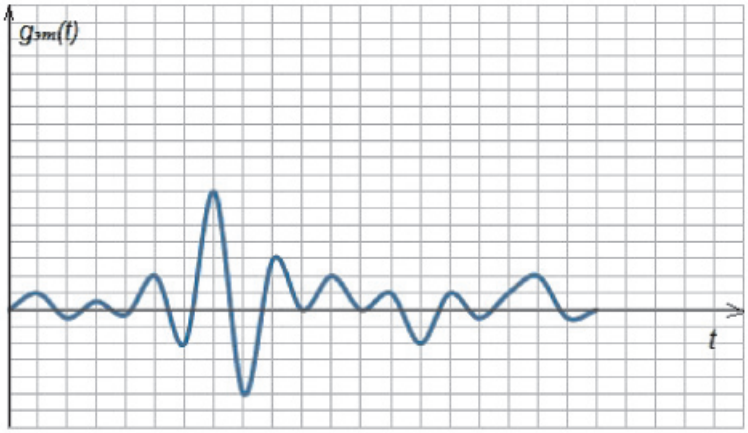


Рис. 1. Импульсная реакция эхотракта диффсистемы

При условии, что эхотракт является линейной системой, эхосигналы $S_э(t)$ на выходе эхотракта можно рассчитать посредством интеграла свёртки:

$$S_э(t)=\int_0^t S_{пер}(t)g_{эт}(t-\tau)d\tau\ , \qquad (1)$$

где $S_{пер}(\tau)$ – сигналы передатчика; $g_{эт}(t)$ – импульсная реакция эхотракта.

Представляя сигналы передатчика в виде суммы его квадратурных компонент $S_{пер\ sin}(t)$ и $S_{пер\ cos}(t)$, выражение (1) можно представить в виде

$$\begin{aligned} S_э(t)&=\int_0^t\left[S_{пер\ cos}(t)+S_{пер\ sin}(t)\right]g_{эт}(t-\tau)d\tau= \\ &=\int_0^t S_{пер\ cos}(t)g_{эт}(t-\tau)d\tau+ \\ &+\int_0^t S_{пер\ sin}(t)g_{эт}(t-\tau)d\tau= \\ &=S_{э\ cos}(t)+S_{э\ sin}(t). \end{aligned} \qquad (2)$$

Следует заметить, что слагаемые $S_{э\ sin}(t)$ и $S_{э\ cos}(t)$ в общем случае не являются ортогональными, так как ортогональность сохраняют на выходе линейной системы только сигналы, описываемые разными собственными векторами матрицы оператора паразитного эхотракта, а $S_{пер\ sin}(t)$ и $S_{пер\ cos}(t)$ такими сигналами в общем случае не являются. Длительность $S_э(t)$ вследствие эхотракта всегда превышает длительность передаваемых сигналов, что приведет к появлению межсимвольной интерференции эхосигналов. В случае если межсимвольная интерференция существенна, необходимо учитывать ее наличие и использовать алгоритмы компенсации эха, учитывающие наличие межсимвольной интерференции такой эхокомпенсации.

Далее рассмотрим ситуацию, когда передатчик реализует алгоритмы квадратурной амплитудной модуляции (КАМ), которая представляет собой разновидность многопозиционной амплитудно-фазовой модуляции. Этот выбор обусловлен распространенностью КАМ в современных высокоскоростных системах передачи сообщений.

КАМ-модулированный сигнал может быть записан в виде следующего выражения:

$$S_{пер}(t) = I_m\cdot\cos(2\pi ft) + Q_m\cdot\sin(2\pi ft), \qquad (3)$$

где f – частота несущей; I_m, Q_m – амплитуды квадратурных компонентов; m – значность модуляции.

На рис. 2 изображены сигнальные созвездия КАМ для разной значности модуляции: $m = 2$, $m = 4$, $m = 5$, $m = 6$.

Амплитуды квадратурных составляющих I и Q принимают дискретные значения ±1; ±3; ±5; ±7 и т.д.

В качестве примера на рис. 3 изображена структурная схема модулятора КАМ-16.

Передаваемый информационный цифровой сигнал от источника сообщений поступает в регистр (Р), затем в преобразователь кода (ПК), где формируется бинарный однополярный сигнал, подвергающийся скремблированию в скремблере (СКР). После скремблера сигнал разделяется в делители потока (ДП1) на два потока (1П и 2П), каждый из которых затем делится ещё на два потока в делителях потока ДП2 и ДП3. Эти потоки пронумерованы цифрами 3, 4 и 5, 6 соответственно. В цифро-аналоговом преобразователе (ЦАП) происходит формирование 4-уровневых модулирующих сигналов квадратурных каналов.

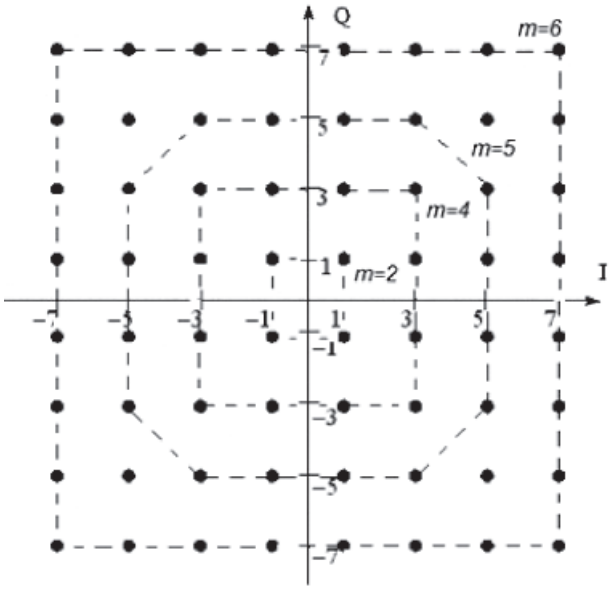


Рис. 2. Сигнальные созвездия КАМ при различных значениях m

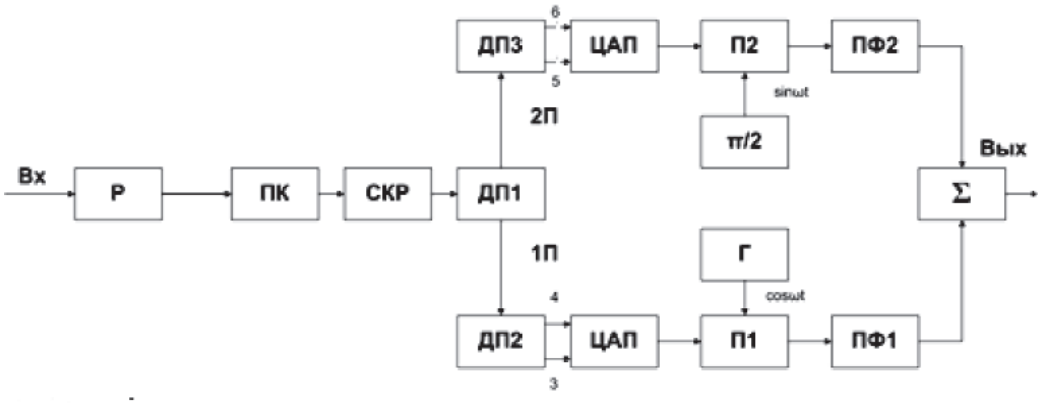


Рис. 3. Структурная схема модулятора КАМ-16

При этом для каждого из возможных сочетаний 4-х входных двоичных символов (квадробитов) вырабатывается определённый уровень сигнала на выходе ЦАП. Таблица соответствия квадробитов и величин амплитуд модулирующих сигналов *I* и *Q* приведена ниже.

Таблица 1

Соответствия квадробитов и величин амплитуд модулирующих сигналов I и Q для QAM-16

Квадробиты				I	Q	Квадробиты				I	Q
0	1	0	1	3	3	1	0	0	1	–1	3
0	1	0	0	3	1	1	0	0	0	–1	1
0	1	1	0	3	–1	1	0	1	0	–1	–1
0	1	1	1	3	–3	1	0	1	1	–1	–3
0	0	0	1	1	3	1	1	0	1	–3	3
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	–1	1	1	1	0	–1	–1
0	0	1	1	1	–3	1	1	1	1	–3	–3

В перемножителях П1 и П2 происходит умножение 4-уровневых сигналов I и Q на квадратурные поднесущие. Полосовые фильтры ПФ1 и ПФ2 производят выделение тех спектральных составляющих амплитудно-модулированных сигналов, которые выходят за пределы отведённой полосы частот.

Теперь проанализируем процесс межсимвольной интерференции на выходе эхотракта с импульсной реакцией $g_{эт}(t)$.

Пусть на i-м единичном интервале времени длительностью τ_0 передаётся сигнал:

$$S_{i\,пер}(t) = I_{m\,i} \cdot \cos \omega t + Q_{m\,i} \cdot \sin \omega t. \qquad (4)$$

Тогда для эхосигнала на выходе эхотракта можно записать

$$S_{i\,э}(t) = \int_{(i-1)\tau_0}^{i\tau_0} S_{i\,пер}(\tau) g_{эт}(t-\tau) d\tau = I_{m\,i\,эт} \int_{(i-1)\tau_0}^{i\tau_0} \cos \omega\tau g \quad (t-\tau) d\tau +$$
$$+ Q_{m\,i\,эт} \int_{(i-1)\tau_0}^{i\tau_0} \sin \omega\tau g \quad (t-\tau) d\tau = I_{m\,i}\, C_э(t) + Q_{m\,i}\, S_э(t), \qquad (5)$$

где $C_э(t)$ и $S_э(t)$ – сигналы на выходе эхотракта, порождаемые импульсами $\cos \omega t$ и $\sin \omega t$, поступающими на вход эхотракта.

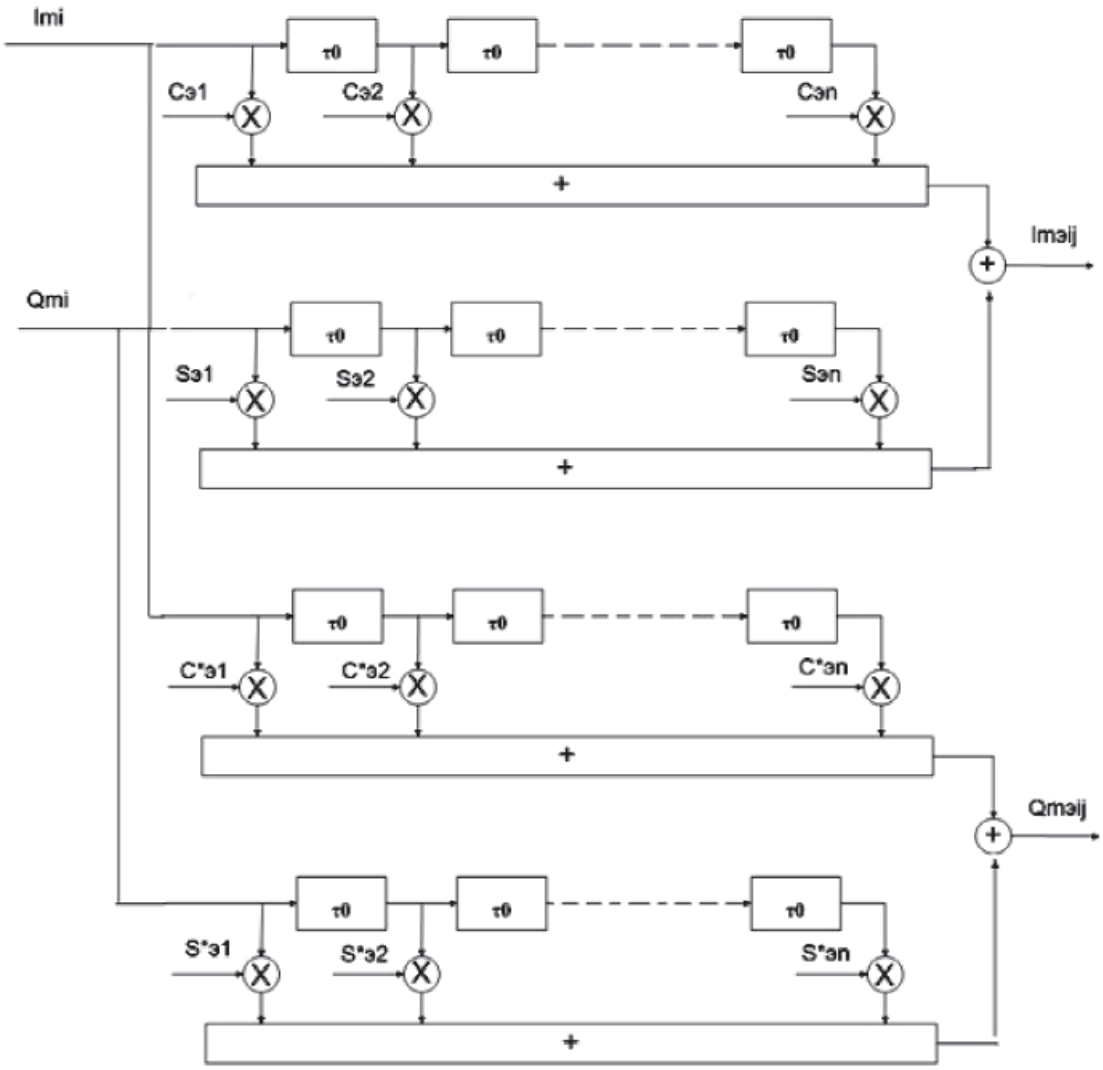


Рис. 4. Эквивалентная схема эхотракта с корреляторами для дискретных моментов времени

Пусть в схеме после дифференциальной системы включены два коррелятора с опорными сигналами $\cos\omega t$ и $\sin\omega t$ и длительностью интервала интегрирования τ_0. Эти корреляторы разлагают сумму эхосигнала и принимаемого сигнала на квадратурные составляющие $I'_{mэi}+Q_{m\,i\,пер}$ и $Q'_{mэi}+Q_{m\,i\,пер}$. Вследствие памяти эхотракта длительность сигналов $C_э(t)$ и $S_э(t)$ будет больше τ_0. Тогда количество результатов обработки сигналов $C_э(t)$ и $S_э(t)$ корреляторами будет равно

$$n=\left[\frac{\tau_{вых}}{\tau_0}\right], \qquad (6)$$

где $\tau_{вых}$ – длительность $C_э(t)$ и $S_э(t)$; при этом $\tau_{вых}=\tau_0+\tau_{эт}$ ($\tau_{эт}$ – длительность импульсной реакции эхотракта).

Квадратные скобки означают операцию округления до ближайшего большего целого числа.

Таким образом, на выходе корреляторов будет наблюдаться последовательность величин $I_{mэ\,i\,j}$ и $Q_{mэ\,i\,j}$:

$$\begin{aligned} I_{mэij} &= I_{m\,i}\int_{(i-1)\tau_0}^{j\tau_0} C_э(t)\cos\omega\tau d\tau + \\ &+ Q_{m\,i}\int_{(i-1)\tau_0}^{j\tau_0} S_э(t)\cos\omega\tau d\tau = \\ &= I_{m\,i}C_{эj}(j\tau_0)+Q_{m\,i}S_{эj}(\tau_0) \end{aligned} \qquad (7)$$

и

$$\begin{aligned} Q_{mэij} &= I_{m\,i}\int_{(i-1)\tau_0}^{\tau_0} C_э(t)\sin\omega\tau d\tau + \\ &+ Q_{m\,i}\int_{(i-1)\tau_0}^{j\tau_0} S_э(t)\sin\omega\tau d\tau = \\ &= I_{m\,i}C^*_{эj}(j\tau_0)+Q_{m\,i}S^*_{эj}(\tau_0), \end{aligned} \qquad (8)$$

где $j = 1, 2, \ldots, n$.

Для дискретных моментов времени $t_j = j\tau_0$ модель эхотракта с корреляторами на его выходе будет следующей, той которая изображена на рис. 4.

Как следует из этой модели, пара чисел $I_{m\,i}$ и $Q_{m\,i}$ превращаются в две последовательности чисел $I_{m\,i\,j}$ и $Q_{m\,i\,j}$, каждая из которых имеет длину, равную n. С другой стороны, в формировании каждой пары чисел $I_{mэ\,i}$ и $Q_{mэ\,j}$ участвуют n пар чисел

$$\{I_{(m(i-n))}, Q_{(m(i-n))}\},\ \{I_{(m(i-n-1))}, Q_{(m(i-n-1))}\};$$

$$\{I_{(m(i-n-2))}, Q_{(m(i-n-2))}\},\ \ldots,\ \{I_{mi}, Q_{mi}\}.$$

При этом можно записать

$$I_{mэi}=\overline{I}_{mn}\overline{C_э^T}+\overline{Q}_{mn}\overline{S_э^T}; \qquad (9)$$

$$Q_{mэi}=\overline{I}_{mn}\overline{C_э^{*T}}+\overline{Q}_{mn}\overline{S_э^{*T}}, \qquad (10)$$

где $\overline{I}_{mn}$ – вектор-строка, составленная из n чисел $I_{mi}, I_{m(i-1)}, \ldots, I_{(m(i-n))}$; $\overline{Q}_{mn}$ – вектор-строка, составленная из n чисел $Q_{mi}, Q_{m(i-1)}, \ldots, Q_{(m(i-n))}$; $\overline{C_э^T}$ – вектор-столбец, составленный из чисел $C_{э1}, C_{э2}, \ldots, C_{эn}$; $\overline{S_э^T}$ – вектор-столбец, составленный из чисел $S_{э1}, S_{э2}, \ldots, S_{эn}$; $\overline{C_э^{*T}}$ – вектор-столбец, составленный из чисел $C^*_{э1}, C^*_{э2}, \ldots, C^*_{эn}$; $\overline{S_э^{*T}}$ – вектор-столбец, составленный из чисел $S^*_{э1}, S^*_{э2}, \ldots, S^*_{эn}$; T – знак транспонирования вектор-строки в вектор-столбец.

Как было показано выше, в формировании пары величин $I_{mэ\,i}$ и $Q_{mэ\,j}$ на выходе корреляторов, подключённых к выходу диффсистемы, участвует последовательность из n ранее переданных сигналов $S_{i\,пер}(t)$, $S_{(i-1)\,пер}(t), \ldots, S_{(i-n)\,пер}(t)$, каждый из которых однозначно представлен парой чисел $\{I_{mi}, Q_{mi}\}$; $\{I_{(m(i-1))}, Q_{(m(i-1))}\}, \ldots, \{I_{(m(i-n))}, Q_{(m(i-n))}\}$. Эта последовательность пар чисел может быть отображена вектором $\overline{S}_n$ в пространстве с $2n$ измерениями. С учётом того, что каждая из n координатных осей отображает 2^m возможных векторов сигналов, за каждым из этих 2^m векторов следует любой из 2^m векторов, общее число вариантов вектора $\overline{S}_n$ будет равно 2^{mn}.

В качестве координат вектора $\overline{S}_n$ можно рассматривать числа, составляющие вышеперечисленные пары чисел. Таким образом, каждый вектор $\overline{S}_n$ согласно (9) будет порождать на выходах корреляторов, подключённых к выходу диффсистемы, две величины $I_{mэ\,i}$ и $Q_{mэ\,i}$.

В качестве примера в табл. 2 приведены все возможные варианты векторов $\overline{S}_n$ для $m = 2$ и $n = 2$. Векторы заданы значениями I_{mi}, $I_{m(i-1)}$ и Q_{mi}, $Q_{m(i-1)}$.

В табл. 3 представлены соответствующие величины $I_{mэi}$ и $Q_{mэi}$, рассчитанные для конкретных значений $C_{э1} = 0{,}2$; $C_{э2} = 0{,}1$; $S_{э1} = 0{,}1$; $S_{э2} = 0{,}05$; $C^*_{э1} = 0{,}1$; $C^*_{э2} = 0{,}04$; $S^*_{э1} = 0{,}2$; $S^*_{э2} = 0{,}15$.

Множество векторов $\overline{S}_n$ можно разбить на два подмножества противоположно направленных векторов. Каждая пара противоположно направленных векторов, очевидно, является парой параллельных векторов, для которых выполняется инвариант аффинной группы преобразований, описывающих преобразования передаваемых сигналов в паразитном эхотракте: если два вектора, отображающих группу из n передаваемых сигналов, параллельны, то отношение длин их векторов будет равно отношению длин

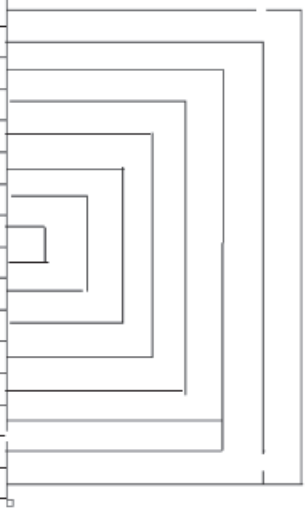
векторов соответствующих им эхосигналов (при этом вектора эхосигналов также будут параллельны).

Здесь k обозначает количество единичных интервалов, отделяющих две последовательности передаваемых сигналов,

Таблица 2

Варианты векторов $\overline{S_n}$ для $m = 2$ и $n = 2$

	I_2	Q_2	I_1	Q_1
$\overline{S_{2,1}}$	1	1	1	1
$\overline{S_{2,2}}$	1	1	1	-1
$\overline{S_{2,3}}$	1	1	-1	1
$\overline{S_{2,4}}$	1	1	-1	-1
$\overline{S_{2,5}}$	1	-1	1	1
$\overline{S_{2,6}}$	1	-1	1	-1
$\overline{S_{2,7}}$	1	-1	-1	1
$\overline{S_{2,8}}$	1	-1	-1	-1
$\overline{S_{2,9}}$	-1	1	1	1
$\overline{S_{2,10}}$	-1	1	1	-1
$\overline{S_{2,11}}$	-1	1	-1	1
$\overline{S_{2,12}}$	-1	1	-1	-1
$\overline{S_{2,13}}$	-1	-1	1	1
$\overline{S_{2,14}}$	-1	-1	1	-1
$\overline{S_{2,15}}$	-1	-1	-1	1
$\overline{S_{2,16}}$	-1	-1	-1	-1



Это инвариантное соотношение можно записать следующим образом:

$$И = \frac{\left|\overline{S_{n\,i}}\right|}{\left|\overline{S_{n(i-k)}}\right|} = \frac{\left|\overline{S_{э\,i}}\right|}{\left|\overline{S_{э(i-k)}}\right|}\ . \qquad (11)$$

Таблица 3

Величины эха на выходах корреляторов

$I_{mэ\,i}$	$Q_{mэ\,i}$
0,49	0,49
0,35	0,19
0,25	0,41
0,15	0,11
0,25	0,09
0,15	–0,21
0,05	0,01
–0,05	–0,29
0,05	0,29
–0,05	–0,01
–0,15	0,21
–0,25	–0,09
–0,15	–0,11
–0,25	–0,41
–0,35	–0,19
–0,45	–0,49

отображаемых параллельными векторами. Вектор $\overline{S_{э\,i}}$ и $\overline{S_{э(i-k)}}$ представлены парами чисел $\{I_{mi}, Q_{mi}\}$ и $\{I_{(m(i-k))}, Q_{(m(i-k))}\}$.

Из (11) следует, что

$$\overline{S_{э\,i}} = \overline{S_{э\,(i-k)}} \cdot \frac{\left|\overline{S_{э\,i}}\right|}{\left|\overline{S_{э(i-k)}}\right|}\ . \qquad (12)$$

Соотношение (12) показывает, каким образом можно вычислить оценку вектора эхосигнала $\overline{S_{э\,i}}$, используя для этого образц вектора предыдущего эхосигнала $\overline{S_{э(i-k)}}$ и отношение длин векторов, отображающих группу передаваемых сигналов, обладающих свойством подобия, проявляющееся свойством параллельности соответствующих им векторов). Вычисленная оценка вектора эхосигнала может быть использована для компенсации эха пути вычитания её из вектора реального эхосигнала.

Описанный способ компенсации эха в условиях межсимвольной интерференции эхосигналов может быть реализован следующей структурной схемой, изображенной на рис. 5.

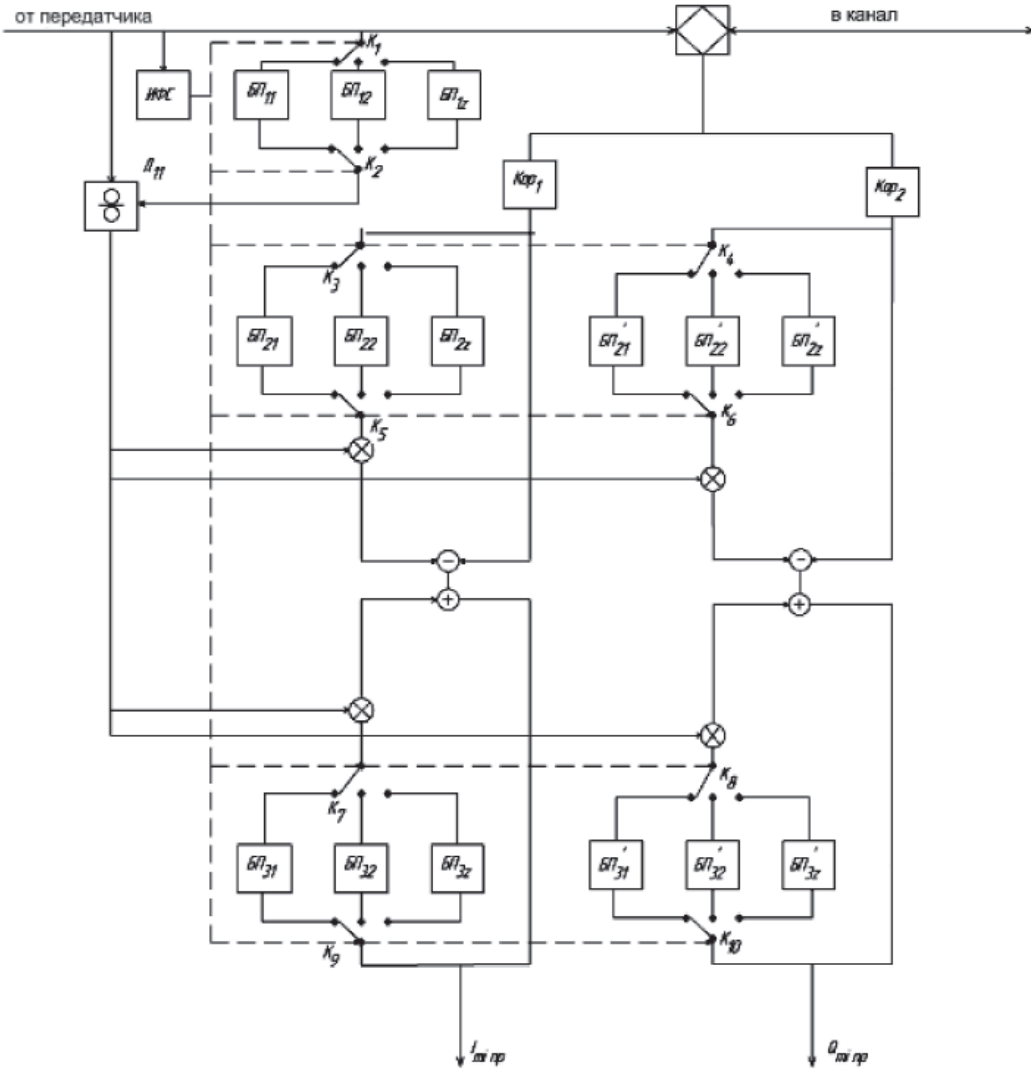


Рис. 5. Схема инвариантного эхокомпенсатора с квадратурными каналами обработки сигналов

Список литературы

1. Лебедянцев В.В. Разработка методов инвариантной передачи сообщений по линейным каналам связи // Отчет по научно-исследовательской работе. – Новосибирск: СибГУТИ, 2002.

2. Лебедянцев В.В., Морозов Е.В. Оценки информационной защищенности и помехоустойчивости инвариантной системы связи // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – № 1, ч. 1. – С. 152–155.

3. Цыбулин М.К. Подавление электрического эха в телефонных каналах. – М.: Радио и связь, 1990. – 112 с.

4. Шувалов В.П., Захарченко Н.В., Шварцман В.О. Передача дискретных сообщений // М.: Радио и связь, 1990. – 462 с.

5. Янке Е., Эмде Ф., Лёш Ф. Специальные функции (формулы, графики, таблицы). – М., 1968. – 344 с.

References

1. Lebedjancev V.V. Razrabotka metodov invariantnoj peredachi soobshhenij po linejnym kanalam svjazi // otchet po nauchno-issledovatelskoj rabote. Novosibirsk, SibGUTI, 2002.

2. Lebedjancev V.V., Morozov E.V. Ocenki informacionnoj zashhishhennosti i pomehoustojchivosti invariantnoj sistemy svjazi // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravlenija i radiojelektroniki, no. 1, chast 1, 2010. pp. 152–155.

3. Cybulin M.K. Podavlenie jelektricheskogo jeha v telefonnyh kanalah. M.: Radio i svjaz, 1990. 112 p.

4. Shuvalov V.P., Zaharchenko N.V., Shvarcman V.O. Peredacha diskretnyh soobshhenij. M.: Radio i svjaz, 1990. 462 p.

5. Janke E., Jemde F., Ljosh F. Specialnye funkcii (formuly, grafiki, tablicy). M., 1968. 344 p.

Рецензенты:

Рогулина Л.Г., д.т.н., профессор кафедры «Радиотехнические устройства» СибГУТИ, г. Новосибирск;

Сединин В.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования», СибГУТИ, г. Новосибирск.

УДК 621

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН И МЕТОДЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Сорокин С.П.

Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», Калуга, e-mail: marls77@yandex.ru

Наряду с общепринятыми физико-механическими свойствами деталей рассмотрены энергетические качественные показатели. В частности, поверхностная энергия, формируемая в процессе механической обработки и оказывающая влияние на эксплуатационные характеристики машин. Дан прогноз направлению развития технологии машиностроения как науки. Обозначена проблема измерения энергетического состояния деталей. Сделан обзор основных методов количественной оценки поверхностной энергии. Проведен критический анализ методов измерения поверхностной энергии. Каждый метод рассмотрен с точки зрения возможности применения в производственных условиях. Отмечены недостатки существующих методов и предложен наиболее рациональный для применения в промышленности. Сделан вывод о необходимости дальнейшего развития энергетической теории металлов и влияния энергетических показателей на износостойкость и трение.

Ключевые слова: поверхностная энергия, измерение, коэффициент трения, износ

ENERGY PARAMETERS OF QUALITY OF MACHINE PARTS AND THEIR MEASUREMENT METHODS

Musokhranov M.V., Kalmykov V.V., Sorokin S.P.

Moscow State Technical University n.a. Bauman, Kaluga Branch, Kaluga, e-mail: marls77@yandex.ru

Along with the standard of physical and mechanical properties of the parts are considered energy quality parameters. In particular, the surface energy generated during machining and has an impact on the performance of the machines. The forecast of the direction of development of mechanical engineering as a science. The problems of measurement of the energy state of parts. A review of the main methods of quantitative evaluation of surface tension of solids as a measure of the surface energy. Critical analysis of methods for measuring surface energy. Each method is discussed in terms of possible applications in industrial environments. Noted disadvantages of existing methods and proposed the most rational for industrial applications. The conclusion about the necessity of further development of the energy theory of metals and energy indices influence on the wear resistance and friction.

Keywords: surface energy, dimension, coefficient of friction, wear

В конце XVIII века И. Изеленом была предложена идея трехстадийного развития общества, позже названная идеалистической трактовкой человеческого прогресса. Ее суть сводится к тому, что человечество в своем развитии последовательно проходит три стадии:

– господства чувств и первобытной простоты;

– преобладания фантазий над чувствами и смягчения нравов под воздействием разума и воспитания;

– господства разума над чувствами и фантазией.

К. Маркс и Ф. Энгельс, систематизировав все учения об общественном прогрессе, разработали теорию общественных формаций. Согласно К. Марксу человечество в своем развитии проходит два глобальных периода: «царство необходимости» и «царство свободы».

Данный подход можно применить для объяснения развития науки. В частности, возникновения и эволюции такой науки, как «Технология машиностроения».

Изначально изучение окружающего мира человеком было обусловлено добыванием пищи, затем вопросами безопасности, заканчивая необходимостью развития собственной личности для самовыражения, согласно пирамиде потребностей. Схема деления исторического процесса на макроэпохи, соответствующие названиям преобладающих сырьевых материалов, имеет непосредственную технологическую основу. На протяжении развития человеческой цивилизации совершенствование технологий происходило поступательно, с рядом мощных всплесков, обусловленных гениальными открытиями. То есть эволюция и революция в развитии наук, как и общества, идут рука об руку.

Переход от каменного век» к медному произошел благодаря открытию новых технологий. Наступление бронзового века вызвано познанием того, что качество сплава оказалось значительно выше характеристик исходных металлов. Железный век наступил благодаря открытию технологий восстановления железа из руд и появлению технологий примитивной обработки.

Технология обработки эволюционировала в индустриальном обществе в науку «Технология машиностроения и приборостроения».

Эволюция технологии машиностроения в настоящее время достигла наноразмерной точности, и дальнейшее движение в этом ключе может привести к остановке ввиду отсутствия востребованности. Последующее развитие возможно только благодаря очередному скачку (революции), который позволит перейти на новую ветку развития, а может, ознаменует наступление новой макроэпохи.

Энергетическое состояние деталей машин

На сегодняшний день кроме физико-механических свойств конструкционных материалов интенсивно исследуются вопросы энергетического состояния. Изучение энергии металлов проливает свет на объяснение природы некоторых явлений и может послужить основой очередного витка развития технологий. Энергетическая теория имеет место и в объяснении природы резания металлов, и в трибологии, и в вопросах точности позиционирования, и многих других.

Сегодня, например, существуют технологии магнито-импульсной обработки, при которых за счет импульсного магнитного поля в металле происходит полярная ориентация спинов электронов атомов, расположенных в области контакта кристаллитов и зерен сплавов, вследствие чего улучшаются механические свойства материала [10]. Известно также возможное влияние энергии поверхности металлов на схватываемость и величину коэффициента трения [13].

Поверхностные слои деталей машин в процессе эксплуатации подвержены механическим, тепловым, химическим, электромагнитным и пр. воздействиям. Интенсивность этих воздействий определяет долговечность поверхностного слоя контактирующих поверхностей, а следовательно, определяет износостойкость конструкционного материала [6]. Известно, что с изменением запаса энергии поверхностного слоя меняются его прочностные свойства [12].

В работах А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Ю. Албагачиева, Э.В. Рыжова, В.П. Федорова показано, что в процессе механической обработки деталей часть энергии поглощается металлом [1, 15, 16, 17]. Примерно 75% всей энергии, затрачиваемой на образование поверхности, связано с теплом, и условно можно считать, что данный объем тепла не влияет на физическую сущность слоя. Оставшиеся около 25% общей энергии, затраченной на формирование поверхности технологическим воздействием, после обработки переходят в состояние поверхностной энергии [11]. Она в свою очередь расходуется на искажение кристаллической решетки, образование дислокаций, движение вакансий, функционирование ячеек Бернара и др. Взаимное влияние данных, составляющих в процессе эксплуатации детали, представляет накопленную энергию поверхности и оказывает влияние на физико-механические характеристики.

Важной характеристикой эксплуатационных свойств обработанных поверхностей является поверхностная энергия [1]. Ее значение оказывает влияние на коэффициент трения, а следовательно, на износостойкость и коэффициент полезного действия машин и механизмов. Кроме того, влияя на такое явление, как схватываемость сопрягаемых поверхностей, энергия может стать элементом влияния на точность позиционирования. Физический смысл ее заключается в том, что внутренние частицы твердого тела окружены со всех сторон соседними частицами (рис. 1). Частицы, находящиеся на поверхности, окружены соседними только с нескольких сторон, поэтому они располагаются иначе, чем внутренние. В поверхностном слое сосредоточен больший запас потенциальной энергии, чем во внутренних слоях [19].

Таким образом, возникает избыток потенциальной энергии поверхностного слоя. Этот избыток энергии, отнесенный к единице поверхности, называется удельной поверхностной или просто энергией поверхности [19]. Граничный слой обладает запасом свободной поверхностной энергии [2, 8, 15].

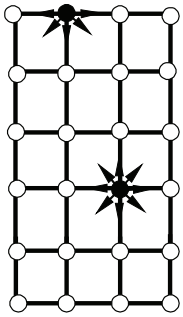


Рис. 1. Атомы в объеме и на границе

Если энергию поверхности принять как качественную характеристику деталей и включать обеспечение ее некоторой величины в технологический процесс, то остается открытым вопрос о достоверных и экономически оправданных способах ее измерения.

Трудность экспериментального измерения поверхностной энергии в твердых телах связана с медленным протеканием процессов и большой диссипацией энергии при образовании новой поверхности.

Основные методы измерения поверхностной энергии твердых тел

В настоящее время известны несколько методов измерения поверхностной энергии твердых тел. Основными из них являются:

1. Метод нулевой ползучести (метод Таммана – Удина)

Оценивает поверхностное натяжение пластичных твердых тел вблизи точки плавления. Суть метода основана на том, что вблизи точки плавления твердого тела существенно возрастает подвижность отдельных атомов и атомных группировок. В результате происходит стягивание контура тела с силой, пропорциональной поверхностному натяжению. Так, в частности, свободно подвешенный образец из тонкой проволоки или фольги, при нагреве до температуры близкой к температуре плавления, должен сокращаться по длине. С другой стороны, под влиянием извне приложенной силы (F) фольга (или нить) может удлиняться вследствие вязкого течения. Очевидно, при некотором значении величины $F = F^*$ силы поверхностного натяжения будут скомпенсированы и скорость ползучести обратится в нуль. Экспериментально определенная F^* может явиться источником сведений о величине поверхностного натяжения [5].

Однако этот метод неприменим в машиностроении ввиду того, что требует наличия лабораторных образцов, поверхностная энергия которых будет гарантированно отличной от производимых деталей из-за разных технологий изготовления.

2. Метод Обреимова, или метод разрушения (раскалывания) кристаллов

Известно большое количество попыток определения поверхностной энергии кристаллических тел, основанных на идее, заключающейся в том, что работа, затраченная на разрушение кристалла, равна поверхностной энергии возникших при этом новых поверхностей, если разрушение было хрупким. Наиболее надежный вариант метода ее определения, основанный на раскалывании кристалла, был предложен в 1930 г. И.В. Обреимовым. Идея работы заключается в следующем. От кристалла по плоскости спайности отщепляется пластинка, которая под влиянием момента сил, действующего против сил поверхностного натяжения, частично изгибается (рис. 2). Эта пластинка может быть использована в качестве динамометра, измеряющего отщепляющее усилие. Действительно, работа, производимая моментом, действующим у края пластинки толщиной t при, удлинении области отрыва на некоторую в условиях равновесия должна быть равна изменению поверхностной энергии системы [5].

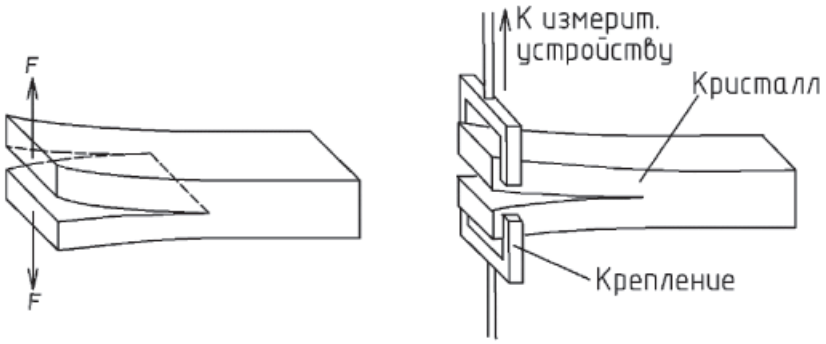


Рис. 2. Схема отщепления слоя от кристалла

Данный метод применим лишь для исследовательских работ и не может быть использован на производстве.

3. Метод «нейтральной капли»

Метод является наиболее простым среди известных способов оценки поверхностной энергии твердых тел. Величина поверхностной энергии исследуемого твердого вещества в этом методе определяется по данным о равновесной форме жидкой капли другого вещества. Для этого на твердую фазу исследуемого вещества помещают каплю расплава, например, свинца, выполняющего роль

пробного тела. После ее остывания определяется поверхностное натяжение.

Недостатком этого метода является большая погрешность измерений и необходимость разрушения образцов для проведения исследований. Кроме того, этим методом возможно исследование только тех веществ, которые взаимно нерастворимы, например железо-свинец [7].

4. Метод растворения порошка

В этом методе величина поверхностной энергии определяется как разность теплоты растворения дисперсного порошка и массивного кристалла той же массы. Допускается предположение, что кристаллическая решетка в частицах порошка равновесна и экспериментально наблюдаемое различие выделяемой теплоты растворения обусловлено лишь выделением их поверхностной свободной энергии. Очевидна связь между поверхностной энергией вещества частиц порошка и дополнительным теплом, выделившимся при растворении дисперсных порошков. Предполагается, что они монокристальны, свободны от внутренних пор и границ раздела (типа межзеренных границ). При этом используемые порошки должны быть предварительно отожжены для освобождения кристаллической решетки от искажений.

Источник существенной погрешности в описываемом методе заключается в неточности определения суммарной поверхности порошинок. Предположения, что форма частиц порошка сферическая и все они одинаковы, могут привести к серьезным погрешностям, связанным с неточностью в определении суммарной поверхности частиц.

Метод неприменим для определения поверхностной энергии изготовленных на производстве деталей.

5. Метод ступеней роста и испарения

Известно, что рост кристалла из газовой фазы и его испарение во многих случаях носят слоисто-спиральный характер [18]; при этом скорость перемещения изолированной ступени при данном отклонении упругости пара от равновесной определяется кривизной ступени и поверхностной энергией на границе ступень – газовая фаза.

Для определения величины поверхностной энергии пользуются тем, что на поверхности роста часто наблюдаются заторможенные «покоящиеся ступени», кривизна которых такова, что равновесная упругость пара вблизи поверхности ступени совпадает с упругостью пара в пространстве, окружающем кристалл.

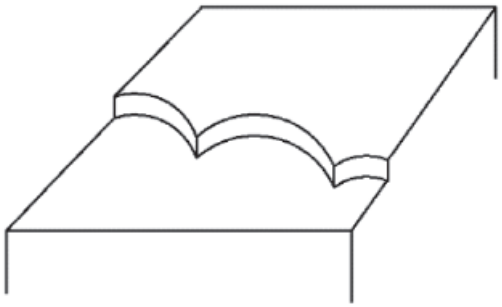


Рис. 3. Схема покоящейся ступени

6. Метод конического образца

Поверхностная энергия определяется по радиусу кривизны границы твердой и жидкой фазы при истинной температуре плавления, медленно нагревая конусный образец, заключенный между двумя плоскопараллельными пластинками, смачиваемыми исследуемым веществом (рис. 4) [5].

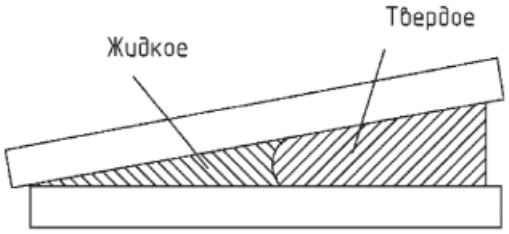


Рис. 4. Межфазное поверхностное натяжение на границе жидкое – твердое

7. Метод залечивающейся царапины

Основан на эффекте сглаживания царапины при высокотемпературном отжиге (механизм поверхностной диффузии). Поверхностная энергия определяется в зависимости от времени полузалечивания царапины исходной ширины [4]. Недостатком метода для широкого применения является необходимость знать коэффициент поверхностной диффузии для конкретного материала, который, структурно чувствителен и экспериментально определяется со значительной погрешностью [5].

8. Метод коалесценции пор

В пористом твердом теле при высокой температуре происходит процесс коалесценции пор, движущей силой которого является стремление к уменьшению свободной поверхности пор. Этот процесс осуществляется с помощью диффузионного механизма [9]. И.М. Лифшицем и В.Н. Слезовым был определен закон, по которому

со временем меняется средний размер пор. Для определения поверхностной энергии требуется определить зависимость среднего размера пор в некоторой области, в которой происходит процесс коалесценции. Однако из-за того что, как и предыдущем методе, необходимо заранее знать коэффициент поверхностной диффузии, он не получил широкого распространения.

9. Метод Микуры

Ввиду того что величина поверхностной энергии анизотропна во всех направлениях, возможно ее определение в зависимости от ориентации соответствующей плоскости. Метод позволяет судить об анизотропии поверхностной энергии по форме канавок термического травления границы между материнским зерном и двойником отжига в металлах с кубической гранецентрированной решеткой [20].

10. Метод оценки поверхностной энергии с помощью обкатного ролика

Основывается на прокатывании под некоторым усилием тела в виде ролика, имеющего возможность вращения относительно своей оси и изготовленного из липкого материала с высокой адгезией, по поверхности исследуемого образца. Перемещая ролик параллельно поверхности детали, измеряют сопротивление его движению, по величине которого судят о значении поверхностной энергии.

Суть метода заключается в знании, что работа, затрачиваемая на формирование области контакта, меньше работы по его разрушению. Из-за этого возникает сила сопротивления качению ролика, измерение которой позволяет оценить поверхностную энергию исследуемого тела [14].

Точность данного метода невысока из-за силы трения качения ролика по поверхности и трения в подшипниках его оси.

11. Метод измерения поверхностной энергии при помощи торсионных весов

Данный способ является более точным, чем предыдущий. Его сущность заключается в том, что пробное тело сферической формы, изготовленное из того же материала, что и исследуемый образец, приводят в контакт с поверхностью исследуемого образца (рис. 5). Пробное тело подводят перпендикулярно к поверхности исследуемого образца, прижимают с контролируемым усилием, отводят пробное тело в обратном направлении, одновременно с процессом подвода-отвода измеряют силу взаимодействия и расстояние между исследуемым образцом и пробным телом. О поверхностной энергии исследуемого образца судят по разнице удельных работ, затрачиваемых на подвод и отвод пробного тела к его поверхности [14].

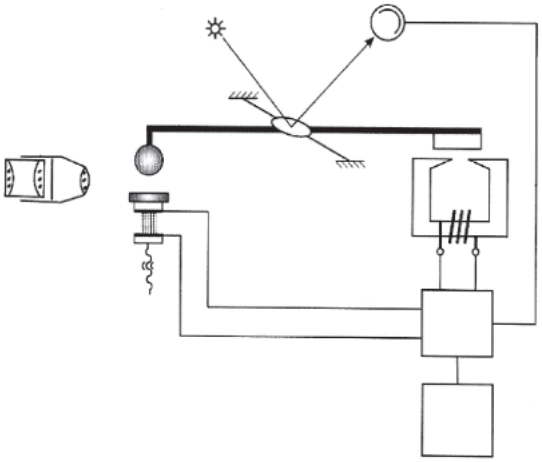


Рис. 5. Схема определения поверхностной энергии с помощью торсионных весов

12. Метод, основанный на определении работы выхода электрона

На уровень работы выхода электрона (РВЭ) оказывают влияние структурные превращения в поверхностном слое контактирующих деталей: искажения и разрушения кристаллических решеток, процесс легирования и др. При контактировании деталей происходит перераспределение электронной плотности. Чем больше значение РВЭ, тем больше энергетический потенциал поверхности [13]. Поверхностная энергия определяется из взаимосвязи контактной разности потенциалов (рис. 6) и разности работ выхода электронов эталона и контролируемой детали [1].

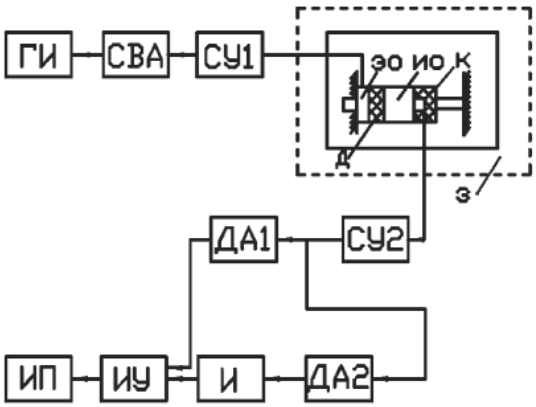


Рис. 6. Структурная схема прибора для измерения контактной разности потенциалов

Прибор состоит из генератора биполярных импульсов ГИ, схемы выравнивания СВА, согласующих СУ1 и СУ2, амплитудных детекторов положительной и отрицательной полярности соответственно ДА1 и ДА2, инвертора И, измерительного усилителя ИУ, измерительного прибора ИП и зажима З, соединенного клеммами К с обеими частями схемы. Эталонный электрод ЭО (медная пластина) с напыленным слоем диэлектрика Д и поверхность измеряемого образца ИО образуют статический конденсатор [1].

Из перечисленных методов данный, несомненно, наиболее удобен для внедрения в технологический процесс машиностроительных предприятий. Это обусловлено экономичностью оборудования, возможностью исследовать непосредственно детали и не требует нагрева до температур, близких к температурам плавления или рекристаллизации. Кроме того, данный метод относится к неразрушающим. Метод также претендует на самую высокую точность, однако данное утверждение требует экспериментальной проверки на конкретных изделиях, полученных разными технологическими приемами и сравнения с прочими методами измерения поверхностной энергии.

Заключение

В настоящее время нельзя утверждать, что существует метод, который надежно мог бы быть использован для экспериментального определения поверхностной энергии. Каждый из рассмотренных методов ограничен либо температурой, либо величинами, которые определяются с малой точностью.

Таким образом, дальнейшее углубленное развитие энергетических теорий требует разработки новых либо совершенствования известных методов измерения поверхностной энергии. Это необходимо для глубоких исследований энергетических свойств деталей машин и их влияния на эксплуатационные характеристики. Между тем технологии управления энергетическими свойствами поверхностей деталей машин могут послужить серьезным инструментом для увеличения надежности изделий, а следовательно, конкурентным преимуществом.

Список литературы

1. Албагачиев А.Ю. Технологическое обеспечение качества и повышения работоспособности деталей машин на основе энергетической концепции: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2001.

2. Белый А.В., Кукареко В.А., Мышкин Н.К. Структура и методы формирования износостойкости поверхностных слоев. – М., 1991.

3. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.

4. Гегузин Я.Е., Кулик И.О., Расчет кинетики и самозалечивания преднамеренно созданных дефектов на поверхности твердых тел. – 1960. Физ. Мет и металловед.

5. Гегузин Я.Е., Овчаренко Н.Н. Поверхностная энергия и процессы на поверхности твердых тел. 1962, УФН 76 283–328.

6. Гиббс Д. В. Термодинамика. Статистическая механика. – М.: Наука, 1982 – 584 с.

7. Дерягин Б.В., Кротова Н.А., Смилга В.П. Адгезия твердых тел – М.: Наука, 1973 – 421 с.

8. Ибатуллин И.Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев: монография. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 387 с.

9. Лифшиц И.М. и Слезов В.Н. К теории коалесценции твердых растворов, 1959. Физ. тв. тела.

10. Малыгин Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 112 с.

11. Малышев Е.Н., Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Антонюк Ф.И. Распределение энергии технологического воздействия при формировании рабочих поверхностей деталей машин из металлических материалов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 58.

12. Мусохранов М.В. Технологическое обеспечение качества поверхностного слоя направляющих элементов машиностроения: дисс. канд. техн. наук. – М., 2006. – С. 65.

13. Мусохранов М.В., Антонюк Ф.И., Калмыков В.В. Поверхностная энергия и процесс схватывания контактирующих поверхностей // Наука и образование: Электронное научно-техническое издание. – 2014. – № 11. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/737377.html (дата обращения: 12.08.2015).

14. Патент Мышкин Н.К., Григорьев А.Я., Ковалев А.В., Ковалева И.Н., Кудрицкий В. Г., Зозуля А.П. Способ определения энергии твердых тел и устройство для его определения // FREEPATENT: Библиотека патентов на изобретения: http://www.freepatent.ru/patents/2377535 (дата обращения:10.03.15).

15. Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979. – 175с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение 1, 2003. – 912 с.

17. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000.

18. Чернов АА., Слоисто-спиральный рост кристаллов, 1961, УФН 73.

19. Ящерицын П.И. Технологическое наследование эксплуатационных параметров деталей машин // Известия ЖГТУ. – 2005. – № 1. – С. 260–267.

20. Mykura H. The variation of the surface tension of nickel with crystallographic orientation // Acta Metallurgica. – 1961. – № 9 (6). – С. 570.

References

1. Albagachiev A.Ju. Tehnologicheskoe obespechenie kachestva i povyshenija rabotosposobnosti detalej mashin na osnove jenergeticheskoj koncepcii: dis. ... d-ra tehn. nauk. M., 2001.

2. Belyj A.V., Kukareko V.A., Myshkin N.K. Struktura i metody formirovanija iznosostojkosti poverhnostnyh sloev. M., 1991.

3. Garkunov D.N. Tribotehnika (iznos i bezyznosnost): uchebnik. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Izd-vo MSHA, 2001. 616 p.

4. Geguzin Ja.E., Kulik I.O., Raschet kinetiki i samozalechivanija prednamerenno sozdannyh defektov na poverhnosti tverdyh tel. 1960. Fiz. Met i metalloved.

5. Geguzin Ja.E., Ovcharenko N.N. Poverhnostnaja jenergija i processy na poverhnosti tverdyh tel. 1962, UFN 76 283–328.

6. Gibbs D. V. Termodinamika. Statisticheskaja mehanika. M.: Nauka, 1982 584 p.

7. Derjagin B.V., Krotova N.A., Smilga V.P. Adgezija tverdyh tel M.: Nauka, 1973 421 p.

8. Ibatullin I.D. Kinetika ustalostnoj povrezhdaemosti i razrushenija poverhnostnyh sloev: monografija. Samara: Samar. gos. tehn. un-t, 2008. 387 p.

9. Lifshic I.M. i Slezov V.N. K teorii koalescencii tverdyh rastvorov, 1959. Fiz. tv. tela.

10. Malygin B.V. Magnitnoe uprochnenie instrumenta i detalej mashin. M.: Mashinostroenie, 1989. 112 p.

11. Malyshev E.N., Musohranov M.V., Kalmykov V.V., Antonjuk F.I. Raspredelenie jenergii tehnologicheskogo vozdejstvija pri formirovanii rabochih poverhnostej detalej mashin iz metallicheskih materialov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1. pp. 58.

12. Musohranov M.V. Tehnologicheskoe obespechenie kachestva poverhnostnogo sloja napravljajushhih jelementov mashinostroenija: diss. kand. tehn. nauk. M., 2006. pp. 65.

13. Musohranov M.V., Antonjuk F.I., Kalmykov V.V. Poverhnostnaja jenergija i process shvatyvanija kontaktirujushhih poverhnostej // Nauka i obrazovanie: Jelektronnoe nauchno-tehnicheskoe izdanie. 2014. no. 11. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/737377.html (data obrashhenija: 12.08.2015).

14. Patent Myshkin N.K., Grigorev A.Ja., Kovalev A.V., Kovaleva I.N., Kudrickij V. G., Zozulja A.P. Sposob opredelenija jenergii tverdyh tel i ustrojstvo dlja ego opredelenija // FREEPATENT: Biblioteka patentov na izobretenija: http://www.freepatent.ru/patents/2377535 (data obrashhenija:10.03.15).

15. Ryzhov Je.V., Suslov A.G., Fedorov V.P. Tehnologicheskoe obespechenie jekspluatacionnyh svojstv detalej mashin. M.: Mashinostroenie, 1979. 175 p.

16. Spravochnik tehnologa-mashinostroitelja. V 2-h t. T.2 / pod red. A.M. Dalskogo, A.G. Kosilovoj, R.K. Meshherjakova, A.G. Suslova. 5-e izd., ispr. M.: Mashinostroenie 1, 2003. 912 p.

17. Suslov A.G. Kachestvo poverhnostnogo sloja detalej mashin. M.: Mashinostroenie, 2000.

18. Chernov AA., Sloisto-spiralnyj rost kristallov, 1961, UFN 73.

19. Jashhericyn P.I. Tehnologicheskoe nasledovanie jekspluatacionnyh parametrov detalej mashin // Izvestija ZhGTU. 2005. no. 1. pp. 260–267.

20. Mykura H. The variation of the surface tension of nickel with crystallographic orientation // Acta Metallurgica. 1961. no. 9 (6). pp. 570.

Рецензенты:

Астахов М.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная механика», Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Калуга;

Шаталов В.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология обработки материалов», Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Калуга.

УДК 622.481

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ШАХТНОГО ВОЗДУХА НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Николаев А.В.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: nikolaev0811@mail.ru

В статье приводится описание предлагаемых конструкций шахтных калориферных установок (ШКУ): ШКУ, состоящие из электронагревательных пластин и пластинчатых элементов, являющихся ребрами трубок с теплоносителем. В обоих случаях предлагается ШКУ располагать в калориферном канале, оборудованном по периметру термостеклом (thermo glass). Один из вариантов технического решения предполагает расположение теплообменников по периметру надшахтного здания в один ряд. В этом случае появляется возможность избавиться от калориферного канала и, как следствие, от всех проблем, связанных со смешением нагретого в ШКУ и подсасываемого через надшахтное здание воздуха. Ввиду того что воздух по сути является теплоизолятором, в работе также предлагается использовать ШКУ, которая будет нагревать не воздух, а участок воздухоподающего ствола в месте пересечения его с водоносным горизонтом.

Ключевые слова: шахтная калориферная установка, пластинчатые элементы, калориферный канал, термостекло, главная вентиляторная установка

A METHOD OF INCREASING THE EFFECTIVE PREPARATION OF MINE AIR IN UNDERGROUND MINING ENTERPRISES

Nikolaev A.V.

Perm national research polytechnic university, Perm, e-mail: nikolaev0811@mail.ru

The article describes the proposed design of the mine air heating systems (MAHS): MAHS, consisting of electric plates and plate elements are ribs with the coolant tubes. In both cases, the proposed MAHS placed in hot-air channel, is equipped on perimetre thermo glass. One alternative technical solution involves the location of the heat exchanger on the perimeter pithead in a row. In this case, it is possible to get rid of the hot-air channel, and hence all the problems associated with mixing and heated in the MAHS inleakage through pithead airflow. Because air is a thermal insulator, we propose to use a MAHS which will not heat the air and a portion of the barrel to the air in the place of its intersection with the aquifer.

Keywords: the mine air heating systems, plate elements, hot-air channel, thermo glass, the main fan installation

На всех подземных горнодобывающих предприятиях с целью обеспечения безопасности осуществления производственного процесса согласно [7] подаваемый в воздухоподающие стволы воздух в холодное время года необходимо нагревать в шахтных калориферных установках (ШКУ) до температуры не ниже +2 °С. В настоящее время широкое применение нашли водяные, а в условиях Крайнего Севера – электрические ШКУ. В связи с тем, что объемы подаваемого в шахту (рудник) воздуха значительные по своей величине, на его нагрев также требуется затрачивать значительное количество энергии.

Помимо этого при нагреве воздуха в ШКУ возникает проблема нормализации теплового режима в воздухоподающих стволах. Вызвана она тем, что в воздухоподающий ствол поступают два потока воздуха: нагретый в ШКУ ($Q_{ШКУ}$) и подсасываемый через надшахтное здание ($Q_{н.зд}$) за счет общешахтной депрессии, создаваемой главной вентиляторной установкой (ГВУ) (рис. 1). С целью поддержания требуемой «смешиваемости» необходимо регулировать производительность и давление, развиваемое нагнетательными вентиляторами ШКУ.

С целью повышения эффективности воздухоподготовки при поддержании равномерного распределения температурного поля по сечению воздухоподающего ствола горнодобывающего предприятия предложены следующие конструкции ШКУ и способ управления их работой.

1. Электрическая ШКУ, расположенная в калориферном канале

В настоящее время широкое применение в качестве теплообменников, применяемых в электрических ШКУ, находят трубчатые электронагревательные элементы (ТЭНы). Ввиду малой площади поверхности теплообмена и высокой скорости прохождения через них воздуха требуется нагревать данные элементы до высокой температуры (может достигать 100 °С). В результате на нагрев ТЭНов в электрической ШКУ согласно [6] требуются затраты электроэнергии в десятки ГВт·ч за отопительный период.

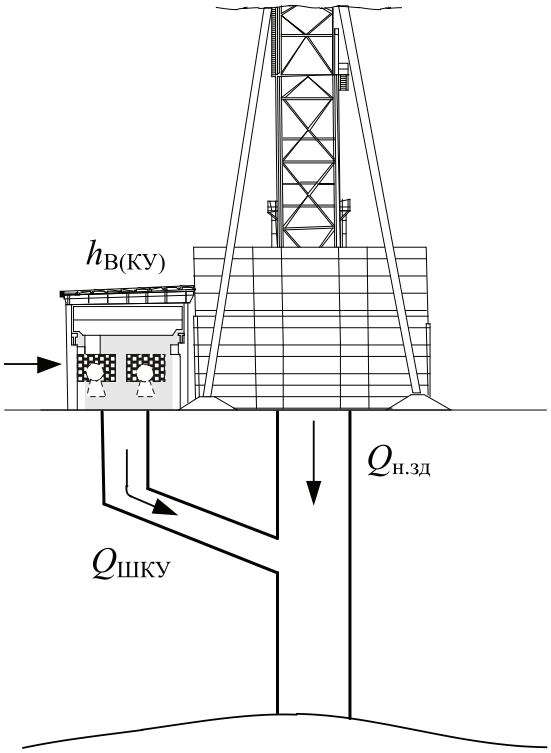


Рис. 1. Поступление воздуха в воздухоподающий ствол

Основное достоинство предложенной ШКУ (рис. 2) – повышение поверхности теплообмена за счет применения вместо ТЭНов электронагревательных пластин [3, 4]. В этом случае появляется возможность снизить температуру нагрева пластин, а следовательно, и затраты электроэнергии на воздухоподготовку. При этом не требуется дополнительного места на промплощадке, т.к. электронагревательные пластины будут расположены в свободном месте – калориферном канале.

Кроме того, в предложенной конструкции предлагается калориферный канал по периметру оборудовать термостеклом (thermo glass). Со стороны термостекла, прилегающей к стенкам калориферного канала, практически отсутствуют утечки тепла, а внешняя сторона термостекла, при протекании по нему электрического тока, нагревается до температур порядка 90–100°С при сравнительно малой удельной мощности, по сравнению с другими источниками – порядка 100 Вт/м^2 [2].

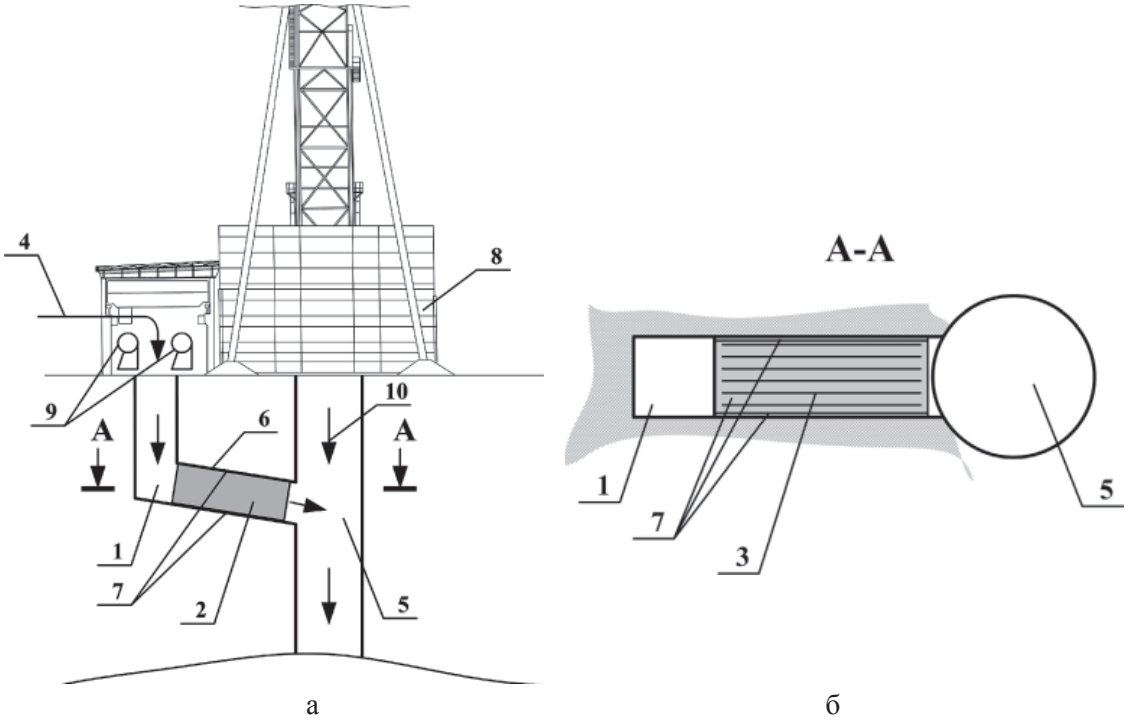


Рис. 2. Предлагаемая конструкция электрической ШКУ:
а – вид сбоку; б – вид сверху (разрез):
1 – калориферный канал; 2 – калориферная установка; 3 – электронагревательные пластины; 4 – подогреваемый воздух; 5 – воздухоподающий ствол; 6 – часть калориферного канала, прилегающая к воздухоподающему стволу; 7 – теплоизоляционный слой (термостекло); 8 – надшахтное здание воздухоподающего ствола; 9 – нагнетательные вентиляторы; 10 – подсосы воздуха через надшахтное здание

2. Водяная ШКУ, расположенная в калориферном канале

Предлагаемая конструкция ШКУ [5], аналогично вышеприведенной, предполагает размещение ее в калориферном канале. Отличие заключается в том, что вместо электронагревательных пластин предлагается использовать пластинчатые элементы, являющиеся ребрами трубок с теплоносителем (рис. 3). При прохождении по теплообменным трубкам теплоносителя пластины нагреваются и отдают тепло проходящему по калориферному каналу воздуху. В этом случае также увеличивается поверхность теплообмена, что является достоинством ШКУ. По периметру калориферного канала также может быть установлено термостекло.

К достоинствам предлагаемой ШКУ также относится возможность ее использования как для нагрева воздуха в холодное время года, так и для его кондиционирования (охлаждения и осушения) в теплое время года.

Проходящие в пластинах теплообменные трубки образуют замкнутый контур циркуляции жидкого тепло- (хладоносителя). Для переключения установки с режимов охлаждения и нагрева предусмотрена система автоматизации (рис. 4).

В зависимости от параметров наружного воздуха, система автоматизации за счет управляемых задвижек и питательных насосов выбирает режим работы установки. В теплое время года в теплообменные трубки будет подаваться хладоноситель.

Управляемые задвижки расположены на входе в установку таким образом, что позволяют регулировать количество теплообменных трубок (пластинчатых элементов), находящихся в работе.

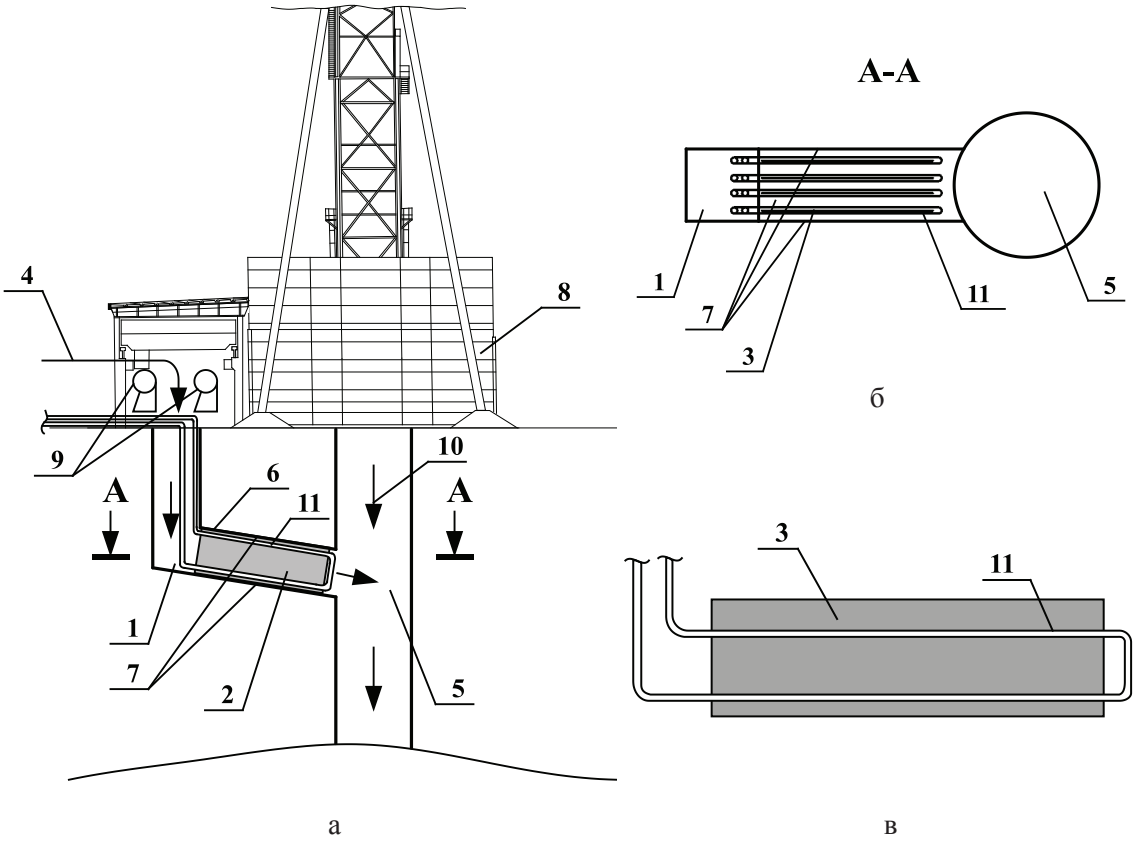


Рис. 3. Предлагаемая конструкция водяной ШКУ:
а – вид сбоку; б – вид сверху (разрез);
в – пластинчатый элемент с расположенной в нем трубкой с теплоносителем:
1 – калориферный канал; 2 – калориферная установка; 3 – пластинчатый элемент;
4 – наружный воздух; 5 – воздухоподающий ствол; 6 – нижняя часть калориферного канала;
7 – теплоизоляционный слой; 8 – надшахтное здание; 9 – нагнетательные вентиляторы;
10 – наружный воздух, подсасываемый через надшахтное здание; 11 – теплообменные трубки

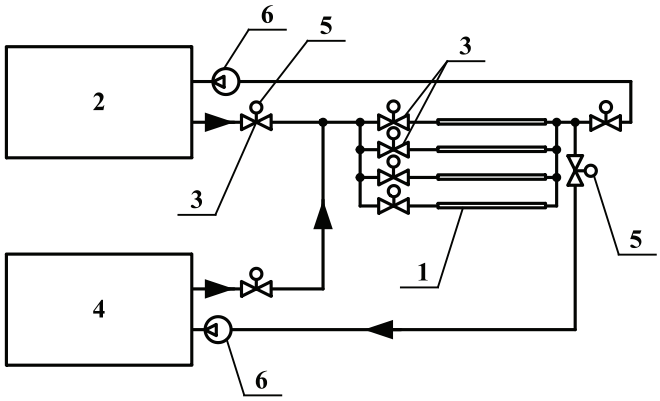


Рис. 4. Схема подачи теплоносителя в водяную ШКУ:
1 – пластинчатый элемент; 2 – котельная установка; 3 – управляемые задвижки;
4 – система охлаждения хладоносителя; 5 – устройство управления приводами задвижек;
6 – питательные насосы

Предложенная конструкция позволяет устанавливать требуемую температуру на выходе из ШКУ путем изменения расхода теплоносителя (питательные насосы), количества нагревательных (охлаждающих) элементов, находящихся в работе (регулируемые задвижки), а также за счет изменения величины тока, проходящего через термостекло (в холодное время года).

3. ШКУ, расположенная по периметру надшахтного здания

Как было отмечено ранее, при подаче нагретого в ШКУ воздуха через калориферный канал в воздухоподающий ствол возникает проблема «смешиваемости» его с подсасываемым через надшахтное здание холодным потоком (рис. 1). Связано это с тем, что система калориферный канал – ствол представляет собой параллельное соединение, состоящее из ветвей с различными расходом и температурой воздуха в них. В связи с тем, что проблему «смешиваемости» нагретого в ШКУ и подсасываемого через надшахтное здание потоков воздуха решить довольно сложно, была предложена конструкция ШКУ, в которой предлагается отказаться от применения калориферного канала [1]. Нагреваемый воздух при этом засасывается в ШКУ за счет общешахтной депрессии, создаваемой ГВУ (рис. 5). Кроме воздуха, поступающего через ШКУ, в воздухоподающий ствол поступает холодный наружный воздух через скиповые окна. За счет того, что ШКУ состоит из теплообменников, расположенных по всему периметру надшахтного здания, поток холодного воздуха, поступающего через скиповые окна, смешивается в устье воздухоподающего ствола.

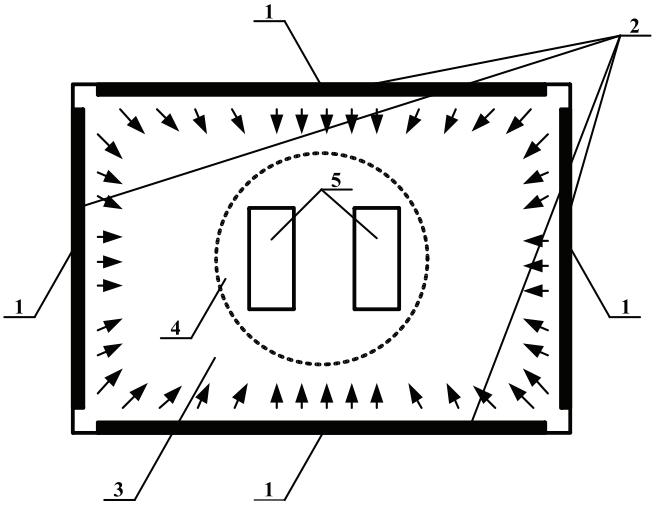


Рис. 5. ШКУ, расположенная по периметру надшахтного здания (вид сверху):
1 – теплообменники; 2 – шахтная калориферная установка; 3 – надшахтное здание;
4 – воздухоподающий ствол; 5 – скиповые окна

Преимущество предлагаемой ШКУ состоит в том, что благодаря установке теплообменников по периметру надшахтного здания обеспечивается равномерный нагрев всего воздуха, поступающего в воздухоподающий ствол. При этом расположение теплообменников в один ряд исключает вероятность замораживания трубок теплообменников и позволяет им работать на номинальной теплопроизводительности. За счет того, что в схеме воздухоподготовки отсутствует калориферный канал, устраняется проблема «смешиваемости» потоков, т.е. решается вопрос нормализации теплового режима в воздухоподающих стволах. Также в ШКУ отсутствует необходимость устанавливать нагнетательные вентиляторы, что позволяет снизить затраты электроэнергии.

4. ШКУ, расположенная в воздухоподающем стволе, в месте пересечения с водоносным горизонтом

Как было сказано ранее, поступающий в подземное горное предприятие воздух необходимо нагревать в ШКУ, в противном случае армировка стволов, в месте пересечения их с водоносным горизонтом, начнет разрушаться замерзшей в породах водой. В связи с этим в работе [8] предлагается нагревать не сам воздух, поступающий в ствол, являющийся по сути теплоизолятором, а крепь ствола на участках пересечения с водоносным горизонтом (рис. 6).

Представленная ШКУ работает следующим образом.

В воздухоподающий ствол подается холодный наружный воздух. В местах пересечения крепи ствола с водоносным горизонтом устанавливаются нагревательные элементы, в качестве которых может использоваться термостекло. С внешней стороны термостекла практически отсутствуют теплопотери, т.е. его нагрев оказывает несущественное влияние на тепловое поле в самом воздухоподающем стволе.

Нагрев воздуха, подаваемого в воздухоподающий ствол, можно производить лишь для создания комфортных условий горнорабочим, устранения обледенения ствола и т.д., но без риска заморозить воду в водоносном горизонте, т.е. без риска разрушения крепи расширяющимся льдом и, как следствие, затопления рудника.

Вывод

В действующих подземных горнодобывающих предприятиях при размещении пластинчатых нагревательных элементов в калориферном канале появляется возможность повысить эффективность теплообмена в ШКУ, в результате чего потребуется расходовать меньшее количество энергетических ресурсов на воздухоподготовку. На этапе проектирования шахты (рудника) можно использовать разработанные и предложенные в работе конструкции ШКУ, расположенной по периметру надшахтного здания и в стволе, в месте пересечения его с водоносным горизонтом. В этом случае полностью исключается проблема необходимости «смешиваемости» нагретого в ШКУ и подсасываемого через надшахтное здание потоков воздуха. В этом случае не только снижаются затраты на воздухоподготовку в холодное время года, но и исключаются опасные ситуации, связанные с заморозкой крепи ствола.

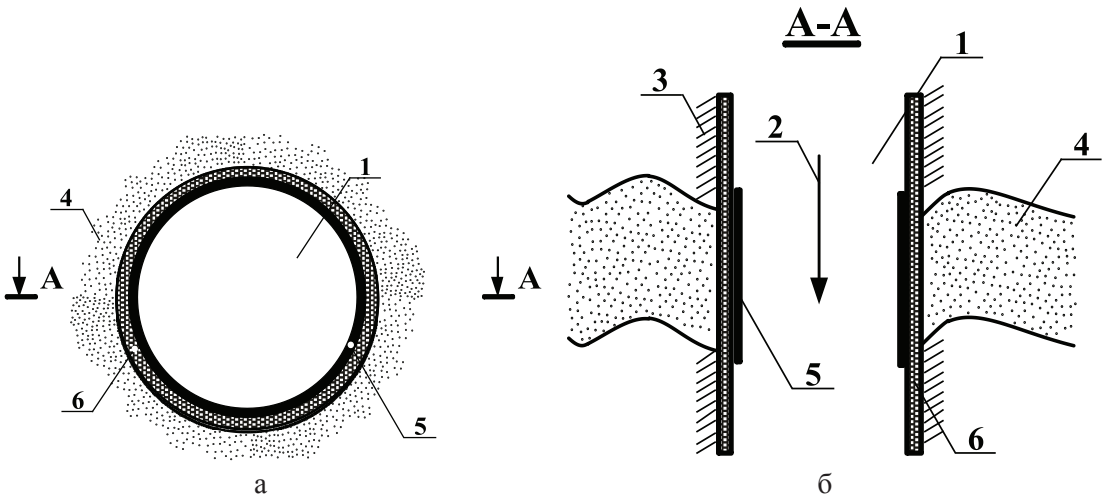


Рис. 6. Шахтная калориферная установка:
а – вид ствола сверху; б – вид сбоку (разрез):
1 – воздухоподающий ствол; 2 – наружный воздух; 3 – породы, окружающие ствол;
4 – водоносный горизонт; 5 – нагревательный элемент; 6 – крепь ствола

Список литературы

1. Алыменко Н.И., Николаев А.В., Каменских А.А. Вариант расположения шахтной калориферной установки в стене надшахтного здания // Известия вузов. Горный журнал. – 2015. – № 2. – С. 99–106.

2. «Инфракрасные стеклянные обогреватели Пион Thermo Glass»: [Электронный ресурс] // «Вам тепло» – интернет-магазин климатической техники. URL: http://vamteplo.ru/catalog.18.html. (10.11.2013).

3. Николаев А.В. Интенсификация теплообмена в шахтной калориферной установке // Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 11. – С. 10–13.

4. Николаев А.В., Алыменко Н.И., Файнбург Г.З., Седунин А.М., Николаев В.А.. Расчет теплопроизводительности шахтной калориферной установки, расположенной в калориферном канале, и затрачиваемой на ее работу электроэнергии // Известия вузов. Горный журнал. – 2014. – № 4. – С. 105–112.

5. Николаев А.В., Королев Н.А. Ресурсо- и энергосберегающие технологии подготовки шахтного воздуха в холодное время года // Master's Journal (Журнал магистров). – 2014. – № 1. – С. 182–187.

6. Николаев А.В., Постникова М.Ю., Мохирев Н.Н. Сравнительный анализ потребления тепло- и энергоресурсов шахтными калориферными установками // Вестник ПГТУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2010. – № 5. – С. 95–102.

7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Серия 03. Вып. 78. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 276 с.

8. Шахтная калориферная установка: пат. 149443 Рос Федерация: МПК E21F3/00; F24H/3/04 / Николаев А.В., Файнбург Г.З., Алыменко Н.И., Николаев В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – № 2014128179/03, заявл.09.07.2014; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 3.

References

1. Alymenko N.I., Nikolaev A.V., Kamenskih A.A. Variant raspolozhenija shahtnoj kalorifernoj ustanovki v stene nadshahtnogo zdanija // Izvestija vuzov. Gornyj zhurnal. 2015. no. 2. pp. 99–106.

2. «Infrakrasnye stekljannye obogrevateli Pion Thermo Glass»: [Jelektronnyj resurs] // «Vam teplo» internet-magazin klimaticheskoj tehniki. URL: http://vamteplo.ru/catalog.18.html. (10.11.2013).

3. Nikolaev A.V. Intensifikacija teploobmena v shahtnoj kalorifernoj ustanovke // Gornoe oborudovanie i jelektromehanika. 2013. no. 11. pp. 10–13.

4. Nikolaev A.V., Alymenko N.I., Fajnburg G.Z., Sedunin A.M., Nikolaev V.A.. Raschet teploproizvoditelnosti shahtnoj kalorifernoj ustanovki, raspolozhennoj v kalorifernom kanale, i zatrachivaemoj na ee rabotu jelektrojenergii // Izvestija vuzov. Gornyj zhurnal. 2014. no. 4. pp. 105–112.

5. Nikolaev A.V., Korolev N.A. Resurso- i jenergosberegajushhie tehnologii podgotovki shahtnogo vozduha v holodnoe vremja goda // Masters Journal (Zhurnal magistrov). 2014. no. 1. pp. 182–187.

6. Nikolaev A.V., Postnikova M.Ju., Mohirev N.N. Sravnitelnyj analiz potreblenija teplo- i jenergoresursov shahtnymi kalorifernymi ustanovkami // Vestnik PGTU. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo. 2010. no. 5. pp. 95–102.

7. Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Pravila bezopasnosti pri vedenii gornyh rabot i pererabotke tverdyh poleznyh iskopaemyh». Serija 03. Vyp. 78. M.: ZAO «Nauchno-tehnicheskij centr issledovanij problem promyshlennoj bezopasnosti», 2014. 276 p.

8. Shahtnaja kalorifernaja ustanovka: pat. 149443 Ros Federacija: MPK E21F3/00; F24H/3/04 / Nikolaev A.V., Fajnburg G.Z., Alymenko N.I., Nikolaev V.A.; zajavitel i patentoobladatel FGBOUVPO «Permskij nacionalnyj issledovatelskij politehnicheskij universitet». no. 2014128179/03, zajavl.09.07.2014; opubl. 27.01.2015, Bjul. no. 3.

Рецензенты:

Андрейко С.С., д.т.н., профессор, зав. лабораторией «Геотехнологические процессы и рудничная газодинамика», ФГБУН «Горный институт» Уральского отделения РАН, г. Пермь;

Файнбург Г.З., д.т.н., профессор, директор Института безопасности труда, производства и человека, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

УДК 519.8

АЛГОРИТМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ПРОКАТНЫХ СТАНАХ

Оспанова Т.Т., Шарипбаев А.А., Ниязова Р.С.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, e-mail: enu@enu.kz

Настоящая статья посвящена исследованию численного моделирования распределения температурного поля в многоклетовых станах для линии непрерывного литья и прокатки металлической катанки. В работе использован наиболее простой в использовании, безусловно устойчивый, экономичный разностный метод, метод разделения переменных многомерной задачи на цепочку одномерных задач, метод суммарной аппроксимации, локально-одномерные схемы. Построен алгоритм численного моделирования распределения температурного поля по клетям прокатного стана. Решение трехмерной задачи распределения температурного поля позволяет на основе экспериментальных данных находить температуру по всей полосе металлической катанки в клетях прокатного стана. Расчет распределения температурного поля в очаге деформации металлической катанки выполнен по неявной схеме. Расчеты приведены на графиках. В них дан анализ погрешности ошибок.

Ключевые слова: прокатка, клеть, температурное поле, очаг деформации, локально-одномерные схемы

ALGORITHM OF NUMERAL MODELLING OF DISTRIBUTION OF TEMPERATURE FIELD IN ROLLING MILL

Ospanova T.T., Sharipbaev A.A., Niyazova R.S.

Eurasian National University named after L.N. Gumilyev, Astana, e-mail: enu@enu.kz

This article is dedicated to the study of numerical simulation of temperature field distribution in rolling mill with many cages for continuous casting and rolling stripe of metal wire. In work the simplest is used in use, certainly a steady, economic difference method, a method of division of variables of a multidimensional task into a chain of one-dimensional tasks, a method of total approximation, the locally one-dimensional scheme. The algorithm of numerical modeling of distribution of a temperature field on cages of the rolling mill is constructed. Solutions of the three-dimensional temperature field distribution tasks based on experimental data allows finding the temperature across the strip of metal rod in a rolling mill stands. Calculation of the distribution of temperature field in hearth of deformation of a metal rod was realized on implicit scheme. The calculations are shown in the graphs. It provides an analysis of the error of errors.

Keywords: rolling, cage, temperature field, hearth of deformation, the locally one-dimensional scheme

В условиях обработки металлов давлением среди таких факторов, влияющих на пластичность, как состав и структура деформируемого металла, характер напряженного состояния при деформации, скорость деформации и др., – является температура деформации.

Вопросами моделирования температурных полей, описывающими температурные процессы, происходящие в очаге деформации и технологическом потоке стана, занимались многие ученые. Для создания данного алгоритма была использована модель [1], где для практических расчетов температуры в многоклетевых станах используется упрощенная модель, которая имеет вид

$$U_i = U_{i-1} - \Delta U_u - \Delta U_k - \Delta U_b + \Delta U_d, \quad (1)$$

где U_i – температура на выходе из i-й клети; U_{i-1} – температура на выходе из предыдущей клети или температура начального нагрева заготовки в нагревательном устройстве; ΔU_u – теплопередача излучением в окружающую среду; ΔU_k – конвективная теплопередача; ΔU_b – контактный теплообмен с рабочими валками; ΔU_d – разогрев металла за счет энергии пластической деформации.

В работе [2] эта модель реализована с помощью метода конечных элементов.

При численном решении задач распределения температурного поля по клетям закрытого прокатного стана для линии непрерывного литья и прокатки металлической катанки одним из наиболее употребительным методом является метод сеток.

Простота и универсальность характерны для разностных методов решения краевых задач математической физики в регулярных расчетных областях, а использование нерегулярных сеток сближает метод конечных разностей с методом конечных элементов.

В работе был использован экономичный разностный метод для решения многомерных уравнений в частных производных [3], метод суммарной аппроксимации, который позволяет получить абсолютно устойчивые сходящиеся локально-одномерные схемы для уравнений параболического типа.

Цель исследования

Рассмотрим задачу для уравнения теплопроводности в виде [2]:

$$c\rho\frac{\partial U}{\partial t} = div\left(\lambda \cdot gradU\right) + \tau_s H, \qquad (2)$$

где c – удельная теплоемкость металла; ρ – массовая плотность металла; λ – коэффициент теплопроводности; τ_s – сопротивление металла пластической деформации сдвига; H – интенсивность скоростей деформации сдвига, со следующими граничными условиями:

1. На входе в очаг деформации температура металла известна.

2. На свободной поверхности имеет место теплопередача излучением в окружающую среду, которая описывается формулой Стефана – Больцмана.

3. На контактной поверхности имеет место теплообмен между деформируемым металлом и поверхностью валков, описываемый выражением

$$\lambda\frac{\partial U}{\partial n} = \alpha_s\left(U - U_b\right), \qquad (3)$$

где α_s – коэффициент теплопередачи на контактной поверхности; U_b – температура валков.

4. На остальных поверхностях, ограничивающих 1/4 часть очага деформации, тепловой поток равен нулю.

По теории в большинстве процессов обработки металла давлением форма заготовки отличается от формы готового изделия, определяемой формой инструмента. Чем ближе элемент находится к углу сечения, тем меньшее удлинение он получит. Поэтому стороны сечения получат выпуклую форму. Квадратное сечение будет приближаться к круговому, а прямоугольное – сначала к эллипсу, а затем все равно к кругу. Так как черновые калибры предназначены для постепенного формирования прокатываемого профиля, а также к черновым относят калибры простой формы (прямоугольный, ромб, овал, круг, квадрат), для эксперимента при выборе формы калибров клетей было взято прямоугольное сечение.

Разностное уравнение

Рассмотрим трехмерное параболическое уравнение второго порядка [3]:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \sum_{\alpha=1}^{3} L_\alpha U + f\left(x,t\right); \qquad (4)$$

$$L_\alpha U = \frac{\partial}{\partial x_\alpha}\left(k_\alpha\left(x,t\right)\frac{\partial U}{\partial x_\alpha}\right); \qquad (5)$$

$$k_\alpha\left(x,t\right) \ge c_1 > 0; \quad c_1 = \text{const}, \qquad (6)$$

где $x = (x_1, x_2, x_3)$ – точка 3-мерного пространства с координатами x_1, x_2, x_3. Пусть G – произвольная 3-мерная область с границей Γ, $\overline{G} = G + \Gamma$,

$$\overline{Q}_T = \overline{G} \times \left[0 \le t \le T\right]; \quad Q_T = G \times \left(0 < t \le T\right].$$

Требуется найти непрерывное в цилиндре $\overline{Q}_T$ решение уравнения (6), удовлетворяющее краевому условию

$$U = \mu(x, t) \quad \text{при } x \in \Gamma, \quad 0 \le t \le T \qquad (7)$$

и начальному условию

$$U(x, 0) = U_0(x), \quad \text{при } x \in \overline{G}. \qquad (8)$$

Как обычно, предполагается, что эта задача имеет единственное решение $U = U(x, t)$, обладающее всеми требуемыми по ходу изложения производными.

При построении локально-одномерной схемы формально заменим трехмерное уравнение цепочкой одномерных уравнений, т.е. аппроксимируем с шагом $\frac{\tau}{3}$ последовательно операторы

$$\Re_\alpha U = \frac{1}{3}\frac{\partial U}{\partial t} - \left(L_\alpha U + f_\alpha\right), \quad \alpha = 1, 2, 3, \qquad (9)$$

где f_a удовлетворяет условию $\sum_{\alpha=1}^{3} f_\alpha = f$.

Для аппроксимации $L_a U + f_a$ на пространственной сетке ω_h воспользуемся однородным разностным оператором второго порядка аппроксимации $\Lambda_\alpha y + \varphi_\alpha$. Граничные условия и правая часть φ_α берутся в произвольные моменты времени:

$$\varphi_\alpha^{j+\frac{\alpha}{3}} = f_\alpha\left(x, t_{j+0,5}\right);$$

$$\mu^{j+\frac{\alpha}{3}} = \mu\left(x, t_{j+\alpha/3}\right), \quad \alpha = 1, 2, 3.$$

Аппроксимируя каждое уравнение теплопроводности номера α на интервале $t_{j+(\alpha-1)/3} < t \le t_{j+\alpha/3}$ двухслойной схемой с весами, получим цепочку p одномерных схем, которая называется ЛОС:

$$\frac{U^{j+\frac{\alpha}{3}} - U^{j+\frac{\alpha-1}{3}}}{\tau} = \Lambda_\alpha\left(\sigma U^{j+\frac{\alpha}{3}} + \left(1-\sigma\right)U^{j+\frac{\alpha-1}{3}}\right) + \varphi_\alpha^{j+\frac{\alpha}{3}}; \quad \alpha = 1, 2, 3, \quad x \in \omega_h, \qquad (10)$$

где σ – произвольное число. При $\sigma = 1$ получим чисто неявную локально-одномерную схему, а при $\sigma = 0$ – явную ЛОС.

Рассмотрим чисто неявную ЛОС:

$$\frac{y^{j+\frac{\alpha}{3}} - y^{j+\frac{\alpha-1}{3}}}{\tau} = \Lambda_\alpha y^{j+\frac{\alpha}{3}} + \varphi_\alpha^{j+\frac{\alpha}{3}}; \quad \alpha = 1, 2, 3, \quad x \in \omega_h. \tag{11}$$

Краевое условие:

$$y^{j+\frac{\alpha}{3}} = \mu^{j+\frac{\alpha}{3}} \text{ при } x \in \gamma_{h,\alpha}, \quad j = 0, 1, ..., j_0; \quad \alpha = 1, 2, 3. \tag{12}$$

Начальное условие:

$$y(x, 0) = u_0(x). \tag{13}$$

Остановимся более подробно на (11):

$$\frac{y^{j+\frac{1}{3}} - y^j}{\tau} = \Lambda_1\left(y^{j+\frac{1}{3}}\right) + f_1^{j+\frac{1}{3}}; \quad \frac{y^{j+\frac{2}{3}} - y^{j+\frac{1}{3}}}{\tau} = \Lambda_2\left(y^{j+\frac{2}{3}}\right) + f_2^{j+\frac{2}{3}};$$

$$\frac{y^{j+1} - y^{j+\frac{2}{3}}}{\tau} = \Lambda_3\left(y^{j+1}\right) + f_3^{j+1}, \quad j = \overline{1, m-1}. \tag{14}$$

Краевые условия:

$$y^{j+\frac{\alpha}{3}}\Big|_{x_\alpha=0} = \mu\left(x, t_{j+\frac{\alpha}{3}}\right)\Big|_{x_\alpha=0}; \; y^{j+\frac{\alpha}{3}}\Big|_{x_\alpha=l_\alpha} = \mu\left(x, t_{j+\frac{\alpha}{3}}\right)\Big|_{x_\alpha=l_\alpha}, \quad \alpha = 1, 2, 3. \tag{15}$$

Начальное условие:

$$y^0 = U_0(x). \tag{16}$$

Рассмотрим каждое из трех уравнений (14) отдельно. Первое из уравнений (14) записываем в виде

$$(y_1)_{i_1}^{j+1} - \tau\left(\frac{(k_1)_{i_1+1}^{j+1}\cdot(y_1)_{i_1+1}^{j+1} - \left((k_1)_{i_1+1}^{j+1} + (k_1)_{i_1}^{j+1}\right)\cdot(y_1)_{i_1}^{j+1} + (k_1)_{i_1}^{j+1}\cdot(y_1)_{i_1-1}^{j+1}}{h_1^2}\right) = \varphi_1^j;$$

$$\varphi_1^j = (y_3)^j + \tau\cdot f_1^j, \tag{17}$$

где $j = \overline{0, m}-1$, $i_1 = \overline{1, n_1-1}$, $i_2 = \overline{0, n_2}$, $i_3 = \overline{0, n_3}$, $f_1^j = f\left(x, t_j + \frac{\tau}{2}\right)$, $j = \overline{1, m}$.

Выражение (17) перепишем в виде

$$\left(1 + \frac{\tau}{h_1^2}\left((k_1)_{i_1+1}^{j+1} + (k_1)_{i_1}^{j+1}\right)\right)\cdot(y_1)_{i_1}^{j+1} - \frac{\tau}{h_1^2}(k_1)_{i_1+1}^{j+1}\cdot(y_1)_{i_1+1}^{j+1} - \frac{\tau}{h_1^2}(k_1)_{i_1}^{j+1}\cdot(y_1)_{i_1-1}^{j+1} = \varphi_1^j. \tag{18}$$

Обозначая через

$$A_{i_1} = \frac{\tau}{h_1^2}(k_1)_{i_1}^{j+1}; \quad C_{i_1} = 1 + \left(A_{i_1+1} + A_{i_1}\right); \quad F_{i_1} = \varphi_1^j,$$

получим

$$A_{i_1}\cdot(y_1)_{i_1-1}^{j+1} - C_{i_1}\cdot(y_1)_{i_1}^{j+1} + A_{i_1+1}\cdot(y_1)_{i_1+1}^{j+1} = -F_{i_1}, \; i_1 = \overline{1, n_1-1}, \; i_2 = \overline{1, n_2-1}, \; i_3 = \overline{1, n_3-1}. \tag{19}$$

Граничные условия в общем виде:

$$(y_1)_0^{j+1} = \chi_1\cdot(y_1)_1^{j+1} + \mu_{11}^{j+1}; \quad (y_1)_{n_1}^{j+1} = \chi_2\cdot(y_1)_{n_1-1}^{j+1} + \mu_{12}^{j+1}, \tag{20}$$

здесь $\chi_1 = 0$, $\chi_2 = 0$ – граничные условия 1-го рода, $\mu_{11}^{j+1} = y^0$; $\mu_{21}^{j+1} = U_i$, где U_i – температура на выходе из i-й клети в (1).

Далее подставляя известные значения y^0, вычисляем F_1, затем методом прогонки решаем задачу (19) во всех узлах сетки ω_h:

$$\alpha_{i_1+1}=\frac{A_{i_1+1}}{C_{i_1}-A_{i_1}\cdot\alpha_{i_1}};\quad \alpha_1=\chi_1;\quad \beta_{i_1+1}=\frac{A_{i_1+1}\cdot\beta_{i_1}+F_{i_1}}{C_{i_1}-A_{i_1}\cdot\alpha_{i_1}};\quad \beta_1=\mu_{11}^0;\quad (y_1)_{n_1}^{j+1}=\frac{\mu_{12}^{j+1}+\chi_2\cdot\beta_{n_1}}{1-\chi_2\cdot\alpha_{n_1}};$$

$$(y_1)_{i_1}^{j+1}=\alpha_{i_1+1}\cdot(y_1)_{i_1+1}^{j+1}+\beta_{i_1+1},\quad i_1=\overline{n_1-1,0},\quad i_2=\overline{1,n_2-1},\quad i_3=\overline{1,n_3-1}. \tag{21}$$

Второе из уравнений (14) записываем в виде

$$(y_2)_{i_1}^{j+1}-\tau\left(\frac{(k_2)_{i_2+1}^{j+1}\cdot(y_2)_{i_2+1}^{j+1}-\left((k_2)_{i_2+1}^{j+1}+(k_2)_{i_2}^{j+1}\right)\cdot(y_2)_{i_2}^{j+1}+(k_2)_{i_2}^{j+1}\cdot(y_2)_{i_2-1}^{j+1}}{h_2^2}\right)=\varphi_2^j;$$

$$\varphi_2^j=(y_1)^{j+1}+\tau\cdot f_2^j, \tag{22}$$

где $j=\overline{0,m}-1$, $i_1=\overline{1,n_1-1}$, $i_2=\overline{0,n_2}$, $i_3=\overline{0,n_3}$, $f_2^j=f\left(x,t_j+\frac{\tau}{2}\right)$, $j=\overline{1,m}$.

Выражение (22) перепишем в виде

$$\left(1+\frac{\tau}{h_2^2}\left((k_2)_{i_2+1}^{j+1}+(k_2)_{i_2}^{j+1}\right)\right)\cdot(y_2)_{i_2}^{j+1}-\frac{\tau}{h_2^2}(k_2)_{i_2+1}^{j+1}\cdot(y_2)_{i_2+1}^{j+1}-\frac{\tau}{h_2^2}(k_2)_{i_2}^{j+1}\cdot(y_2)_{i_2-1}^{j+1}=\varphi_2^j. \tag{23}$$

Обозначая через

$$A_{i_2}=\frac{\tau}{h_2^2}(k_2)_2^{j+1};\quad C_{i_2}=1+\left(A_{i_2+1}+A_{i_2}\right);\quad F_{i_2}=\varphi_2^j$$

получим

$$A_{i_2}\cdot(y_2)_{i_2-1}^{j+1}-C_{i_2}\cdot(y_2)_{i_2}^{j+1}+A_{i_2+1}\cdot(y_2)_{i_2+1}^{j+1}=-F_{i_2};\quad i_1=\overline{1,n_1-1},\quad i_2=\overline{1,n_2-1},\quad i_3=\overline{1,n_3-1}. \tag{24}$$

Граничные условия в общем виде:

$$(y_2)_0^{j+1}=\chi_1\cdot(y_2)_1^{j+1}+\mu_{21}^{j+1};\qquad (y_2)_{n_2}^{j+1}=\chi_2\cdot(y_2)_{n_2-1}^{j+1}+\mu_{22}^{j+1}, \tag{25}$$

где $\chi_1=\dfrac{\lambda}{\lambda+\alpha_\beta\cdot h_2}$; $\chi_2=\dfrac{\lambda}{\lambda+\alpha_\beta\cdot h_2}$ – граничные условия 3-го рода.

Далее подставляя известные значения y_1^{j+1}, вычисляем F_2, затем методом прогонки решаем задачу (24) во всех узлах сетки ω_h:

$$\alpha_{i_2+1}=\frac{A_{i_2+1}}{C_{i_2}-A_{i_2}\cdot\alpha_{i_2}};\quad \alpha_1=\chi_1;\quad \beta_{i_2+1}=\frac{A_{i_2+1}\cdot\beta_{i_2}+F_{i_2}}{C_{i_2}-A_{i_2}\cdot\alpha_{i_2}};\quad \beta_1=\mu_{21}^{j+1};\quad (y_2)_{n_2}^{j+1}=\frac{\mu_{22}^{j+1}+\chi_2\cdot\beta_{n_2}}{1-\chi_2\cdot\alpha_{n_2}};$$

$$(y_2)_{i_2}^{j+1}=\alpha_{i_2+1}\cdot(y_2)_{i_2+1}^{j+1}+\beta_{i_2+1},\quad i_1=\overline{n_1-1,0},\quad i_2=\overline{1,n_2-1},\quad i_3=\overline{1,n_3-1}. \tag{26}$$

Третье из уравнений (14) записываем в виде

$$(y_3)_{i_3}^{j+1}-\tau\left(\frac{(k_3)_{i_3+1}^{j+1}\cdot(y_3)_{i_3+1}^{j+1}-\left((k_3)_{i_3+1}^{j+1}+(k_3)_{i_3}^{j+1}\right)\cdot(y_3)_{i_3}^{j+1}+(k_3)_{i_3}^{j+1}\cdot(y_3)_{i_3-1}^{j+1}}{h_3^2}\right)=\varphi_3^j;$$

$$\varphi_3^j=(y_2)^{j+1}+\tau\cdot f_3^j, \tag{27}$$

где $j=\overline{0,m}-1$, $i_1=\overline{1,n_1-1}$, $i_2=\overline{0,n_2}$, $i_3=\overline{0,n_3}$, $f_1^j=f\left(x,t_j+\frac{\tau}{2}\right)$, $j=\overline{1,m}$.

Выражение (27) перепишем в виде

$$\left(1+\frac{\tau}{h_3^2}\left((k_3)_{i_3+1}^{j+1}+(k_3)_{i_3}^{j+1}\right)\right)\cdot(y_3)_{i_3}^{j+1}-\frac{\tau}{h_3^2}(k_3)_{i_3+1}^{j+1}\cdot(y_3)_{i_3+1}^{j+1}-\frac{\tau}{h_3^2}(k_3)_{i_3}^{j+1}\cdot(y_3)_{i_3-1}^{j+1}=\varphi_3^j. \tag{28}$$

Обозначая через

$$A_{i_3} = \frac{\tau}{h_3^2}(k_3)_{i_3}^{j+1}; \quad C_{i_3} = 1 + \left(A_{i_3+1} + A_{i_3}\right); \quad F_{i_3} = \varphi_3^j$$

получим

$$A_{i_3} \cdot (y_3)_{i_3-1}^{j+1} - C_{i_3} \cdot (y_3)_{i_3}^{j+1} + A_{i_3+1} \cdot (y_3)_{i_3+1}^{j+1} = -F_{i_3}, \quad i_1 = \overline{1, n_1 - 1}, \quad i_2 = \overline{1, n_2 - 1}, \quad i_3 = \overline{1, n_3 - 1}. \quad (29)$$

Граничные условия в общем виде:

$$(y_3)_0^{j+1} = \chi_1 \cdot (y_3)_1^{j+1} + \mu_{31}^{j+1}; \quad (y_3)_{n_3}^{j+1} = \chi_2 \cdot (y_3)_{n_3-1}^{j+1} + \mu_{32}^{j+1}, \quad (30)$$

где $\chi_1 = \dfrac{\lambda}{\lambda + \alpha_\beta \cdot h_3}$; $\chi_2 = \dfrac{\lambda}{\lambda + \alpha_\beta \cdot h_3}$ – граничные условия 3-го рода.

Далее подставляя известные значения y_2^{j+1} вычисляем F_3, затем методом прогонки решаем задачу (29) во всех узлах сетки ω_h:

$$\alpha_{i_3+1} = \frac{A_{i_3+1}}{C_{i_3} - A_{i_3} \cdot \alpha_{i_3}}; \quad \alpha_1 = \chi_1; \quad \beta_{i_3+1} = \frac{A_{i_3+1} \cdot \beta_{i_3} + F_{i_3}}{C_{i_1} - A_{i_1} \cdot \alpha_{i_1}}; \quad \beta_1 = \mu_{31}^0; \quad (y_3)_{n_3}^{j+1} = \frac{\mu_{32}^{j+1} + \chi_2 \cdot \beta_{n_3}}{1 - \chi_2 \cdot \alpha_{n_3}};$$

$$(y_3)_{i_3}^{j+1} = \alpha_{i_3+1} \cdot (y_3)_{i_3+1}^{j+1} + \beta_{i_3+1}, \quad i_1 = \overline{n_1 - 1, 0}, \; i_2 = \overline{1, n_2 - 1}, \; i_3 = \overline{1, n_3 - 1}. \quad (31)$$

Решением является $(y_3)_{i_3}^{j+1}$.

Результаты численных расчетов.

Для тестирования предложенного алгоритма численно решена задача (6) в параллелепипеде и были получены относительные погрешности вычислений ε_{ij} в соответствующей норме [4]:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\max\left|y^j - y^{j-1}\right|}{\max\left|y^0\right|}, \quad i = \overline{1, 11}, \quad j = 1, 2, \ldots, j_0,$$

где j – номер итерации; i – номера клетей.

Результаты вычислений относительной погрешности ε_{ij} представлены на рис. 1. При реализации вычислительного процесса каждое последующее приближение к решению точнее предыдущего, т.е. погрешность ε_{ij} с каждой итерацией уменьшается. Итак, итерационный процесс сходится.

Разработанный алгоритм решения задачи температурных режимов учитывает изменения температуры непосредственно в прокатной клети и межклетевом промежутке в линии прокатного стана. Алгоритм может применяться для расчета распределения температуры различных прокатываемых материалов на любом типе сортового прокатного стана.

Программа, реализующая алгоритм решения задачи распределения температурного поля металлической катанки по клетям прокатного стана, написана на языке Fortran Pover Station 4.0 [5]. Для расчета в качестве исходных данных были использованы литературные данные.

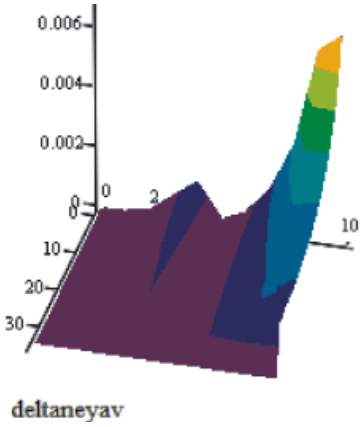


Рис. 1. Результаты вычисления относительной погрешности

В результате расчета было получено: трехмерное поле температур. Приведены результаты исследований температурного поля металлической катанки из сплава ВТ6.

Первоначально нагретая до температуры 950°С заготовка подается в первую черновую клеть, после прокатки в клети поверхность полосы охлаждается до температур, находящихся в диапазоне 904–949°С. На рис. 2 показано поперечное сечение раската после пятой клети, где температура поверхности раската, контактирующей с валком, за счет теплопередачи понижается до 880°С, в результате большей пластической деформации углов заготовки и большего деформационного разогрева видно меньшее падение температуры – до 915°С. Боковые стороны, контактирующие только с окружающей средой, охлаждаются до температуры 938°С.

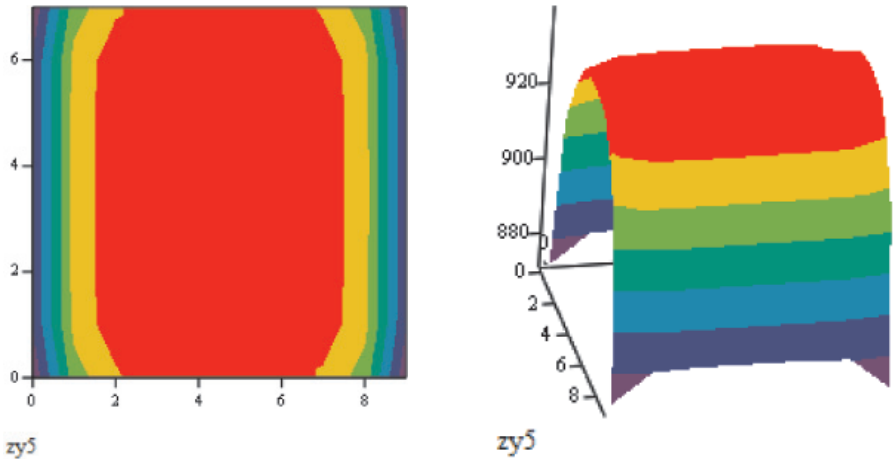


Рис. 2. Поперечное сечение раската после пятой клети

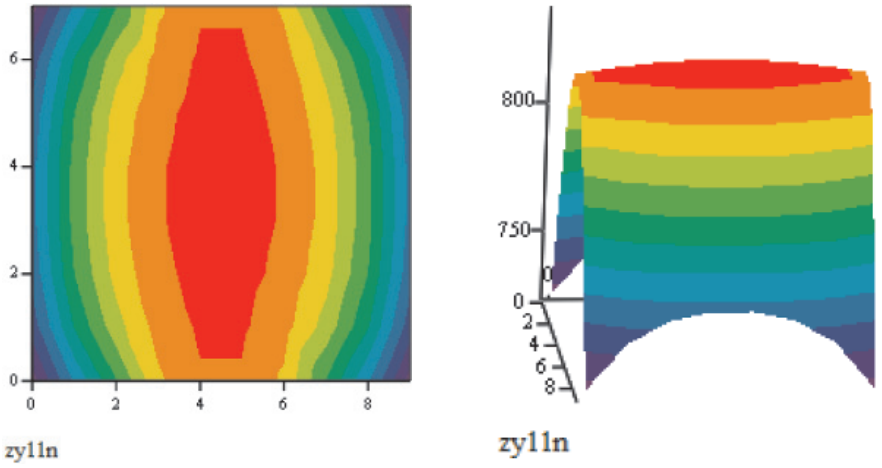


Рис. 3. Поперечное сечение раската после одиннадцатой клети

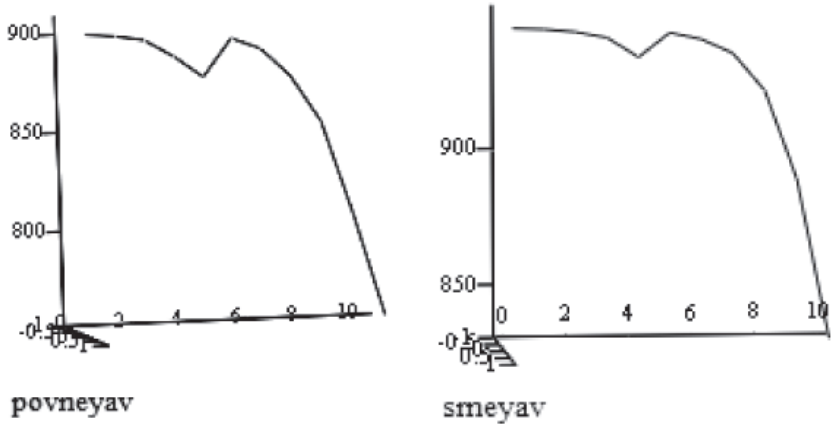


Рис. 4. Графики изменения температуры полосы по проходам, полученные в результате расчета с помощью неявной ЛОС (соответственно температура поверхности и центральной части раската)

Теоретически примем, что после пяти проходов в клети полосу режут на мерные длины, остужают, а затем снова нагревают до температуры 950°С. Далее полосу прокатывают в группе клетей за 6 проходов, т.е. с 6 по 11 клетей. Результаты поперечного сечения раската после 11 клети показаны на рис. 3.

По теории обработки металлов давлением для получения требуемой однородной структуры необходимо добиться равномерной температуры по сечению катанки. Как видно на рис. 3, это условие выполняется, хотя осуществить это условие практически невозможно.

Полученные в результате расчета по неявной локально-одномерной схеме значения температуры раската по различным участкам прохода представлены на рис. 4.

Как показывают исследования, структуры центра и поверхности катанки отличаются, что вызвано перепадом температуры около 50 °C и сохраняется условие нагрева полосы до 950 °C на входе в 1-ую и 6-ую клети, т.е. графики изменения температуры точно описывают процесс деформации металлической катанки.

Выводы

Созданный алгоритм решения температурной задачи позволяет получить трехмерное температурное поле полосы в многоклетевом прокатном стане, проводить эксперименты, меняя те или иные факторы, влияющие на прочность и пластичность деформируемого металла, в том числе форму калибровки, не прибегая к дорогостоящим натурным экспериментам.

Проверка точности и сравнительный анализ расчета температурных полей проката дает возможность использования приведенного алгоритма локально-одномерных схем при сортовой прокатке.

Список литературы

1. Дубинский Ф.С., Соседкова М.А. Методы проектирования температурных режимов горячей сортовой прокатки: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 18 с.

2. Соседкова М.А., Дубинский Ф.С., Дукмасов В.Г., Выдрин А.В. Моделирование температурных процессов с целью совершенствования технологии сортовой прокатки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2010. – Вып. 15. – № 34. – С. 71–75.

3. Самарский А.А. Теория разностных схем. – 3-е изд. испр. – М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – С. 477–494.

4. Рындин Е.А. Методы решения задач математической физики: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003 г. – 119 с.

5. Рыжиков Ю.И. Программирование на Фортране PowerStation для инженеров. – СПб.: КОРОНА принт, 1999. – 160 с.

References

1. Dubinskij F.S., Sosedkova M.A. Metody proektirovanija temperaturnyh rezhimov gorjachej sortovoj prokatki: uchebnoe posobie. Cheljabinsk: Izd-vo JuUrGU, 2007. 18 p.

2. Sosedkova M.A., Dubinskij F.S., Dukmasov V.G., Vydrin A.V. Modelirovanie temperaturnyh processov s celju sovershenstvovanija tehnologii sortovoj prokatki // Vestnik JuUrGU. Serija «Metallurgija». 2010. Vyp. 15. no. 34. pp. 71–75.

3. Samarskij A.A. Teorija raznostnyh shem. 3-e izd. ispr. M: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1989. pp. 477–494.

4. Ryndin E.A. Metody reshenija zadach matematicheskoj fiziki: uchebnoe posobie. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2003 g. 119 p.

5. Ryzhikov Ju.I. Programmirovanie na Fortrane PowerStation dlja inzhenerov. SPb.: KORONA print, 1999. 160 p.

Рецензенты:

Казиев Г.З., д.т.н., профессор, менеджер лаборатории больших данных, АО «Национальные информационные технологии», г. Астана;

Шарипов Б.Ж., д.п.н., профессор, главный эксперт, АО «Национальный инфокоммуникационный холдинг “Зерде”», г. Астана.

УДК 004.942:519.237.8:676.26

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ МЕЛОВАННОЙ БУМАГИ

Пен Р.З., Чендылова Л.В., Шапиро И.Л.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», Красноярск, e-mail: sibgtu@sibgtu.ru

Изучена возможность объединения (кластеризации) одиннадцати свойств $Y_1...Y_{11}$ меловальной суспензии (МС) и мелованной бумаги (МБ). Варьированием долей пигментов (мела, талька, каолина) и связующих (Na-карбоксиметилцеллюлозы, бутадиенстирола, поливинилацетата) в составе МС получены 49 образцов МС и МБ. Изученные свойства: Y_1 – эффективная вязкость МС; Y_2 – индекс течения (степень аномальности течения) МС; Y_3 – энергия активации течения МС; Y_4 – условная вязкость МС; Y_5 – водоудерживающая способность МС; Y_6 – плотность МБ; Y_7 – масса наноса покрытия МБ; Y_8 – сопротивление МБ разрыву; Y_9 – воздухопроницаемость МБ; Y_{10} – смачиваемость покрытия; Y_{11} – жесткость МБ. Кластерный анализ выполнен методом Варда (Ward's method) с использованием нормализованных значений переменных (свойств) и квадрата евклидова расстояния (Squared Euclidean distance) в качестве метрики. Установлена возможность группировки свойств по величине «геометрических расстояний» между ними в три кластера А, В и С. К кластеру А отнесены свойства Y_1, Y_3, Y_4, Y_{11}; к кластеру В – свойства Y_2, Y_9, Y_{10}; к кластеру С – свойства Y_5, Y_6, Y_7, Y_8. Интерпретация результатов согласуется с априорной информацией. Возможность «свертки» 11-мерного пространства измеренных свойств объектов до 3-мерного пространства их «кластерных свойств» может быть использована при выборе параметров оптимизации и критериев оптимальности технологических процессов мелования бумаги.

Ключевые слова: мелование бумаги, свойства бумаги, меловальная суспензия, связующие для мелования, пигменты для мелования, кластерный анализ

CLUSTER ANALYSIS OF PROPERTIES OF COATED PAPER

Pen R.Z., Chendylova L.V., Shapiro I.L.

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: sibgtu@sibgtu.ru

Possibility of union (clustering) eleven properties $Y_1...Y_{11}$ of coating suspension (CS) and coated paper (CP) was studied. By variation of the pigment's proportion (chalk, talc, kaolin) and of the binder's proportion (Na-carboxymethylcellulose, butadienstirol, polyvinylacetate) in the CS composition was received 49 samples of the CS and CP. Studied properties: Y_1 – effective viscosity of the CS; Y_2 – index of current (the level of anomalous current) CS; Y_3 – activation energy current CS; Y_4 – conditional viscosity CS; Y_5 – water-holding capacity CS; Y_6 – density CP; Y_7 – coating mass CP; Y_8 – resistance to breaking CP; Y_9 – air-penetration CP; Y_{10} – wettability of coating; Y_{11} – rigidity CP. Cluster analysis was carried out by Ward's method using normalized values of variables (properties) and the Square Euclidean distance as a metric. Possibility of the properties grouping to value of «geometric distances» between them in to three cluster A, B and C was determined. Properties Y_1, Y_3, Y_4, Y_{11} was attributed to cluster A; properties Y_2, Y_9, Y_{10} – to cluster B; properties Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 – to cluster C. Interpretation of the results is consistent with a priori information. Possibility of the «curtailance» of 11-dimensional space of the measured properties of objects up to 3-dimensional space of their «clustering properties» can be used when you select optimization parameters and of optimality criteria of the technological processes of the coating over paper.

Keywords: coating over paper, properties of paper, coating suspension, binders for coating, pigments for coating, cluster analysis

При изучении реологических и бумагомодифицирующих свойств меловальных суспензий сложного многокомпонентного состава объекты исследования (суспензию, мелованную бумагу) характеризовали большим числом непосредственно измеряемых показателей [5, 10]. При этом возникает естественный вопрос: возможно ли объединение некоторых показателей в группы, характеризующие одно и то же физическое свойство объекта, но измеренное разными способами? Ответ может быть получен методами классификации, к числу которых относится кластерный анализ [1, 2, 7]. В случае успеха это позволило бы сократить число ограничений при формулировании и решении оптимизационных задач методами математического программирования. Кроме того, такая постановка вопроса интересна и в познавательном плане.

Экспериментальная часть

Исследованиям подвергали меловальную суспензию со следующим соотношением компонентов (по массе): пигменты 84%, связующие 14,4%, глицерин 0,7%, Na-полифосфат 0,9%. В качестве пигментов использовали каолин, тальк, мел и их смеси. Массовую долю каждого из пигментов в их смеси варьировали в диапазоне значений от 0 до 1 согласно симплекс-центроидному плану эксперимента (7 уровней) [3, 8]. В качестве связующих использовали натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы, бутадиенстирольный латекс, поливинилацетатный латекс и их смеси. Массовую долю (по сухому веществу) каждого из связующих в их смеси варьировали также от 0 до 1 с использованием симплекс-центроидного плана (7 уровней). Меловальные составы наносили на бумагу с помощью лабораторного шаберного устройства.

Свойства объектов (суспензии и мелованной бумаги) характеризовали следующими показателями:

Y_1 – эффективная вязкость меловальной суспензии, Па·с;

Y_2 – индекс течения (степень аномальности течения);

Y_3 – эффективная энергия активации течения суспензии, кДж/моль;

Y_4 – условная вязкость суспензии, с;

Y_5 – водоудерживающая способность суспензии;

Y_6 – плотность мелованной бумаги, г/см^3;

Y_7 – масса наноса покрытия, г/м^2;

Y_8 – изменение сопротивления бумаги разрыву;

Y_9 – воздухопроницаемость мелованной бумаги, см^3/мин;

Y_{10} – смачиваемость покрытия, г/м^2;

Y_{11} – жесткость бумаги, единицы градуировки прибора.

Индекс течения суспензии определяли по кривым течения [4]. Условную вязкость измеряли с помощью вискозиметра ВЗ-4 и характеризовали продолжительностью вытекания 100 см^3 суспензии через отверстие диаметром 4 мм. Методы определения остальных показателей приведены в [6].

Объем выборки составил 49 наблюдений. Для статистической обработки (дескриптивный, кластерный и дискриминантный анализы) использован пакет прикладных программ Statistica v.10.

Статистические характеристики свойств $Y_1 ... Y_{11}$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Статистические характеристики переменных $Y_1 ... Y_{11}$ (объем выборки N = 49)

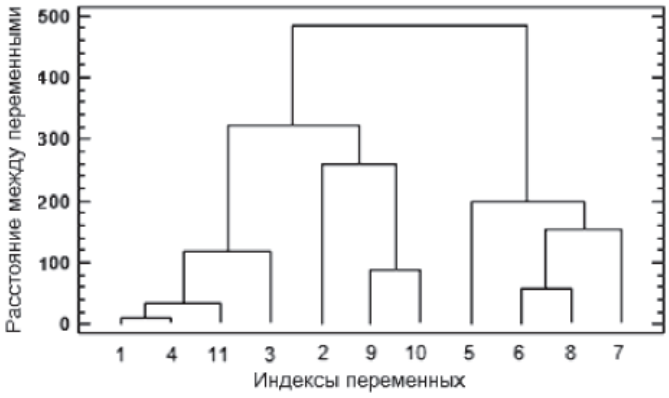
Переменные	Среднее	Минимум	Максимум	Дисперсия	Коэффициент вариации, %
Y_1	0,875	0,007	2,11	0,4012	72,4
Y_2	0,528	0,384	0,658	0,0037	11,6
Y_3	46,5	12,9	83,4	241,6	33,4
Y_4	12,8	4,50	65,0	106,3	80,6
Y_5	0,362	0,220	1,00	0,0128	31,3
Y_6	0,735	0,690	0,803	0,0007	3,70
Y_7	28,6	14,0	58,2	105,9	36,0
Y_8	1,23	1,08	1,45	0,0055	6,04
Y_9	22,9	2,90	62,0	289,4	74,1
Y_{10}	31,3	11,0	52,8	94,21	31,0
Y_{11}	60,4	49,3	75,5	35,19	9,83

Кластерный анализ выполнен методом Варда (Ward's method) с использованием нормализованных значений переменных (свойств) и квадрата «евклидова расстояния» (Squared Euclidean distance) в качестве метрики.

Результаты исследования и их обсуждение

На рисунке приведена дендрограмма классификации всех 11 свойств $Y_1 ... Y_{11}$. Числа на оси абсцисс соответствуют индексам свойств.

На основании визуальной оценки можно сформулировать гипотезу о возможности группировки свойств по величине «расстояний» между ними в три кластера *A*, *B* и C. В кластер А входят свойства Y_1, Y_3, Y_4, Y_{11}; в кластер В – свойства Y_2, Y_9, Y_{10}; в кластер *C* – свойства Y_5, Y_6, Y_7, Y_8.



Дендрограмма классификации свойств Y;
числа на оси абсцисс соответствуют подстрочным индексам в обозначении свойств

Таблица 2

Статистические характеристики дискриминантных функций

Дискриминантные функции	Собственные числа, *EV*	Доли *EV*, %	Лямбда Уилкса, λ	χ^2	p – уровни значимости
1	40,22	95,92	0,0089	58,96	0,0000
2	1,71	4,08	0,369	12,47	0,0059

Кластерный анализ позволяет разделить выборку на группы (кластеры) по принципу «геометрической близости» свойств, однако не дает ни правил, ни статистических критериев оценки качества классификации. Для проверки гипотезы выполнен дискриминантный анализ [1, 7], в котором принадлежность свойств к одному из кластеров А, В или С служит категориальной (группирующей) переменной. Максимальное число дискриминантных функций равно двум (на единицу меньше числа кластеров). Их статистические характеристики приведены в табл. 2.

Основной «вес» в дискриминации приходится на первую дискриминантную функцию, доля её собственного числа *EV* (Eigenvalue) в сумме собственных чисел обеих функций составляет почти 96 %. Близкая к нулю величина критерия λ, большая величина критерия χ^2 и низкий уровень значимости p (меньше 0,05) указывают на высокую достоверность результатов классификации свойств. Это же подтверждается 100 %-ным совпадением результатов дискриминантного и кластерного анализов (табл. 3).

Объединение в кластере А показателей Y_1, Y_3 и Y_4 естественно – все три свойства характеризуют вязкость меловальной суспензии. При шаберном способе нанесения покрытия уменьшение вязкости (при прочих одинаковых условиях) сопровождается увеличением массы наноса, что, в свою очередь, приводит к снижению жесткости бумаги Y_{11} [9, 11]. Между всеми четырьмя показателями существуют обусловленные этим статистически значимые положительные корреляции, поэтому свойство Y_{11} также оказалось отнесенным к кластеру А.

Принадлежность показателей воздухопроницаемости Y_9 и смачиваемости Y_{10} бумаги к одному кластеру В объясняется их положительными корреляционными связями с массовыми долями мела в составе пигмента и Na-карбоксиметилцеллюлозы в составе связующего. Эти особенности названных компонентов меловальных суспензий известны и используются для управления промышленными процессами мелования [9, 11]. Отнесение характеристики аномальности течения суспензии Y_2 к кластеру В также обусловлено её связью с особенностями реологических свойств растворов КМЦ [10].

Между переменными, образовавшими кластер С, существуют положительные корреляционные связи. Не останавливаясь на теоретических предпосылках этого явления (они обсуждались в предыдущем сообщении [6]), отметим лишь, что результаты наблюдений согласуются с имеющейся априорной информацией [5, 9, 10, 11].

Таблица 3

Результаты классификации свойств

Объекты, Y_u	Отнесение свойств		
	кластерный анализ	дискриминантный анализ	
		кластеры	вероятность отнесения
Y_1	*A*	*A*	1,000
Y_2	*B*	*B*	1,000
Y_3	*A*	*A*	0,998
Y_4	*A*	*A*	0,995
Y_5	*C*	*C*	0,999
Y_6	*C*	*C*	1,000
Y_7	*C*	*C*	0,997
Y_8	*C*	*C*	1,000
Y_9	*B*	*B*	0,993
Y_{10}	*B*	*B*	0,996
Y_{11}	*A*	*A*	0,987

Заключение

Классификационный анализ свойств 49 объектов наблюдения (образцов меловальной суспензии и мелованной бумаги) позволил произвести свертку 11-мерного пространства измеренных свойств объектов до 3-мерного пространства «кластерных свойств» этих объектов. Этот результат может быть полезен для обсуждения проблем квалиметрии при выборе параметров оптимизации и критериев оптимальности технологических процессов мелования бумаги.

Список литературы

1. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.

2. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. – СПб: Питер, 1997. – 240 с.

3. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics. – Красноярск: Кларетианум, 2003. – 246 с.

4. Пен Р.З., Чендылова Л.В., Шапиро И.Л. Реологические свойства меловальных суспензий. 1. Аппроксимация кривых течения // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1. – С. 11–14.

5. Пен Р., Шапиро И., Чендылова Л. Мелование бумаги. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 210 с.

6. Пен Р.З., Чендылова Л.В., Шапиро И.Л. Математическое моделирование свойств многокомпонентных меловальных суспензий и мелованной бумаги // Фундаментальные исследования. – 2015.

7. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.

8. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей / В.З. Бродский, Л.И. Бродский, Т.И. Голикова и др. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.

9. Фляте Д.М. Свойства бумаги. – СПб.: Лань, 2012. – 384 с.

10. Чендылова ЛВ. Реологические и бумагомодифицирующие свойства многокомпонентных меловальных суспензий: дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2007. – 148 с.

11. Шапиро И.Л. Обработка и переработка бумаги и картона. – Красноярск: Красноярский писатель, 2012. – 204 с.

References

1. Dubrov A.M., Mkhitaryan V.S., Troshin L.I. *Mnogomernye statisticheskie metody* [Multidimensional statistical methods]. Moscow, Finances and Statistics, 2003. 352 p.

2. Dyuk B. *Obrabotka dannych na PK v primerakh* [Data processing computer-simulated in example]. St. Petersburg, Piter, 1997. 240 p.

3. Pen R.Z. *Planirovanie eksperimenta v Statgraphics* [Design of experiment in Statgraphics]. Krasnoyarsk, Klaretianum, 2003. 246 p.

4. Pen R.Z., Chendylova L.V., Shapiro I.L. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2004, no. 1, pp. 11–14.

5. Pen R., Shapiro I., Chendylova L. *Melovanie bumagi* [Coating over paper]. Saarbrücken, LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 210 p.

6. Pen R.Z., Chendylova L.V., Shapiro I.L. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015.

7. Ayvazyan S.A., Bukhshtaber V.M., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. *Prikladnaya statistika: klassifikatsiya i snizhenie razmernosti* [Applied statistics: classification and reduction of dimension]. Moscow, Finances and statistics, 1989. 607 p.

8. Brodskiy V.Z., Brodskiy L.I., Golikova T.I. *Tablitsy planov eksperimenta dlya faktornikh i polinomial'nykh modeley* [Tables of designs experiment for factorial and polynomial model]. Moscow, Metallurgy, 1982. 752 p.

9. Flyate D.M. *Svoystva bumagi* [Properties of Paper]. St. Petersburg, Lan' 2012. 384 p.

10. Chendylova L.V. *Reologicheskie i bumagomodifitsiruyuschie svoystva mnogokomponentnykh meloval'nykh suspenziy: dis. ... kand. tekhn. nauk* [Rheological and modifying properties of multicomponent coating suspension: dissertation]. Krasnoyarsk, 2007. 148 p.

11. Shapiro I.L. *Obrabotka i pererabotka bumagi i kartona* [Treatment and working of paper and board]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk writer, 2012. 204 p.

Рецензенты:

Алашкевич Ю.Д., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машины и аппараты промышленных технологий», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Красноярск;

Доррер Г.А., д.т.н.., профессор, заведующий кафедрой «Системотехника», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Красноярск.

УДК 504.455:556.555.8:556.557

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ, ПОСТУПАЮЩЕЙ НА АКВАТОРИЮ В ПРОЦЕССЕ РАЗМЫВА БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ГЭС

Пережилин А.И., Корпачев В.П., Андрияс А.А., Попова А.А., Рахимов К.Х.

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, e-mail: ivr@sibgtu.ru

В Сибири находится около половины потенциала экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов России, и в основном он сосредоточен (72%) в бассейне рек Енисей и Ангара. В перспективе планируется строительство ряда ГЭС и создание для их работы водохранилищ. С момента наполнения водохранилища начинается становление нового водного объекта и процесс формирования его берегов. Размыв берегов водохранилищ лесопокрытых регионов Сибири служит причиной поступления на акваторию значительных объемов древесной массы, создающей трудности для водопользования. Это обуславливает необходимость проведения работ по прогнозированию засорения проектируемых водохранилищ древесной массой в процессе наполнения и эксплуатации. В статье излагается методика определения объемов поступления древесины от размыва берегов, которая применена на водохранилище Богучанской ГЭС. Предлагаемый метод может быть использован для прогнозирования поступления древесной массы на акваторию существующих и проектируемых водохранилищ ГЭС в лесных регионах.

Ключевые слова: лесопокрытые территории, водохранилище, размыв берегов, древесная масса, методика прогнозирования, Богучанская ГЭС

METHOD FOR DETERMINING THE VOLUME OF WOOD PULP ON THE WATER AREA DURING EROSION OF SHORES OF THE RESERVOIRS HPS

Perezhilin A.I., Korpachev V.P., Andriyas A.A., Popova A.A., Rakhimov K.K.

Siberian state technological university, Krasnoyarsk, e-mail: ivr@sibgtu.ru

In Siberia is about half of the potential cost-effective hydropower resources in Russia and is mainly concentrated (72%) in the basin of the Enisey and Angara. It is planned to build a number of HPS and the creation of reservoirs for their work. Since the filling of the reservoir begins the formation of a new water object and the formation of its shores. Scour the shores of reservoirs in forest regions of Siberia is the cause of entering on the water area of significant amounts of wood pulp, which creates difficulties for water consumption. This causing the need to work forecasting clogging reservoirs projected wood pulp in the process of filling and operation. In this article describes the method of determining volumes of admission of wood from coastal erosion, which is applied on the reservoir of the Boguchanskaya HPS. The proposed method can be used to forecasting of entering of wood pulp in the water area of existing and planned reservoirs HPS in forest regions.

Keywords: wooded area, reservoir, coastal erosion, wood pulp, forecasting technique, Boguchanskaya HPS

В структуре энергетического обеспечения России на долю ГЭС приходится 22%. В Сибири созданы каскады ГЭС: Иркутская, Братская, Усть-Илимская, Богучанская на Ангаре и Саяно-Шушенская, Майнская, Красноярская – на Енисее. При этом уровень освоения экономически эффективных гидроэнергоресурсов составляет всего 26%. Планируется использовать гидроэнергетический потенциал республики Тыва: Тувинская, Шивелигская, Шуйская, Буренская ГЭС на реках Большой и Малый Енисей [5].

Водохранилища для работы ГЭС в Сибири создавались в пределах водосборов рек, расположенных на покрытых лесом территориях. Поэтому, несмотря на разнообразие природно-климатических и морфологических условий формирования лож водохранилищ, их объединяет одна проблема – затопление лесных массивов и процесс образования запасов плавающей древесины на акваториях водохранилищ, которая не только влияет на качество воды и экосистему, но и представляет опасность для судоходства и ГЭС [3].

Цель исследования – определение объемов древесной массы, поступающей при размыве берегов водохранилищ ГЭС в процессе их заполнения и эксплуатации, для разработки научно обоснованных управленческих решений по исключению негативного воздействия.

Материалы и методы исследования

Аналитический обзор ранее выполненных исследований, проведенных сотрудниками кафедры использования водных ресурсов СибГТУ.

Результаты исследования и их обсуждение

При создании водохранилища на выполнение работ по подготовке ложа под затопление (влияющих в дальнейшем на качество воды и водопользование), а также компенсационные и природоохранные мероприятия требуются значительные

финансовые затраты. Поскольку главным объектом является строительство ГЭС, то лесоочистке лож водохранилищ не уделяется должного внимания. Поэтому в разные годы затоплялось без лесоочистки от 35 до 67% покрытых лесом площадей [3]. К настоящему времени только водохранилищами ГЭС Сибири затоплено более 695 тыс. га лесных земель (табл. 1).

Протяженность абразионных берегов на некоторых водохранилищах достигает 50–70% от общей длины (на Иркутском водохранилище составляет 38%, Братском – 41%, Усть-Илимском – 25%, Красноярском – 71%), а скорость отступления бровки берега составляет десятки и сотни метров в год [3].

Водохранилище Богучанской ГЭС располагается в бассейне нижнего течения Ангары, в основном на территории Кежемского района Красноярского края и частично, около 16% по площади зеркала, на территории Усть-Илимского района Иркутской области. Берега водохранилища на большом протяжении сложены скальными и полускальными породами, поэтому переработка берегов будет незначительной. Максимальная ширина зоны переработки может иметь место в основном на участках, сложенных рыхлыми породами, и достигать в конечную стадию этого процесса около 300 м. Абразионные берега по протяженности распространяются на 766 км, что составляет 31,5% от периметра береговой линии [1]. На рисунке представлены некоторые результаты обработки материалов [1] по прогнозу размыва берегов в пяти створах Богучанского водохранилища.

Таблица 1

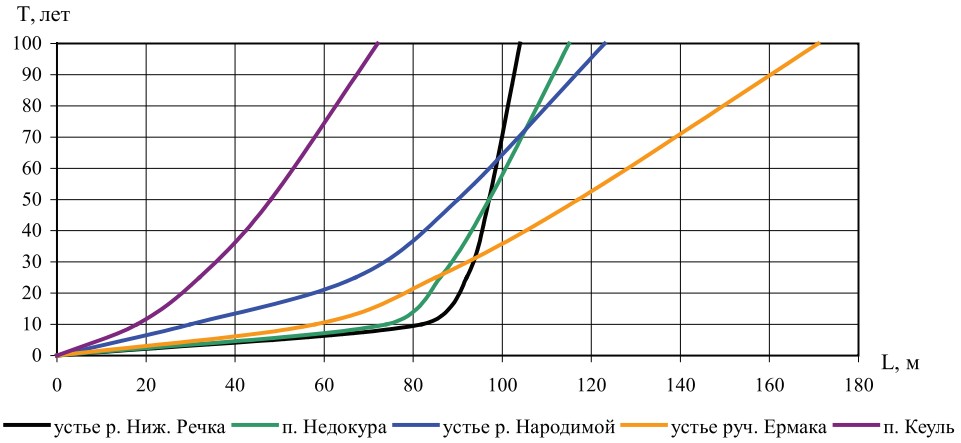
Характеристика водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского бассейна

Показатель	Водохранилище							Всего
	Иркутское	Братское	Красноярское	Усть-Илимское	Саяно-Шушенское	Майнское	Богучанское	
Год заполнения водохранилища	1959	1967	1970	1977	1990	1984	2015	–
Полный объем водохранилища, км^3	48,6	169,3	73,3	59,4	31,3	0,1	58,2	440,2
Величина колебания уровней, м	1	10	20	2	40	5	1	–
Площадь зеркала, км^2	32965	5470	2100	1833	621	11	2326	45326
Площадь затопления, тыс. га в том числе покрытая лесом	138,6 45,3	510,5 326,9	175,0 38,0	154,0 127,8	54,6 48,9	0,5 0,2	153,1 108,4	1186,3 695,5
Длина береговой линии, км	2200	6036	1560	2500	1364	47	2430	16137

Берега водохранилищ находятся под воздействием ветровых волн, вдольбереговых течений, колебания уровня воды, воздействия ледового поля.

Разрушение берегов ведет к отступлению береговой линии и формированию нового берегового профиля с плоским откосом. Особенно сильно деформируются участки там, где берега сложены лессовыми грунтами. Переработка берегов наиболее интенсивно происходит в первые годы эксплуатации, а затем постепенно затухает. Период активной переработки берега занимает обычно от 5 до 10 лет, а для стабилизации берега требуется до 20–30 лет [7]. Так, на водохранилищах Ангары, строительство которых было в основном завершено в 1959–1977 годах, продолжает активно формироваться береговая линия, интенсивно развиваются абразивные процессы, эрозионные и другие негативные геологические явления. Эти процессы не только не затухают, а, наоборот, увеличиваются как по размерам, так и по темпам развития [2]. Интенсивность развития абразионных процессов на водохранилищах и в настоящее время также продолжает оставаться достаточно высокой.

Интенсивность переформирования берегов водохранилищ зависит от многих факторов: уровенного режима водохранилища, ветро-волновых условий, геологического строения береговых склонов и ложа водохранилища, морфологических особенностей, гидрологических процессов, степени залесенности береговой полосы водохранилищ.



Прогноз размыва берегов водохранилища Богучанской ГЭС

В литературе, рассматривающей проблему размыва берегов водохранилищ, основное внимание уделено процессу размыва берегов, сложенных из определенных типов грунта, т.е. только лишь с геологической точки зрения; не связывается размыв берегов с характером лесонасаждений на этих участках, препятствующих размыву. Но при этом, в результате размыва берегов, вместе с обвалами грунтов и выпадением их в ложе водохранилища, происходит отпад древесины с берегов водохранилищ. Поэтому, рассматривая динамические процессы на водохранилищах, необходимо связывать между собой размыв берегов с объемами древесной массы, поступающей на акваторию водохранилищ.

Исходными данными для определения объемов поступления древесной массы на акваторию водохранилища в результате размыва берегов являются:

– карты инженерно-геологического районирования берегов водохранилища, прогнозирующие (или позволяющие спрогнозировать) ширину размыва на 10-, 25-летнюю и т.д. стадию и построенные с учетом энергии ветрового волнения для каждого расчетного участка, уровенного режима водохранилища, геолого-морфологического строения береговых склонов и физико-механических свойств отложений, слагающих берега, их размываемости;

– карты-схемы размещения лесных кварталов, примыкающих к береговой линии водохранилища;

– таксационные описания лесных кварталов, примыкающих к береговой линии.

Совмещая эти карты, определяют границы размыва лесных кварталов.

Метод определения объемов поступления древесной массы на акваторию водохранилища в результате размыва его берегов, примененный для Богучанского водохранилища в работе [6], заключается в следующем. В начале определяются границы участков однотипного грунта и их протяженности по береговой линии, используя карту берегов водохранилища, каждому участку присваивается порядковый номер. Полученные данные заносят в графы 1 и 2 расчетной таблицы.

В графу 3 вносятся значения среднегодового отступления береговой кромки на данном участке, взятые по материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических постов на действующих водохранилищах, а при их отсутствии – используют данные по водохранилищу-аналогу или прогнозные.

В графу 4 записывается площадь размыва – результат перемножения длины береговой полосы участка (графа 2) на величину отступления береговой кромки (графа 3).

В графе 5 проставляется номер лесных кварталов, расположенных в границах расчетного участка, выделенного на геологической карте. Номера кварталов выписываются с карты-схемы размещения лесных кварталов вдоль побережья водохранилища, при совмещении ее с геологической картой.

В графы 6–9 выписываются таксационные показатели этих кварталов, по которым определяют средние запасы древесины на гектар общей площади (путем деления соответствующих запасов на общую площадь), и данные вносятся в графы 10–12.

Перемножением средних запасов на гектаре различных видов древесины

Таблица 2

Прогноз объемов древесины, поступающей на акваторию водохранилища Богучанской ГЭС от размыва его берегов

№ п/п	Геометрия размыва берегов водохранилища			Таксационная характеристика кварталов, примыкающих к береговой линии водохранилища					Средний запас на 1 га общей площади, м³/га			Расчетные объемы древесины, поступающей на акваторию водохранилища, м³			
	длина, м	ширина, м	площадь, га	номер квартала	запас, м³			общая площадь, га	растущего леса	сухостоя	валежника	растущего леса	сухостоя	валежника	суммарный
					растущего леса	сухостоя	валежника								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Красноярский край, Кодинский лесхоз, Кодинское лесничество (правый берег р. Ангара)															
1.	1300	берег отсыпан камнем		232	177840	5810	2450	976	182,2	6,0	2,5	–	–	–	0,0
2.	2100			233	154280	570	4310	842	183,2	0,7	5,1	–	–	–	0,0
3.	2100	1,7	0,357	234	203950	3210	940	914	223,1	3,5	1,0	79,6	1,2	0,4	81,2
4.	7700	6,0	4,620	263	145330	5310	3880	583	249,3	9,1	6,7	1151,8	42,0	31,0	1224,8
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
15.	6000	8,7	5,220	353	195570	–	–	650	300,9	–	–	1570,7	–	–	1570,7
16.	7600	6,2	4,712	363	298950	–	–	1114	268,4	–	–	1264,7	–	–	1264,7
17.	8000	6,2	4,960	365	427950	–	–	1328	322,3	–	–	1598,6	–	–	1598,6
Σ	100600		36,269									9760,3	163,0	256,6	10179,9
Кодинский лесхоз, Проспихинское лесничество (левый берег р. Ангара)															
1.	12500	1,7	2,125	3	64890	880	8940	299	217,0	2,9	29,9	461,1	6,2	63,5	530,8
2.	400	1,7	0,068	7	153530	6180	30380	807	190,2	7,7	37,6	12,9	0,5	2,6	16,0
3.	2500	2,5	0,625	266	118910	5670	15180	462	257,4	12,3	32,9	160,9	7,7	20,6	189,2
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Итого	1243440		744,742									148195,7	2360,1	4663,6	155219,4
Иркутская область, Кеульское лесничество, бассейн р. Ендарма (левый берег р. Ангара)															
1.	1600	2,3	0,368	1	141660	3520	2010	857	165,3	4,1	2,3	60,8	1,5	0,8	63,1
2.	3600	2,3	0,828	6	241110	3750	3660	1288	187,2	2,9	2,8	155,0	2,4	2,3	159,7
Σ	5200		1,196									215,8	3,9	3,1	222,8
Катинский КЛПХ, Катинское и Зелединское (Сосновская дача) лесничества (правый берег р. Ангара)															
1.	2200	3,7	0,814	254	152290	–	–	825	184,6	–	–	150,3	–	–	150,3
2.	4550	3,7	1,684	257	323130	–	–	1640	197,0	–	–	331,7	–	–	331,7
3.	4400	3,7	1,628	98	155300	11090	11240	733	211,9	15,1	15,3	345,0	24,6	24,9	394,5
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Итого	330410		86,747									18202,6	626,7	704,9	19534,2
Всего	1573850		831,489									166398,3	2986,8	5368,5	174753,6

(графы 10–12) на площадь размыва (графа 4) получаем объем поступления древесной массы в водохранилище с расчетного участка и записываем в графы 13–15, а их сумму – в графу 16. Повторяя расчеты для всех участков, в итоге получим объем древесной массы, поступающей в водохранилище от размыва берегов.

В качестве примера в табл. 2 представлен фрагмент расчета прогнозных объемов поступления древесины с размываемых берегов водохранилища Богучанской ГЭС при отметке нормального подпорного уровня 208,0 м БС по материалам отчета [6].

Аналогичным образом, зная величину размыва, можно определить количество поступающих в водохранилище других загрязняющих веществ с размываемых берегов: гумус, лесная подстилка и т.п.

Выводы

1. Интенсивность переформирования берегов водохранилищ и поступление древесной массы на акваторию зависит от многих факторов (геологическое строение, морфология, энергия волнового воздействия и т.д.). Среднегодовое поступление древесной массы с размываемых берегов Богучанского водохранилища составит около 175 тыс. м³ в год.

2. Предлагаемый метод определения объемов поступления древесной массы с размываемых берегов водохранилищ может быть использован для водохранилищ, построенных на лесопокрытых территориях.

3. Для защиты интенсивно размываемых берегов водохранилищ

необходимо использовать плавучие волногасители простых конструкций из древесины, собранной с акватории водохранилища [4].

Исследование выполнено при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках научного проекта № 05/15.

Список литературы

1. Богучанское водохранилище. Подземные воды и инженерная геология / под ред. чл.-кор. АН СССР М.М. Одинцова. – Новосибирск: «Наука», 1979. – 158 с.

2. Воздействие каскада Ангарских водохранилищ // Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Иркутской области в 1995 году. – Иркутск, 1996. – С. 83–85.

3. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Водохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2015. – 209 с.

4. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Гайдуков Г.А. Динамическое воздействие ветровых волн на плавучие волногасители из некондиционной древесины // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6–4. – С. 840–844.

5. Лапин Г.Г., Смирнов В.В., Ваксова Е.И. О состоянии и перспективах развития гидроэнергетики России // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 6. – С. 9–15.

6. Разработка прогноза засорения и загрязнения водохранилища Богучанской ГЭС древесной массой и органическими веществами, комплекса предложений по очистке водохранилища от древесной массы: отчет о НИР / ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»; рук. В.П. Корпачев. – Красноярск, 2006. – 85 с.

7. Рекомендации по оценке и прогнозу размыва берегов равнинных рек и водохранилищ для строительства / ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1987. – 72 с.

References

1. *Boguchanskoe vodohranilishhe. Podzemnye vody i inzhenernaya geologiya* [Boguchanskoye reservoir. Groundwater and geological engineering]. Novosibirsk, 1979. 158 p.

2. *Gosudarstvenniy doklad o sostoyanii okruzhayuschey prirodnoy sredy Irkutskoy oblasti v 1995 godu* [State report on the condition of environment of the Irkutsk region in 1995]. Irkutsk, 1996, pp. 83–85.

3. Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. *Vodohranilishha GES Sibiri. Problemy proektirovaniya, sozdaniya i ekspluatacii* [Reservoirs of HPS in Siberia. Problems of design, build and operate]. Krasnoyarsk, SibGTU, 2015. 209 p.

4. Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A., Gajdukov G.A. *Fundamental'nye issledovaniya – Fundamental research*, 2013, no. 6–4, pp. 840–844.

5. Lapin G.G., Smirnov V.V., Vaksova E.I. *Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo – Hydraulic engineering*, 2007, no. 6, pp. 9–15.

6. *Razrabotka prognoza zasoreniya i zagryazneniya vodohranilishha Boguchanskoy GES drevesnoy massoy i organicheskimi veshhestvami, kompleksa predlozheniy po ochistke vodohranilishha ot drevesnoy massy: otchet o NIR* [Development of forecast contamination and pollution of the reservoir of the Boguchanskaya HPS wood pulp and organic substances, a set of proposals for the clearing of the reservoir from the wood pulp: research report]. Krasnoyarsk, 2004. 85 p.

7. *Rekomendacii po ocenke i prognozu razmyva beregov ravninnyh rek i vodohranilisch dlya stroitel'stva* [Recommendations for evaluation and forecast of the erosion coast of lowland rivers and reservoirs for construction] / PNIIIS. Moscow, 1987. 72 p.

Рецензенты:

Рогов В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО СибГТУ, г. Красноярск;

Шевелев С.Л., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой лесной таксации, лесоустройства и геодезии, ФГБОУ ВО СибГТУ, г. Красноярск.

УДК 622.276.04

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОПОРНЫХ БЛОКОВ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОГО МОРЯ

[1]Староконь И.В., [2]Ивненко Ю.В.

[1]Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, e-mail: starokon79@mail.ru;
[2]ЗАО НИЦ «Горный Эксперт», Москва, e-mail: yuraivnen@mail.ru

В статье рассматриваются особенности коррозионных процессов опорных блоков морских стационарных платформ (ОБ МСП), расположенных на месторождениях Черного моря. Авторами проводится анализ факторов, влияющих на коррозионные процессы в условиях морского месторождения. Кратко объясняется механизм влияния каждого из этих факторов на коррозионные процессы. Отмечается, что помимо традиционно учитываемых факторов следует учитывать также качество работы системы электрохимической защиты от коррозии, состояние защитных покрытий, морское обрастание и наличие механических повреждений. В статье проводится анализ коррозионных поражений опорного блока и отмечается влияние этих дефектов на напряженное состояние элементов ОБ МСП. Приводится сравнительный анализ природно-климатических условий на различных месторождениях Черного моря. Основываясь на данных, приведенных в отчетах о технической диагностики опорных блоков, расположенных на Голицынском, Стрелковском и Штормовом месторождениях, авторы вычислили скорости коррозии для элементов опорного блока в зависимости от их местоположения в подводной, периодического смачивания или надводной зонах.

Ключевые слова: коррозионный процесс, опорный блок, морские стационарные платформы, скорость коррозии, морские месторождения, Черное море

THE RESEARCHING OF CORROSION PROCESSES FOR OFFSHORE PLATFORMS IN THE CONDITION OF BLACK SEA

[1]Starokon I.V., [2]Ivnenko Y.V.

[1]Russian State oil and gas university named after I.M. Gubkin, Moscow, e-mail: starokon79@mail.ru;
[2]ZAO «Mountain Expert», Moscow, e-mail: yuraivnen@mail.ru

The article discusses the features of corrosion processes of fixed offshore platforms (MSP), located within the deposits of the Black sea. The authors analyze the factors influencing corrosion processes in the marine environment field. Briefly explain the mechanism of influence of each of these factors on the corrosion processes. It is noted that in addition to the traditionally considered factors should be taken into account also the quality of work of cathodic protection system against corrosion, the condition of protective coatings, marine fouling and mechanical damage. In the article the analysis of corrosion damages of the support block, and noted the impact of these defects on the stress state of the elements of the SMEs. Based on the data provided in the reports on technical diagnostics support blocks located on Golitsyn, Strelkovsky and Storm deposits, the authors have calculated corrosion rates for elements of the support block, depending on their location in a submarine, periodic wetting or surface areas.

Keywords: corrosion process, base plate, fixed offshore platforms, corrosion, offshore, Black sea

В настоящее время добыча нефти и газа на морских месторождениях производится при помощи морских стационарных платформ. Агрессивная морская среда, в которой эксплуатируются эти платформы, приводит к коррозии металла. Коррозия, уменьшая площадь поперечного сечения и величину момента сопротивления элемента при изгибе, вызывает перенапряжение элементов ОБ МСП и ухудшает сопротивляемость конструкции разрушению. Помимо этого, коррозионное поражение поверхности элементов платформ в виде каверн вызывает значительную концентрацию напряжений в элементах, а в некоторые случаях значения напряжения могут превышать максимально допустимый предел. Кроме того, коррозионные поражения способствуют возникновению и развитию таких опасных дефектов, как усталостные трещины [5, 6]. В последнее время наша страна получила доступ к месторождениям нефти и газа, расположенным на шельфе Черного моря. В связи с этим исследование коррозионных процессов опорных блоков морских стационарных платформ для черноморских месторождений является актуальной и своевременной задачей. Кратко опишем факторы, влияющие на коррозионные процессы в условиях морских месторождений. Одним из таких факторов является температура. Детально вопрос о тепловом состоянии элементов МСП был рассмотрен в работе [3]. С увеличением температуры скорость электрохимической коррозии увеличивается, что обусловлено возникновением

термогальванических пар из-за разности температуры отдельных участков одного и того же конструктивного элемента МСП [2]. Нагретый под воздействием солнечной радиации до более высокой температуры надводный участок конструктивного элемента МСП является анодом и подвергается более интенсивному коррозионному износу в отличие от подводной зоны с малыми температурными перепадами конструктивных элементов [2, 3–5]. Значительное влияние на скорость коррозии оказывает растворенная в морской воде соль, которая превращает морскую воду в электролит с высокой степенью электропроводности [2]. По мнению профессора П.П. Бородавкина [1], значительное влияние на коррозионные процессы МСП оказывают морские течения [1, 2], которые постоянно доставляют новые коррозионно-активные элементы (например, насыщенную солью воду), еще не вступившие в реакцию, к уже пораженным коррозией участкам конструктивных элементов МСП, тем самым многократно увеличивая коррозионные процессы. Следует также отметить, что коррозионные поражения опорного блока начинаются в результате нарушения работы систем защиты от коррозии [1]. Как показал анализ отчетов диагностических обследований морских платформ, расположенных на Черном море, коррозионные процессы наиболее интенсивно протекают в зонах с поврежденным лакокрасочным покрытием (или с другим изоляционным материалом). Слабая адгезия лакокрасочного покрытия либо его полное отсутствие приводили к серьезным коррозионным повреждениям даже при наличии действующих систем ЭХЗ. Помимо этого следует учитывать, что на скорость коррозии оказывают влияние состояние и химический состав материала конструктивных элементов МСП, фактор сезонности, концентрация растворенного в воде кислорода, температура воздуха и воды, влажность воздуха, конструктивная форма сварных соединений и элементов, время работы, характер нагрузки элементов, наличие в воде бактерий, количество осадков и их распределение за данный промежуток времени и другие факторы [1, 2, 4, 5]. Помимо этого, авторы хотели бы подчеркнуть тот факт, что наличие механических повреждений в конструктивных элементах опорного блока, таких как вмятины или задиры, значительно ускоряет коррозионные процессы. Немаловажным является фактор морского обрастания, который играет решающую роль для элементов, расположенных в подводной зоне. Обрастание конструкций организмами, имеющими твердую оболочку, замедляет коррозию, ограничивая доступ кислорода к металлу. Авторами было исследованы демонтированные элементы платформы, располагавшиеся в подводной зоне и имевшие слой морского обрастания приблизительно 30 см. В результате исследования было установлено, что поверхность элементов практически полностью сохранила защитный слой лакокрасочного покрытия, а скорость коррозии, рассчитанная как разница между проектной и фактической толщиной за время эксплуатации, составила приблизительно 0,01 мм/год.

Рис. 1. Сквозная коррозия элементов ОБ МСП

Рис. 2. Трещины коррозионной усталости элементов ОБ МСП

Опыт обследования металлоконструкций МСП показывает, что встречаются разные виды коррозионного поражения. Это может быть как сквозная коррозия (рис. 1), так и питтинговая коррозия, коррозионное растрескивание, язвенная и др. Если оценивать влияние сплошной поверхностной коррозии, то она приводит к равномерному утонению толщины стенок труб с равномерным снижением общей несущей способности, т.к. изменяются такие важные характеристики, определяющие напряженное состояние элементов платформы, как площадь поперечного сечения, момент сопротивления при изгибе и кручении. Безусловно, такое изменение характеристик элементов негативно влияет на безопасную эксплуатацию платформы, однако существенно

более опасными являются язвенные или точечные коррозионные поражения, трещины коррозионной усталости (рис. 2), которые распространяются от поверхности вглубь основного металла с малыми радиусами закругления на конце дефекта. Такие поражения резко изменяют форму поверхности конструктивного элемента МСП, приводя к изменению общей картины напряженного состояния, и становятся потенциально перенапряженными элементами, которые в механике разрушения получили название концентраторы напряжений. Напряженное состояние в этом случае описывается с помощью коэффициентов концентрации напряжений К, которые определяют истинное напряженное состояние на участке с коррозионным дефектом путем умножения значения К на величину номинальных напряжений. Значение величины концентрации напряжений тем больше, чем острее форма коррозионного дефекта. Коррозионный дефект в виде каверны представляет собой локальное углубление, характеризующееся параметрами длины, ширины, глубины и радиусом закругления на конце каверны. Для того чтобы установить историю изменения напряженного состояния МСП, требуется установить, с какой скоростью развивался коррозионный дефект, а именно установить скорость коррозии. Соотрудниками ООО «Институт «ШЕЛЬФ» были выполнены экспериментальные исследования, в результате которых было установлено, что скорость коррозии образцов, полностью погруженных в воду, составляет от 60 до 130 мкм/год, скорость коррозии в зоне переменного смачивания может достигать до 1,3 мм/год. На практике МСП защищаются от коррозии различными методами. Такая защита осуществляется как с помощью специальных антикоррозионных защитных покрытий, так и с помощью размещения протекторов или применения других методов электрохимзащиты от коррозии. Применение этих методов существенно снижает скорость коррозии. Так, в «Правилах строительства и эксплуатации ПБУ/МСП» приводятся данные о скоростях коррозии для элементов опорного блока в зависимости от пространственного местоположения конструктивного элемента, условий примыкания к нему других элементов и других факторов. Отметим, что максимальная скорость коррозии для элементов опорных блоков морских стационарных платформ, равная 0,18 мм/год, характерна для раскосов. А для колонн, расположенных в зоне переменного смачивания, скорость коррозии составляет 0,16 мм/год. Основываясь на данных обследований платформ на шельфе Черного моря, авторы зафиксировали большие скорости коррозии для элементов, находящихся в зонах переменного смачивания. Для лучшего понимания коррозионных процессов в условиях Черного моря кратко опишем и дадим сравнение природно-климатических условий основных месторождений, расположенных на шельфе Черного моря. «Голицынское» газоконденсатное месторождение (ГКМ) расположено в мелководной части северо-западного района Черного моря. Глубины моря от 29 до 45 м. Рельеф дна ровный с уклоном 2 м/км. По климатическим особенностям северо-западная часть Черного моря относится к умеренно-континентальной зоне, которая характеризуется мягкой влажной зимой и теплым летом. Средняя температура января от плюс 2,6 до плюс 3 °С, летом температура поднимается до плюс 32 °С. В январе-феврале температура воздуха может в течение нескольких дней понижаться до минус 5 – минус 10 °С. Зимой верхний слой воды в северо-западной части Черного моря охлаждается до плюс 3 – минус 0,5 °С. В летний сезон вода прогревается до плюс 22 – плюс 23 °С. За год выпадает около 300 мм осадков, максимальная часть их приходится на первую половину лета. Участку дна Голицынского ГКМ соответствует зона действия северной ветви постоянного течения, двигающегося с юго-востока на северо-запад. Скорости течений в данном районе невелики – около 15–30 см/с. При сильных ветрах могут возникать местные дрейфовые течения, вызванные нагоном, скорость которых в отдельных случаях может достигать 100 см/с. С глубиной моря скорости течения быстро затухают. Основным фактором, вызывающим волнение моря, является периодически дующий ветер. На погоду с волнением моря более двух баллов ежемесячно выпадает от 18 до 20 дней. Штормовые ветры наблюдаются в основном осенью и зимой. Сила ветров редко достигает 4–5 баллов. В районе установки платформы наблюдаются волны высотой до 3 м. В штормовую погоду они могут достигать 8 м, а в период ураганов – до 12 м (повторяемость от 30 до 50 лет). Расчетное значение скорости ветра принято 56 м/с. Высота волн 1 % обеспеченности принята равной 12,5 м. Соленость воды верхнего слоя моря подвержена сезонной изменчивости. Зимой соленость на поверхности увеличивается до 18,15 %. Летом в северо-западной части моря наблюдается значительное опреснение. Соленость снижается до 14 %. Сезонные колебания уровня моря создаются соотношением между приходными и расходными составляющими водного баланса. Наиболее низкий уровень

отмечается зимой. Весной уровень в связи с увеличением речного стока повышается быстрее и в июне достигает максимума. Амплитуда годового хода уровня составляет от 20 до 25 см. Детальное описание природно-климатических условий месторождений Черного моря содержится в диссертационном исследовании Ю.В. Ивненко. В настоящей же статье приведем краткую сравнительную характеристику природно-климатических условий для Голицынского, Стрелкового и Штормового месторождений (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика природно-климатических условий нефтегазовых месторождений Черного моря

Параметр	Голицынское	Стрелковое	Штормовое
Подводная часть			
Разница температур воды (сезонная) Скорость течения (max) Скорость течения (min) Волнение Соленость	23 °C 100 см/с 15 см/с 12 м 18,15 ‰	22 °C 30 см/с 15 см/с 2 м 13 ‰	20 °C 80 см/с 15 см/с 8 м 18,15 ‰
Переменного смачивания			
Разница температур воздуха (суточная) Скорость течения (max) Скорость течения (min) Волнение Соленость Влажность воздуха	42 °C 100 см/с 15 см/с 12 м 18,15 ‰ 80 %	65 °C 30 см/с 15 см/с 2 м 13 ‰ 80 %	40 °C 80 см/с 15 см/с 8 м 18,15 ‰ 80 %
Надводная часть			
Разница температур воздуха (суточная)	42 °C	65 °C	40 °C
Влажность воздуха	80 %	80 %	80 %
Скорость течения (max)	100 см/с	30 см/с	80 см/с

Таблица 2

Скорости коррозии для различных групп конструктивных элементов МСП с учетом их пространственного месторасположения

Наименование элементов		Месторождение		
	Зоны	Голицынское	Стрелковое	Штормовое
		Скорость коррозии элементов, вычисленная по результатам диагностических обследований, мм/год		
Колонны	Подводная	0,0331	0,0641	0,0104
	Переменного смачивания	0,2468	0,0050	0,2993
	Надводная	0,1029	0,0467	0,004
Раскосы	Подводная	0,1053	0,0196	0,0401
	Переменного смачивания	0,0532	0,1186	0,0289
	Надводная	0,0103	0,0182	0,0024
Диафрагмы	Подводная	0,0654	0,0066	0,0280
	Переменного смачивания	0,0150	0,0052	0,0315
	Надводная	0,0132	0,0063	0,0175

Систематизация данных факторов позволит в дальнейшем составить систему уравнений, при помощи которых становится возможным рассчитать удельный вес каждого из факторов в коррозионном процессе. Получение значений удельного веса каждого из коррозионных факторов позволит предсказать интенсивность коррозионных процессов на перспективных месторождениях нефти и газа, расположенных в Черном море. В настоящее время авторы продолжают исследования в этом направлении. Подготовлены экспериментальные установки, на которых будет изучаться влияние различных коррозионных факторов на элементы опорного блока МСП в условиях Черного моря. Результаты проведения эксперимента будут опубликованы позже. Авторами был обработан большой объем отчетов о технической диагностике МСП, что позволило определить скорости коррозии для различных групп конструктивных элементов МСП с учетом их пространственного месторасположения (табл. 2). Расчеты проводились по формуле

$$V_к = \frac{\delta_0 - \delta_ф}{T},$$

где $V_к$ – скорость коррозии (мм/год); δ_0 – исходная толщина (мм); $\delta_ф$ – фактическая толщина (мм); T – время эксплуатации (в годах).

Отметим, что имеющиеся у авторов данные убедительно доказывают что скорость коррозии 0,2993 мм/год для колонн, расположенных в зоне переменного смачивания, в 1,89 раза больше, чем указанная в «Правилах строительства и эксплуатации ПБУ/МСП» 0,16 мм/год. В настоящее время исследования продолжаются.

Список литературы

1. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения: учебник для вузов. Ч. 1. Конструирование. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 555 с.

2. Колгушкин А.В., Беляев Н.Д. Влияние природных факторов на скорость коррозии морских ГТС // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – 2009. – URL: http://www.pamag.ru/src/pressa/137.pdf.

3. Староконь И.В. Исследование влияния окружающей среды на тепловое состояние конструктивных элементов опорных блоков морских стационарных платформ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.

4. Староконь И.В., Фролова Н.В., Романенко О.А., Болбот Н.В. Коррозионные процессы в условиях морских нефтегазовых месторождений и их влияние на усталостное трещинообразование // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 5. – С. 81–84.

5. Староконь И.В. О влиянии коррозионного воздействия на развитие усталостных трещин на морских нефтегазовых сооружениях (МНГС) // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11–5. – С. 1214–1219.

6. Староконь И.В. основы теории и практики образования усталостных трещин на морских нефтегазовых сооружениях // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4; URL: www.science-education.ru/104-6605.

References

1. Borodavkin P.P. Morskie neftegazovyie soorujeniya: uchebnik dlya vuzov. CHast 1. Konstruirovanie. M.: OOO «Nedra-Biznestsentr», 2006. 555 p.

2. Kolgushkin A.V., Belyaev N.D. Vliyanie prirodnyih faktorov na skorost korrozii morskih GTS // Predotvraschenie avariy zdaniy i soorujeniy. 2009. URL: http://www.pamag.ru/src/pressa/137.pdf.

3. Starokon I.V. Issledovanie vliyaniya okrujayuschey sredyi na teplovoe sostoyanie konstruktivnyih elementov opornyih blokov morskih statsionarnyih platform // Sovremennyie problemyi nauki i obrazovaniya. 2014. no. 5.

4. Starokon I.V., Frolova N.V., Romanenko O.A., Bolbot N.V. Korrozionnyie protsessyi v usloviyah morskih neftegazovyih mestorojdeniy i ih vliyanie na ustalostnoe treschinoobrazovanie // Sovremennyie naukoemkie tehnologii. 2013. no. 5. pp. 81–84

5. Starokon I.V. O vliyanii korrozionnogo vozdeystviya na razvitie ustalostnyih treschin na morskih neftegazovyih soorujeniyah (MNGS) // Fundamentalnyie issledovaniya. 2012. no. 11–5. pp. 1214–1219.

6. Starokon I.V. osnovy teorii i praktiki obrazovanija ustalostnyh treshhin na morskih neftegazovyh sooruzhenijah // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 4; URL: www.science-education.ru/104-6605.

Рецензенты:

Бородавкин П.П., д.т.н., профессор, генеральный директор АО «Интергаз», г. Москва;

Литвин И.Е., д.т.н., генеральный директор ООО «СТД», г. Москва.

УДК 621.77:669.14.018.27

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО И СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРОКАТА ДЛЯ БОЛТОВ

Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Наумов В.И., Кузьмин Н.А.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.А. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: pachuringv@mail.ru

Исходной заготовкой для производства калиброванного проката является горячекатаный прокат, пластичность которого во многом определяется качеством поверхности и структурой проката, которые, в свою очередь, зависят от способа изготовления, включая разливку стали, нагрев заготовок и горячую прокатку на прокатном стане, способа охлаждения и последующей термообработки. Горячекатаный прокат должен иметь высокую степень чистоты поверхности и бездефектное поперечное сечение. Если получаемый с металлургических комбинатов горячекатаный прокат предназначен для последующего холодного волочения, то особое значение имеют технологические процессы, обеспечивающие получение пригодного для холодной объемной штамповки со значительными обжатиями без промежуточной термической обработки. В работе на примере горячекатаного проката стали 40Х показано, что структурное состояние и качество поверхности проката во многом определяют дальнейшее качество калиброванного проката для изготовленных из него длинномерных болтовых изделий. При этом механические характеристики, являющиеся наиболее используемыми показателями качества сталей, в значительной степени определяются пластической и термической обработкой, которые изменяют структуру на макро- и микроскопическом уровне.

Ключевые слова: горячекатаный прокат, калибровка, волочение, качество поверхности проката, структура проката, механические свойства

INFLUENCE OF SURFACE AND STRUCTURAL CONDITION FOR QUALITY HIRE FOR BOLTS

Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A.

FBGU HPE «Nizhny Novgorod State Techical University. R.A. Alekseev», Nizhny Novgorod, e-mail: pachuringv@mail.ru

The starting workpiece for the production of sized rolled is a hot-rolling, the ductility of which is largely determined by the quality of the surface and the structure rolled, which in turn depends on the manufacturing method, including casting steel billets are heated and hot rolled in a rolling mill, cooling method and subsequent heat treatment . Hot rolling should be of high purity and faultless surface in cross section. If obtained from hot-rolled steel mills, for subsequent cold drawing, the particular importance are the technological processes to ensure suitable for cold forming with significant compression without any intermediate heat treatment. In the example of the hot-rolled steel 40X shown that the structural condition and quality of rolling surface largely determine the future quality of the calibrated hire for a long length made from bolted products. At the same mechanical characteristics, which are the most commonly used indicators of quality steels, largely determined by the plastic and heat treatment, which alter the structure of the macro and microscopic level.

Keywords: hot-rolled rental, calibration, drawing, surface rental, rental structure, mechanical properties

Один из видов продукции массового назначения – болтовые стержневые изделия. Широкий сортамент и большое разнообразие свойств метизов продиктованы спецификой их использования в различных областях [9]. При этом до 90 % болтов изготавливают методом холодной штамповки [8]. Эксплуатационные показатели проката, предназначенного для изготовления стержневых изделий, формируются на всех стадиях металлургического передела, начиная с выбора шихтовых материалов для выплавки металла и заканчивая обработкой готовой проволокой [6, 10].

Материал, применяемый для изготовления длинномерных высокопрочных болтов, должен обладать достаточной прочностью и пластичностью, равномерными механическими характеристиками и химическим составом, а также не должен иметь поверхностных и внутренних дефектов [3]. Если эти условия выполняются, то применение калиброванного проката при производстве болтовых изделий позволяет достичь коэффициента использования металла 95–98 %.

Поверхностные дефекты практически не оказывают влияния на результаты механических испытаний при статическом нагружении [5, 7]. Однако дефекты поверхности горячекатаного проката (закаты, плены, риски, волосовины и пр.) способствуют появлению трещин, рванин, пор при дальнейшей пластической деформации методом волочения. Они остаются на поверхности после обжатия металла при прохождении его через волоки. Все перечисленные виды дефектов могут раскрываться при штамповке и термообработке

в виде трещин, приводя к отбраковке готовых изделий. Поэтому при наличии значительного количества поверхностных дефектов калиброванный прокат, подготовленный по различным технологическим вариантам, даже с высокими значениями механических характеристик и имеющий оптимальную структуру, может оказаться совершенно непригодным для дальнейшего изготовления из него болтов методом холодной высадки.

Для изготовления высокопрочного крепежа с применением холодной высадки традиционно используют среднеуглеродистые стали марок 35, 35Х, 38ХА, 40Х. В плане минимизации стоимости наиболее предпочтительной представляется сталь 40Х. Данная марка стали стандартизована (ГОСТ 4543), она традиционно имеет наибольшее распространение для упрочняемых крепёжных изделий и зарекомендовала себя легко осваиваемой метизным производством любой степени массовости, и, наконец, соответствующее содержание углерода, и достаточно экономное легирование хромом упрощает реализацию технического решения во всех его технологических компонентах.

По результатам исследований, проведенных с образцами горячекатаного проката стали 40Х, выявлено, что их химический состав находился в пределах ГОСТ 10702-78. Макроструктура горячекатаного проката однородная, без усадочных рыхлостей, расслоений, не имеет трещин и других дефектов, видимых невооруженным глазом на поперечных темплетах после травления. Образцы горячекатаного проката выдержали испытания осадкой до 1/2 первоначальной высоты. Микроструктура проката в состоянии поставки представляет собой «перлит + феррит», в структуре отсутствует полосчатость и не встречается видманштеттовый феррит.

Поэтому можно ожидать, что в дальнейшем на изготовленных длинномерных болтах образование трещин будет маловероятно. Из исследуемого проката планируется изготовить упрочненные длинномерные болты с обрезной головой (длиной 80 мм и более), которые должны соответствовать классу прочности 9,8 без закалки и отпуска, чем гарантируется исключение появления коробления, трещин и обезуглероженного слоя на готовых стержневых изделиях. В действующих технологиях подготовки проката скрытые дефекты приводят к отбраковке уже готовых болтов после их закалки и отпуска.

Горячекатаный прокат запускать под изготовление болтов методом ХОШ нельзя без технологической обработки, так как он по точности размера профиля и качеству поверхности не отвечает требованиям предъявляемых стандартов и должен быть подвержен пластической деформации методом волочения. Волочение является наиболее применяемым технологическим процессом пластической обработки при изготовлении калиброванного проката для производства крепежа.

Установлено, что формоизменение проката исследуемой стали при волочении происходит в результате пластической деформации каждого зерна. При этом следует обратить внимание на то, что зерна ориентированы неодинаково, а это значит, что пластическая деформация не может протекать одновременно и одинаково во всех объемах поликристалла. При волочении проката в результате процессов скольжения зерна меняют свою форму. До волочения зерно имело округлую, относительно равноосную форму, после волочения, в результате смещения по плоскостям скольжения, зерна вытягиваются в направлении действующих сил, образуя волокнистую структуру.

Технологический процесс волочения характеризуется схемами главных напряжений и деформаций. При деформировании проката методом волочения схема главных напряжений характеризуется одним напряжением растяжения (первичное) и двумя напряжениями сжатия (вторичные). В данном случае схема главных деформаций полностью соответствует схеме главных напряжений. В результате зерна микроструктуры калиброванного проката стали 40Х приобретают ярко выраженную ориентацию вдоль оси деформации растяжения. В исследовательской работе [1] ориентированным считалось зерно микроструктуры, у которого размер вдоль оси деформации (продольный) превышает более чем на 20% размер поперечный. При этом даже в горячекатаном состоянии к ориентированным можно отнести около 15% зерен. В интервале степеней деформации от 0 до 10% ориентация зерен происходила медленно. При волочении проката со степенью обжатия 10% доля ориентированных зерен составила около 16–17%. При малых степенях обжатия (до 15%) деформация по поперечному сечению образцов распределяется весьма неравномерно. А это значит, что при волочении с такими степенями обжатий ориентация зерен микроструктуры и искажений кристаллической решетки большую величину имеет в периферийных слоях. По данным [1] при волочении с обжатиями более 25% деформации по поперечному сечению образцов имеют близкие значения по всему объему. Исследование структуры калиброванных образцов стали 40Х в продольном сечении показывает, что наиболее

интенсивно ориентация структурных составляющих вдоль оси деформации происходит при степени обжатия 20%. Сталь 40Х относится к металлам с объемно-центрированной кристаллической решеткой. Поэтому при волочении проката холодным способом образуется аксиальная текстура, характеризующаяся преимущественным кристаллографическим направлением – осью текстуры < 110 > [4].

Холодная пластическая деформация сопровождается изменениями в микро- и субмикроструктурах. При степенях деформации более 15–20% отмечается появление зеренной текстуры – вытянутость зерен. При степени деформации 40 и 60% зеренная структура составляет 100% структуры, то есть при обжатиях 40% и более практически все составляющие микроструктуры ориентированы вдоль оси деформации (рис. 1 и 2).

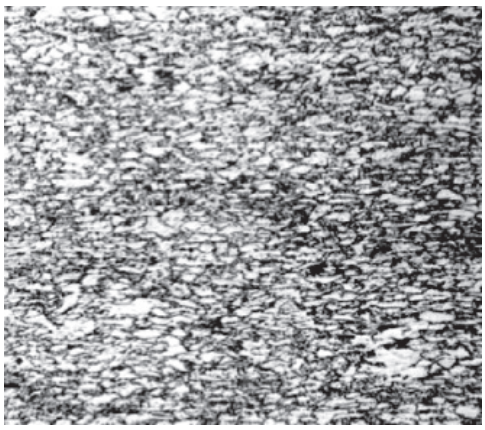


Рис. 1. Текстура – 40% обжатия (×100)

Рис. 2. Текстура – 60% обжатия (×100)

Холодная пластическая деформация является результатом процессов движения и размножения дислокаций, а также эволюции дислокационной структуры. Если в горячекатаном состоянии плотность дислокации ρ имеет порядок 10^3 см², то уже после волочения при степени обжатия 20–30% плотность возрастает до максимальной величины порядка 10^3 см².

Эволюция дислокационной структуры развивается по схеме: сетка Франка (исходное состояние) – дислокационный «хаос» (сплетения, жгуты) – ячеистая структура – образование мезоструктуры. Увеличение плотности дислокаций ρ, перестройка дислокационной структуры вносит основной вклад в деформационное упрочнение. Из результатов рис. 3, 4 видно, что предел прочности г/к проката возрастает от 770 МПа (ε = 0%) до 950 МПа (ε = 30%), и от 1050 МПа (ε = 40%) до 1130 МПа (ε = 60%).

Анализ механических характеристик г/к проката показывает, что при увеличении обжатия при его волочении, как правило, увеличиваются прочностные и снижаются пластические характеристики, выше достигаемая твердость. Максимально допустимая степень деформации горячекатаного проката стали 40Х зависит от пластических характеристик и определяется его микроструктурой. Снижение пластических характеристик может быть обусловлено накоплением повреждаемости при ХПД, связанным с увеличением количества вакансий, дислокаций, микропор, субмикротрещин [2].

Исследуемый прокат имеет высокие пластические характеристики: ψ = 57…59%, δ = 20,5…20,8%, и способен подвергаться холодному пластическому деформированию методом волочения с обжатием до 60%. При степенях деформации от 5 до 60% временное сопротивление разрыву горячекатаного проката увеличивается с 900 до 1100 МПа, а относительное сужение убывает с 60 до 38%.

В работе изучались условия и характер превращений при патентировании при разных температурах селитровой ванны (370, 400, 425, 450, 500 и 550°С). Предварительно был подготовлен расчет кривой охлаждения исследуемой стали 40Х в селитровой ванне с заданной температурой при времени выдержки прутка в течение 5 минут. Построенные по этим данным кривые охлаждения совместили с С-кривыми изотермического превращения аустенита стали 40Х исследуемого химического состава.

Выявлено, что при патентировании в селитровой ванне с температурой 400°С должна получаться структура пластинчатого сорбита (сорбита патентирования), что подтверждается и значениями твердости проката, равными 262 НВ [11].

Снижение температуры селитровой ванны, с одной стороны, увеличивает разность

свободных энергий аустенита и феррита, что ускоряет превращение, а с другой стороны, вызывает уменьшения скорости изменения диффузии углерода. При температурах ванны 370, 400, 425, 450 и 550 °C избыточный феррит не успевает образоваться, и структура является квазиэвтектоидной. Поэтому для получения требуемых пластических и прочностных характеристик и твердости проката исследовались режимы патентирования в интервале температур 370, 400, 425, 450, 500 и 550 °C.

На рис. 3 показаны микроструктуры стали 40Х после патентирования при температурах селитровой ванны 400, 425, 450 и 550 °C.

Хотя структура при всех температурах называется «сорбит патентирования», но твердость уменьшается с повышением температуры, так как дисперсность тем выше, чем ниже температура патентирования, то есть температурный интервал превращения аустенита. После патентирования при температуре 500 °C исследованной стали 40Х появляется микроструктура «сорбит с участками мартенсита» (рис. 4).

Мартенсит в структуре стали 40Х, который изотермически выдерживался при температуре 500 °C, образовался в результате неполного превращения аустенита при выдержке в течение 5 минут и превращения оставшейся части аустенита в мартенсит при охлаждении на воздухе. Такая микроструктура не пригодна к дальнейшему деформированию стали 40Х из-за наличия в ней включений твердого и хрупкого мартенсита. Структура «сорбит с участками мартенсита» обладает достаточно разнородной твердостью проката (от 260 до 311 HB). Прокат с микроструктурой «сорбит с участками мартенсита» имеет высокие прочностные характеристики ($\sigma_в$ увеличивается с 1000 до 1260 МПа, $\sigma_т$ увеличивается с 760 до 940 МПа), но низкие пластические характеристики (ψ достигает минимального значения 23–25 %). Это при том, что требования ГОСТ 10702-78 к калиброванному прокату стали 40Х по величине относительного сужения – не менее 40 %.

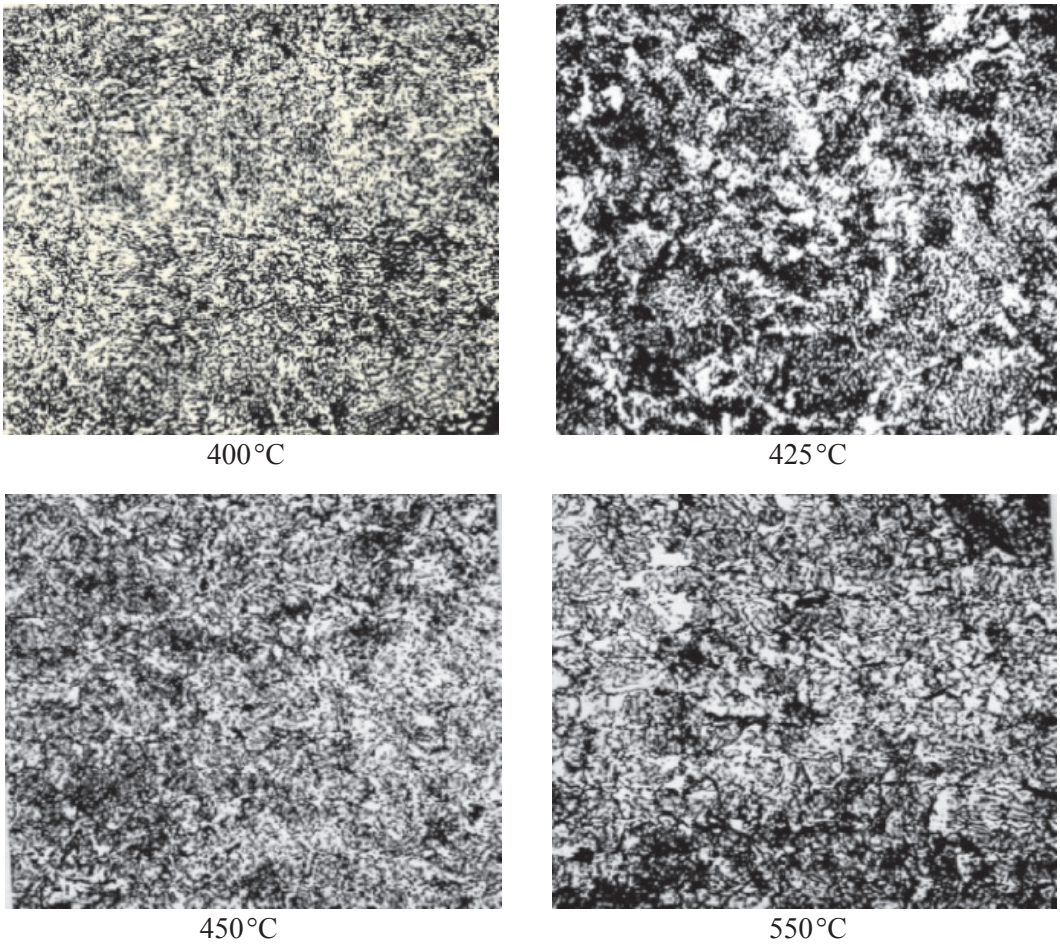


Рис. 3. Микроструктура проката «сорбит патентирования» в интервале температур 400, 425, 450 и 555 °C; x500

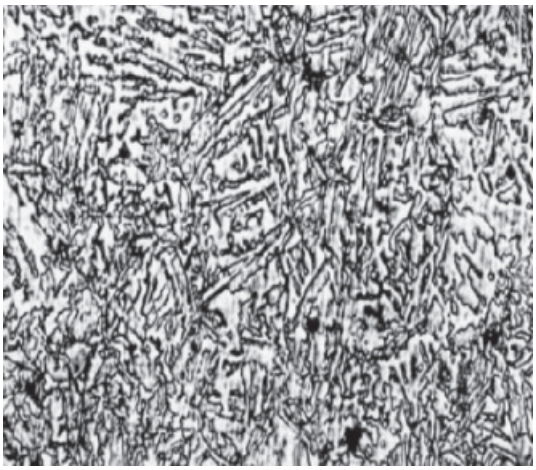


Рис. 4. Микроструктура стали 40Х – сорбит с участками мартенсита (х 100)

Патентирование проката при температуре 370 °С привело к образованию структуры «троостит», которая показана на рис. 5. Микроструктура троостит не пригодна для дальнейшего деформирования проката методом ХОШ, так как имеет высокие прочностные ($\sigma_в$ увеличился с 1050 до 1380 МПа, $\sigma_т$ увеличился с 970 до 1200 МПа), но низкие пластические характеристики (ψ достигает минимального значения 21–22 %).

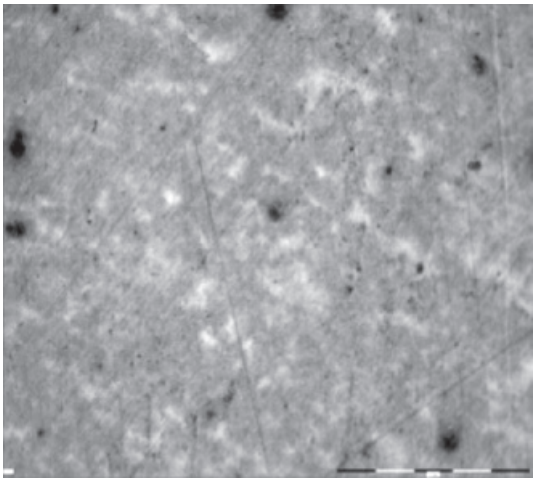


Рис. 5. Сталь 40Х. Микроструктура троостита (х 200)

Прокат с микроструктурой «троостит» можно отнести к категории трудно деформируемых материалов. Данная микроструктура стали 40Х, которая используется для изготовления длинномерных болтов методом холодной высадки, не рекомендуется.

Термическая операция патентирования горячекатаного проката при температурах 400–450 °С привела к повышению, по сравнению с исходными механическими характеристиками, предела прочности на 190–230 МПа, при небольшом (1–4 %) снижении пластических характеристик (δ и ψ). Патентирование горячекатаного проката стали 40Х при температурах 500 °С привело к еще большему повышению предела прочности (на 370 МПа) и значительному снижению его пластичности.

Установлено, что определяющим фактором повышения прочности готовых длинномерных болтов является использование калиброванного проката повышенной прочности, механические характеристики которого сформированы на этапах термической и пластической обработки из горячекатаного проката. При этом длинномерные болты, изготовленные методом холодной объемной штамповки из калиброванного проката стали 40Х с микроструктурой «сорбит патентирования» и упрочненные поверхностной пластической деформацией в процессе редуцирования и накатки резьбы [3, 11], обладают комплексом прочностных и пластических характеристик, соответствующих классу прочности 9,8 крепежа ГОСТ 52643-2006.

Список литературы

1. Кутяйкин В.Г. Метрологические и структурно-физические аспекты деформирования стали – М.: АСМС, 2007. – 484 с.

2. Новиков И.И., Золоторевский В.С. и др. Металловедение в 2-х томах. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. – 496 с.

3. Пачурин Г.В., Филиппов А.А. Экономичная технология подготовки стали 40Х к холодной высадке крепежных изделий // Вестник машиностроения. – 2008. – № 7. – С. 53–56.

4. Смитлз К.Дж. Металлы. Справочник. – М.: Металлургия, 1980. – 446 с.

5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Гущин А.Н., Пачурин К.Г. Анализ влияния дефектности заготовок на качество горячекатаного проката для холодной высадки крепежных изделий // Материалы Шестой ежегодной Промышленной конференции с международным участием и блиц-выставки. Славское, Карпаты. 20–24 февраля 2006 г. – С. 200–201.

6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Гущин А.Н., Пачурин В.Г. Повышение качества поверхности стального проката под калибровку перед высадкой крепежных изделий // Заготовительные производства. – 2007. – № 3. – С. 51–53.

7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Сравнение технологических вариантов подготовки хромистых сталей под холодную высадку // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 8. – С. 17–22.

8. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Чиненков С.В. Формирование структурно-механических свойств стальных заготовок для упрочненных болтов: монография / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, С.В. Чиненков; под общей ред. Г.В. Пачурина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2012. – 151 с.

9. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Основные направления развития производства высокопрочного крепежа // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8. (Ч. 4). – С. 30–36.

10. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Влияние температуры патентирования после обжатия с разной степенью на механические свойства проката стали 40Х // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 11 – С. 182–190.

11. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28, № 7. – P. 670–673.

References

1. Kutjajkin V.G. Metrologicheskie i strukturno-fizicheskie aspekty deformirovanija stali M.: ASMS, 2007. 484 p.

2. Novikov I.I., Zolotorevskij V.S. i dr. Metallovedenie v 2-h tomah. M.: Izdatelskij Dom MISiS, 2009. 496 p.

3. Pachurin G.V., Filippov A.A. Jekonomichnaja tehnologija podgotovki stali 40H k holodnoj vysadke krepezhnyh izdelij // Vestnik mashinostroenija. 2008. no. 7. pp. 53–56.

4. Smitlz K.Dzh. Metally. Spravochnik. M.: Metallurgija, 1980. 446 p.

5. Filippov A.A., Pachurin G.V., Gushhin A.N., Pachurin K.G. Analiz vlijanija defektnosti zagotovok na kachestvo gorjachekatanogo prokata dlja holodnoj vysadki krepezhnyh izdelij // Materialy Shestoj ezhegodnoj Promyshlennoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem i blic-vystavki. Slavskoe, Karpaty. 20–24 fevralja 2006 g. pp. 200–201.

6. Filippov A.A., Pachurin G.V., Gushhin A.N., Pachurin V.G. Povyshenie kachestva poverhnosti stalnogo prokata pod kalibrovku pered vysadkoj krepezhnyh izdelij // Zagotovitelnye proizvodstva. 2007. no. 3. pp. 51–53.

7. Filippov A.A., Pachurin G.V. Sravnenie tehnologicheskih variantov podgotovki hromistyh stalej pod holodnuju vysadku // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2007. no. 8. pp. 17–22.

8. Filippov A.A., Pachurin G.V., Chinenkov S.V. Formirovanie strukturno-mehanicheskih svojstv stalnyh zagotovok dlja uprochnennyh boltov: monografija / A.A. Filippov, G.V. Pachurin, S.V. Chinenkov; pod obshhej red. G.V. Pachurina; Nizhegorod. gos. tehn. un-t im. R.E. Alekseeva. Nizhnij Novgorod, 2012. 151 p.

9. Filippov A.A., Pachurin G.V. Osnovnye napravlenija razvitija proizvodstva vysokoprochnogo krepezha // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 8. (Ch. 4). pp. 30–36.

10. Filippov A.A., Pachurin G.V., Kuzmin N.A. Vlijanie temperatury patentirovanija posle obzhatija s raznoj stepenju na mehanicheskie svojstva prokata stali 40H // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 11 pp. 182–190.

11. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. 2008. T. 28, no. 7. pp. 670–673.

Рецензенты:

Молев Ю.И., д.т.н., профессор кафедры «Строительные и дорожные машины», Институт транспортных систем (ИТС), НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород;

Панов А.Ю., д.т.н., профессор, директор, Институт промышленных технологий машиностроения (ИПТМ), НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород.

УДК 550.832.6

ПОЛЕ ДАВЛЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОТОКЕ ГАЗА В СКВАЖИНЕ

[1]Филиппов А.И., [2]Ахметова О.В., [1]Олефиренко К.В., [1]Телицын Е.С.

[1]ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Стерлитамакский филиал, Стерлитамак, e-mail: k.v.olefirenko@gmail.com;

[2]ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Салаватский филиал, Салават, e-mail: ahoksana@yandex.ru

Найдено выражение для поля давления при течении газа в вертикальной скважине. Предполагается, что на некоторой глубине вследствие возрастания скорости за счет уменьшения плотности в восходящем потоке происходит смена режима течения с ламинарного на турбулентный. В работе представлены результаты решения стационарной нелинейной задачи о распределении давления газа по стволу действующей скважины. Течение считается дозвуковым. Решение найдено в виде неявной зависимости давления от вертикальной координаты. Составлена программа и осуществлены расчеты зависимости градиента давления от скорости и поля давления от координаты вдоль ствола скважины. Показано, что даже в случае дозвукового течения изменения давления газа являются существенными и их влияние необходимо учитывать при расчетах других термодинамических параметров в стволе скважины.

Ключевые слова: поле, плотность, давление, ламинарный и турбулентный поток газа

PRESSURE FIELD IN THE GAS FLOW IN A VERTICAL BOREHOLE

[1]Filippov A.I., [2]Akhmetova O.V., [1]Olefirenko K.V., [1]Telitsyn E.S.

[1]Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Bashkir State University, Sterlitamak Branch, Sterlitamak, e-mail: k.v.olefirenko@gmail.com;

[2]Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Ufa State Petroleum Technological University, Salavat Branch, Salavat, e-mail: ahoksana@yandex.ru

The expression for pressure field in the flow of gas in a vertical well is found. It is assumed that at a certain depth due to the increasing speed by reducing the density in upstream the change of flow mode from laminar to turbulent occurs. The results of the solution of the stationary nonlinear problem of the gas pressure distribution acting on the trunk well have been presented in the paper. The flow is considered as a subsonic one. The solution is found in the form of an implicit dependence of the pressure on the vertical coordinate. The program is created and the calculations of the dependence of pressure gradient on the velocity have been performed and of the pressure field along the borehole is carried out. It was shown that even in the case of subsonic flow the changes of gas pressure changes are significant. It is necessary to take into consideration their effects when calculating the other thermodynamic parameters in the wellbore.

Keywords: field, density, pressure, laminar and turbulent gas flow

Задача об определении давления в вертикальном потоке газа в скважине в общем случае приводит к необходимости решения нелинейных уравнений и поэтому не исследована окончательно даже для простейшего случая однородного потока газа [2, 3].

Вместе с тем ее решение необходимо для проведения расчетов зависимости плотности, скорости, давления и температуры в газовой скважине [4]. Такие задачи неизбежно возникают при определении технологического режима работы газовых скважин.

Использованное здесь стационарное уравнение движения включает силу трения $F_{тр}$.

$$\rho v \frac{dv}{dz} = -\frac{dP}{dz} - \rho g + F_{тр.} \qquad (1)$$

В общем случае плотность определяется из уравнения состояния и является функцией температуры и давления $\rho = \rho(P, T)$. Учет зависимости плотности от температуры сильно усложняет задачу. Однако в ряде задач зависимостью плотности от температуры можно пренебречь.

В *баротропном приближении* плотность газа является функцией давления $\rho = \rho(P)$ или обратно – давления от плотности $P = P(\rho)$. Очевидно, что для изотермических процессов справедливо баротропное приближение. Оно применимо также при относительно небольших перепадах температуры. Применительно к реальным скважинным условиям это оправдано, поскольку перепады давления составляют десятки атмосфер, т.е. порядка 1000 % по отношению к атмосферному. В то же время перепады температуры порядка 10 °C составляют около 3 % по отношению к нормальному значению. Впрочем, баротропное приближение строго справедливо не только для изотермических, но и, например, для адиабатических и других политропных процессов в идеальном газе.

В случае ламинарного потока газа сила внутреннего трения определяется через массовый дебит скважины Q

$$\left|\overrightarrow{F}_{\text{тр}}\right| = \frac{8\eta Q}{\pi r_0^4}. \qquad (2)$$

Поскольку средняя по сечению скважины скорость потока и дебит скважины связаны соотношением $Q = \pi r_0^2 v$, то сила трения пропорциональна средней по сечению скорости газа [5]:

$$F_{\text{тр}} = -\frac{8\eta v}{r_0^2}. \qquad (3)$$

В вертикальном восходящем потоке газа происходит увеличение скорости за счет уменьшения плотности. При этом ламинарный режим течения неизбежно переходит в турбулентный. При течении газа с плотностью $\rho = 71{,}4$ кг/м^3, вязкостью $\eta = 10{,}27\cdot10^{-6}$ Па·с при нормальных условиях и значении критического числа Рейнольдса $\text{Re}_{\text{кр}} = 2300$ в трубе диаметра $d = 0{,}062$ м скорость, при которой ламинарное течение сменяется турбулентным, составляет $v = 0{,}01$ м/с. Поскольку указанная смена режимов течения может происходить в некотором диапазоне скоростей, то для верхней границы критического числа Рейнольдса $\text{Re} = 5{,}9\cdot10^5$ при тех же условиях течения скорость будет равна $v = 1{,}37$ м/с. Такой диапазон скоростей соответствует дебитам от 0,2 до 40 т/сут.

В турбулентном потоке средняя скорость зависит от градиента давления более сложным образом [1]:

$$v = \sqrt{-\frac{r_0}{2\kappa^2\rho}\frac{dP}{dz}}\ln\left(\frac{r_0\rho}{\mu}\sqrt{-\frac{r_0}{2\rho}\frac{dP}{dz}}\right). \qquad (4)$$

В подкоренном выражении введен знак минус, поскольку градиент давления отрицательный при движении газа в положительном направлении оси z.

Поскольку зависимость (4) не позволяет явно выразить зависимость градиента давления от скорости течения, то представим ее в обобщенной форме

$$\frac{dP}{dz} = f(v), \qquad (5)$$

где функция f является такой, что обратная к ней совпадает с (4).

Общие закономерности зависимости средней скорости ламинарного и турбулентного потоков от градиента давления и градиента давления от средней скорости потока иллюстрируются на рис. 1–4. Для расчета кривых использованы следующие значения параметров скважины: $D = 2000$ м, $r_0 = 0{,}031$ м; наполняющего флюида – метан: $M = 16{,}04\cdot10^{-3}$ кг/моль, $\rho = 71{,}4$ кг/м^3, $\eta = 10{,}26\cdot10^{-6}$ Па·с; $g = 9{,}8$ м/с^2, $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К), $T = 300$ К.

Рис. 1 иллюстрирует зависимость средней скорости ламинарного и турбулентного потока газа от градиента давления. Из сопоставления кривых, приведенных на рис 1, следует, что при турбулентном режиме величина средней скорости при градиенте давления около 10 Па/м на два порядка ниже, чем при ламинарном.

Рис. 2 иллюстрирует зависимость средней скорости потока газа от градиента давления с учетом изменения режима течения с ламинарного на турбулентный при некотором критическом значении градиента 0,01 Па/м. Из рисунка следует, что при указанных значениях параметров в ламинарном режиме наблюдается линейное возрастание средней по сечению скорости, которое при достижении критического градиента скачкообразно уменьшается в несколько раз.

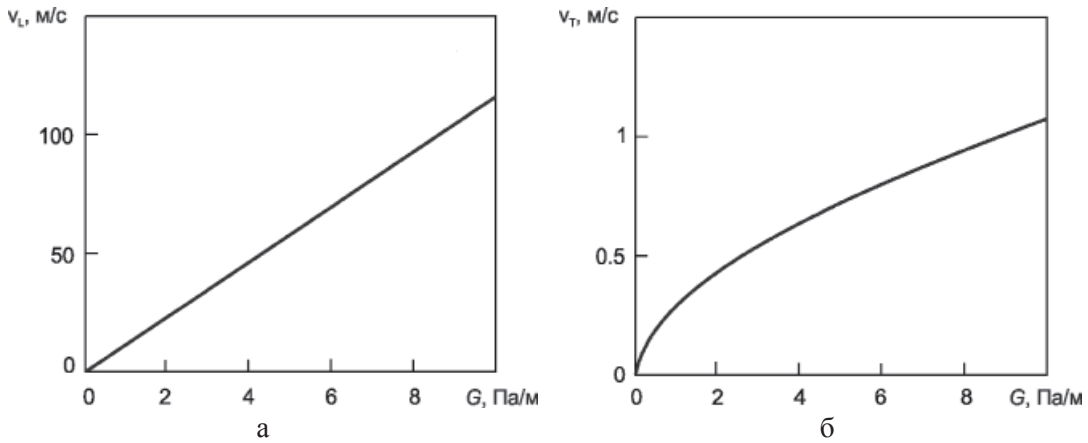


Рис. 1. Зависимость средней скорости ламинарного (а) и турбулентного (б) потока газа в трубе от градиента давления

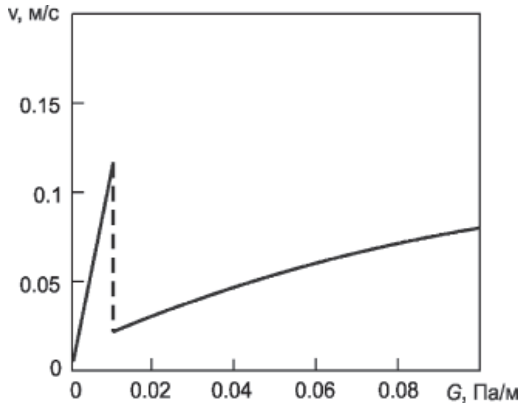


Рис. 2. Зависимость средней скорости потока газа от градиента давления с учетом смены режимов течения

На рис. 3 представлена зависимость градиента давления от средней скорости ламинарного и турбулентного потока газа. Рисунок позволяет судить о величине градиента давления в зависимости от режима течения.

Зависимость градиента давления от средней скорости потока газа с учетом смены режима течения показана на рис. 4. Из кривой, приведенной на рисунке, следует, что изменение режима течения сопровождается скачкообразным возрастанием градиента давления. Проиллюстрированная на рисунке закономерность положена в основу исследования поля давления газового потока в скважине с учетом смены режима течения.

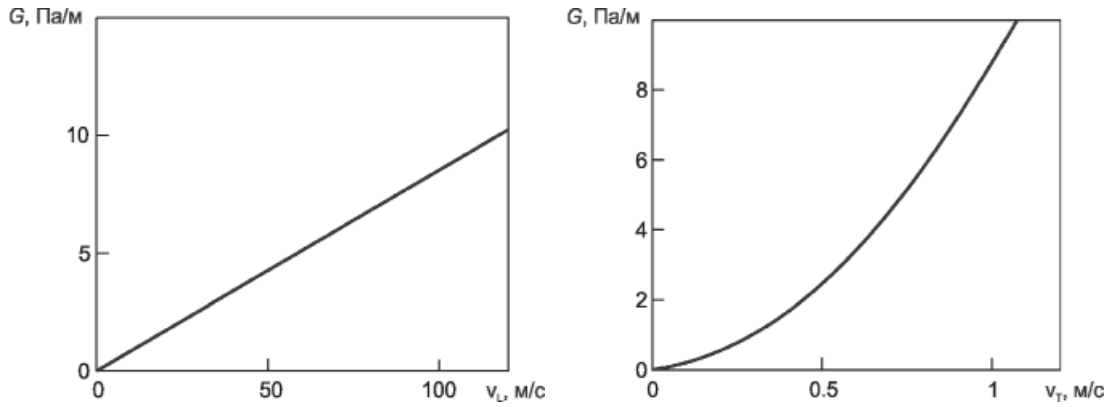


Рис. 3. Зависимость градиента давления от средней скорости ламинарного (а) и турбулентного (б) потока газа

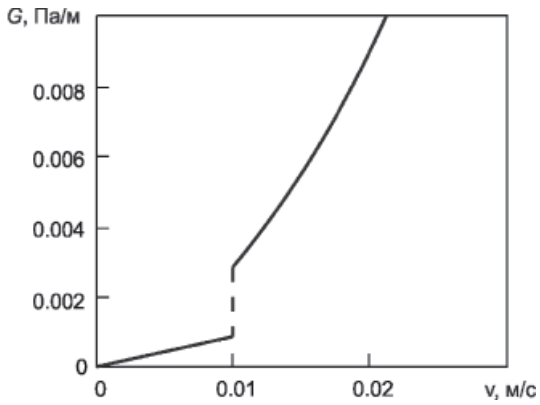


Рис. 4. Изменение градиента давления в зависимости от средней скорости потока газа с учетом перехода течения из ламинарного в турбулентное

Уравнение движения, учитывающее смену режимов течения, с учетом (3) представится как

$$\rho v\frac{dv}{dz}=-\frac{dP}{dz}-\rho g-$$
$$-\frac{8\eta}{r_0^2}v\Phi\left(v_{кр}-v\right)-f\left(v\right)\Phi\left(v-v_{кр}\right), \quad (6)$$

где $\Phi(x)$ – единичная функция Хевисайда.

В случае, когда пространственное ускорение потока равно нулю $\frac{dv}{dz}=0$, в отсутствие гравитационных сил из (6) следует формула

$$\frac{dP}{dz}=-\frac{8\eta}{r_0^2}v\Phi\left(v_{кр}-v\right)-f\left(v\right)\Phi\left(v-v_{кр}\right), \quad (7)$$

из которой при $v<v_{кр}$ следует известная формула Пуазейля,

$$Q=-\frac{\pi r_0^4}{8\eta}\frac{dP}{dz}, \quad (8)$$

а при $v > v_{кр}$ – аналогичная зависимость дебита от градиента давления для турбулентного потока

$$Q = \pi r_0^2 \sqrt{-\frac{r_0}{2\kappa^2\rho}\frac{dP}{dz}} \ln\left(\frac{r_0\rho}{\mu}\sqrt{-\frac{r_0}{2\rho}\frac{dP}{dz}}\right). \quad (9)$$

Такое согласие дополнительно свидетельствует о достоверности принятой концепции.

Из уравнения неразрывности для стационарного случая имеем $\frac{d(\rho v)}{dz} = 0$. Отсюда следует $\rho v = \rho_0 v_0$, что позволяет определить зависимость скорости от плотности

$$v = \frac{\rho_0 v_0}{\rho}. \quad (10)$$

С учетом зависимости (6) уравнение движения приводится к виду

$$\frac{d}{dz}\left(\frac{\rho_0^2 v_0^2}{\rho} + P\right) = -\rho g - \frac{8\eta\rho_0 v_0}{r_0^2}\frac{1}{\rho}\Phi\left(v_{кр} - \frac{\rho_0 v_0}{\rho}\right) - f\left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho}\right)\Phi\left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho} - v_{кр}\right). \quad (11)$$

Далее воспользуемся известной формулой для производной сложной функции $\frac{dF}{dz} = \frac{dF}{d\rho}\cdot\frac{d\rho}{dz}$, тогда получим дифференциальное уравнение для определения поля давления в скважине:

$$\left(1 - \frac{\rho_0^2 v_0^2}{\rho^2}\frac{d\rho}{dP}\right)\frac{dP}{dz} = -g\rho - \frac{8\eta\rho_0 v_0}{r_0^2}\frac{1}{\rho}\Phi\left(v_{кр} - \frac{\rho_0 v_0}{\rho}\right) - f\left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho}\right)\Phi\left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho} - v_{кр}\right). \quad (12)$$

Разделяя переменные в этом уравнении, получим неявную зависимость поля давления от пространственной координаты и определяющих процесс физических параметров:

$$z = \int_P^{P_0} \frac{\left(1 - \frac{\rho_0^2 v_0^2}{\rho^2}\frac{d\rho}{dP'}\right)dP'}{g\rho(P') + \frac{8\eta\rho_0 v_0}{r_0^2\rho(P')}\Phi\left(v_{кр} - \frac{\rho_0 v_0}{\rho(P')}\right) + f\left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho(P')}\right)\Phi\left(\frac{\rho_0 v_0}{\rho(P')} - v_{кр}\right)}. \quad (13)$$

В частном случае для адиабатического процесса в идеальном газе получим $\rho(P) = \rho_0 (P/P_0)^{\frac{1}{\gamma}}$ Подстановка полученного выражения в уравнение (13) приводит к следующему соотношению:

$$z = \int_P^{P_0} \frac{\left(1 - \frac{\rho_0 v_0^2}{\gamma P_0}\left(\frac{P_0}{P'}\right)^{\frac{3-\gamma}{\gamma}}\right)dP'}{g\rho_0\left(\frac{P'}{P_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}} + \frac{8\eta}{r_0^2}v(P')\Phi\left(v_{кр} - v(P')\right) + f\left(v(P')\right)\Phi\left(v(P') - v_{кр}\right)}, \quad (14)$$

где $v(P') = v_0\left(\frac{P_0}{P'}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$. В случае ламинарного течения зависимость (15) приобретает вид

$$z = \int_P^{P_0} \frac{\left(1 - \frac{\rho_0 v_0^2}{\gamma P_0}\left(\frac{P_0}{P'}\right)^{\frac{3-\gamma}{\gamma}}\right)dP'}{g\rho_0\left(\frac{P'}{P_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}} + \frac{8\eta v_0}{r_0^2}\left(\frac{P_0}{P'}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}, \quad (15)$$

а в турбулентном потоке

$$z=\int_{P}^{P_0}\frac{\left(1-\frac{\rho_0 v_0^2}{\gamma P_0}\left(\frac{P_0}{P'}\right)^{\frac{3-\gamma}{\gamma}}\right)dP'}{g\rho_0\left(\frac{P'}{P_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}}+f\left(v_0\left(\frac{P_0}{P'}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\right)}. \quad (16)$$

Формула (14) позволяет построить зависимости давления от вертикальной координаты для стационарного дозвукового потока газа. На рис. 5 представлены результаты расчетов давления газа в стволе скважины при дебите 100 т/сут для различных режимов течения газа. Для расчета кривых использованы указанные выше значения параметров скважины и наполняющего флюида.

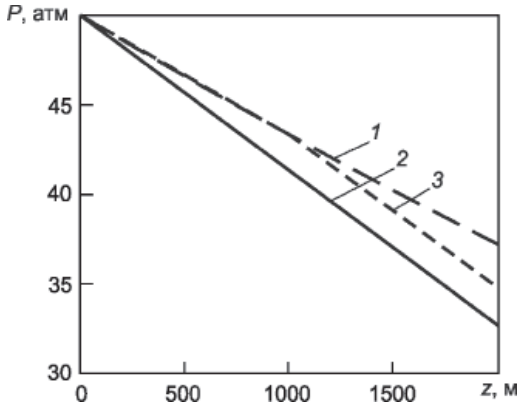


Рис. 5. Зависимости давления газа в скважине от глубины при различных режимах течения:
1 – ламинарный поток;
2 – турбулентный поток;
3 – поток с изменяющимся режимом течения

Кривая *2*, выделенная на рисунке сплошной линией, соответствует турбулентному режиму течения и наиболее часто реализуется на практике, поскольку критические значения скорости малы. Кривая *1* построена для случая, если бы ламинарное течение сохранялось во всем диапазоне скоростей.

Кривая *3* описывает поле давлений для случая, когда на глубине 1000 м происходит смена режима течения с ламинарного на турбулентный. Поэтому в диапазоне глубин до 1000 м кривая *3* совпадает с кривой *1* для ламинарного течения. В диапазоне глубин от 1000 до 2000 м кривая *3* соответствует турбулентному режиму течения и симулирует кривую *2*, описывающую турбулентный режим течения.

Итак, развитая математическая модель позволяет исследовать поля давления газа в стволе действующей скважины с учетом смены режима течения в диапазоне дозвуковых скоростей и может быть использована для практических расчетов.

Обозначения

Латинские: $\vec{F}_{тр}$ – сила внутреннего трения, Н; $G=\left(\frac{dP}{dz}\right)$ – градиент давления, Па/м; $\vec{g}$ – вектор ускорения свободного падения, м/с^2; M – молярная масса газа, кг/моль; P – поле давления внутри скважины, Па; Q – массовый дебит скважины, т/сут; r_0 – внутренний радиус трубы, м; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,31 Дж/(моль·К); T – температура газа, К; $\vec{v}=(0,0,v)$ – поле скоростей газа в трубе, м/с; v_0 – фиксированное значение средней скорости по сечению трубы, м/с; $v_{кр}$ – критическое значение скорости, м/с; z – вертикальная координата; м.

Греческие: π – число Пи, равное 3,14; к – постоянная Кармана, равная 0,4; η – динамическая вязкость газа, Па·с; μ – кинематическая вязкость газа, Па·с; ρ, ρ_0 –плотность газа и ее фиксированное значение соответственно, кг/м^3.

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учебное пособие. В 10 т. Т. VI. Гидродинамика. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1986. – 736 с.

2. Филиппов А.И., Ахметова О.В., Зеленова М.А., Крупинов А.Г. Расчеты температурного поля в газовой скважине // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2011. – URL: http://www.ogbus.ru/authors/FilippovAI/ FilippovAI_1.pdf.

3. Филиппов А.И., Ахметова О.В., Крупинов, А.Г. Дозвуковое течение реального сжимаемого газа в вертикальной трубе // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2011. – Т. 54. – № 12 – С. 112–115.

4. Филиппов А.И., Ахметова О.В., Олефиренко К.В. Расчет асимптотически осредненного температурного поля турбулентного газового потока в вертикальной скважине // Нефтегазовое дело. – 2013. – № 11–4. – С. 150–157.

5. Филиппов А.И., Ахметова О.В., Олефиренко К.В. Поле плотности стационарного ламинарного потока газа в скважине // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 31–33.

References

1. Landau L.D., Lifshic E.M. Teoreticheskaja fizika: Uchebnoe posobie. V 10 t. T. VI. Gidrodinamika. 3-e izd., pererab. M.: Nauka. Gl. red. fiz-mat. lit., 1986. 736 p.

2. Filippov A.I., Ahmetova O.V., Zelenova M.A., Krupinov A.G. Raschety temperaturnogo polja v gazovoj skvazhine // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal Neftegazovoe delo. 2011. URL: http://www.ogbus.ru/authors/FilippovAI/ FilippovAI_1.pdf.

3. Filippov A.I., Ahmetova O.V., Krupinov, A.G. Dozvukovoe techenie real'nogo szhimaemogo gaza v vertikal'noj trube // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Fizika. 2011 T.54. no. 12 pp. 112–115.

4. Filippov A.I., Ahmetova O.V., Olefirenko K.V. Raschet asimptoticheski osrednennogo temperaturnogo polja turbulentnogo gazovogo potoka v vertikalnoj skvazhine // Neftegazovoe delo. 2013. no. 11– 4. pp. 150–157.

5. Filippov A.I., Ahmetova O.V., Olefirenko K.V. Pole plotnosti stacionarnogo laminarnogo potoka gaza v skvazhine // Nauchno tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2014. no. 4. pp. 31–33.

Рецензенты:

Галиев А.Л., д.т.н., профессор, директор филиала ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Стерлитамак;

Сабитов К.Б., д.ф.-м.н., профессор, директор ГАНУ «Институт прикладных исследований Республики Башкортостан», г. Стерлитамак.

УДК 004.82

РАСПОЗНАВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНОГО САМОСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕДАГОГОВ

Фишман Б.Е.

ФГБОУ ВПО «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема», Биробиджан, e-mail: bef942@mail.ru

Описана методика распознавания закономерностей профессионально-личностного самосовершенствования педагога. Характеризуется процедура формирования пространства допустимых образов процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагога. В статье описана нечеткая концептуальная модель, позволяющая осуществить оценку любого достигнутого состояния рассматриваемого процесса. Дана спецификация всех составляющих концептуальной модели применительно к конкретному процессу профессионально-личностного самосовершенствования педагога. Рассмотрено обоснование процедуры распознавания образов данного процесса в рамках используемой бинарной классификации. Достижимые состояния диагностируемого процесса представлены четырехкомпонентными кортежами, которые характеризуют уровни развития четырех макрокомпонентов этого процесса. На основе эмпирических данных получено, что в рамках предложенной бинарной классификации образ профессионально-личностного самосовершенствования педагогов уверенно распознается как процесс с закономерностями развития. Эти закономерности представляет наиболее вероятная траектория развития данного процесса, которая соединяет состояния процесса, наиболее часто встречающиеся на каждом его шаге.

Ключевые слова: профессионально-личностное самосовершенствование педагога, нечеткая модель процесса, макрокомпоненты, пространство развития, достижимые состояния; допустимые переходы, наиболее вероятная траектория развития

RECOGNITION OF REGULARITIES OF PROFESSIONAL AND PERSONAL SELF-DEVELOPMENT OF PEDAGOGUES

Fishman B.E.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Sholom-Aleichem Priamursky State University», Birobidzhan, e-mail: bef942@mail.ru

A method for recognizing patterns of professional and personal self-development of pedagogues is described. Characterized by a procedure of forming a space of allowable images of process of professional and personal self-development of pedagogue. In article it is described the fuzzy conceptual model which provides to execute an assessment an any status of process which can be reached. The specification of all the components of the conceptual model for the specific process of professional and personal self-development of pedagogue is given. Examined the validity of the procedure of recognition images of this process in the context of the use of a binary classification. Achievable statuses process which is diagnosed presented four-component tuples that characterize the levels of development of the four macro components of this process. Based on empirical data obtained in the framework of the proposed binary classification is confidently recognize the image of professional and personal self-development of pedagogues as a process with regularities of development. These regularities represents the most probable trajectory of the development of this process, which connects the most common statuses of the process at its each step.

Keywords: professional and personal self-development of pedagogue, a fuzzy model for the process, the macro components, the space of development, statuses which can be reached, admissible transitions, the most probable trajectory

Обычно распознавание понимается как отнесение образа рассматриваемого объекта к тому или иному классу. Распознавание выполняется в пределах пространства образов объекта, элементы которого – классы, представляющие возможные состояния объекта [3].

В настоящем исследовании используется простейшая (бинарная) классификация, содержащая два класса образов рассматриваемого процесса:

1) отсутствуют закономерности его развития;

2) имеются закономерности его развития.

Такое предельное упрощение реальной ситуации дает наибольшее достижимое качество распознавания.

Пространство допустимых образов процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагога (учителя старших классов или преподавателя вузов) формируется в ходе комплексного исследовательского процесса и содержит этапы:

1) разработка концептуальной модели, позволяющей осуществить оценку любого достигнутого состояния рассматриваемого процесса;

2) спецификация всех составляющих концептуальной модели применительно

к конкретному процессу профессионально-личностного самосовершенствования;

3) обоснование процедуры распознавания образов данного процесса в рамках используемой бинарной классификации.

Охарактеризуем каждый из указанных этапов.

Концептуальная модель представляет смысловую структуру рассматриваемого объекта, свойства его компонентов, а также связи, ему присущие [1]. На основе этой модели формируется конкретное представление об объекте, которое содержит: проблемно-ориентированное определение объекта; описание взаимодействия объекта с внешней средой; структурно-функциональное представление объекта. Указанная совокупность взаимосвязанных характеристик объекта образует модель с большой избыточностью описания. Эту избыточность можно сократить, если учесть специфику цели моделирования.

В данном случае цель моделирования заключалась в обосновании процедуры распознавания образов рассматриваемого процесса. Поэтому использовалась трехуровневая концептуальная модель иерархического типа (см., например, [7] и [10]).

Верхний уровень модели содержит теоретическое описание объекта моделирования – процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагогов.

Средний уровень представляет составляющие (макрокомпоненты) объекта моделирования, определенные в лингвистических переменных. Макрокомпоненты не позволяют оценить состояние объекта, но обеспечивают полноту его описания.

На нижнем уровне – проявления (поведенческие индикаторы) всех макрокомпонентов. Формулировки таких проявлений должны однозначно отображать смысл каждого проявления, давать возможность его оценить и зафиксировать. При этом отбираются те проявления, которые пригодны как для самооценки, так и для внешней оценки, позволяя осуществить и самодиагностику, и диагностику состояния объекта.

Процесс профессионально-личностного самосовершенствования педагогов является слабо формализованным объектом, поскольку обладает следующими свойствами:

- качественная природа многих параметров, характеризующих состояние объекта;
- неоднородность (разнотипность) шкал, используемых для измерения параметров;
- нелинейный (импликативный) характер взаимосвязи составляющих объекта и факторов, влияющих на него;
- многообразие возможных форм взаимодействия составляющих между собой, порождающее неоднородность информации о функционировании объекта;
- наличие многочисленных, зачастую противоречивых критериев, которым должны удовлетворять процессы в объекте [9].

Следовательно, концептуальная модель рассматриваемого процесса обладает нечеткой иерархической структурой [10]. Такую структуру представляет рис. 1.

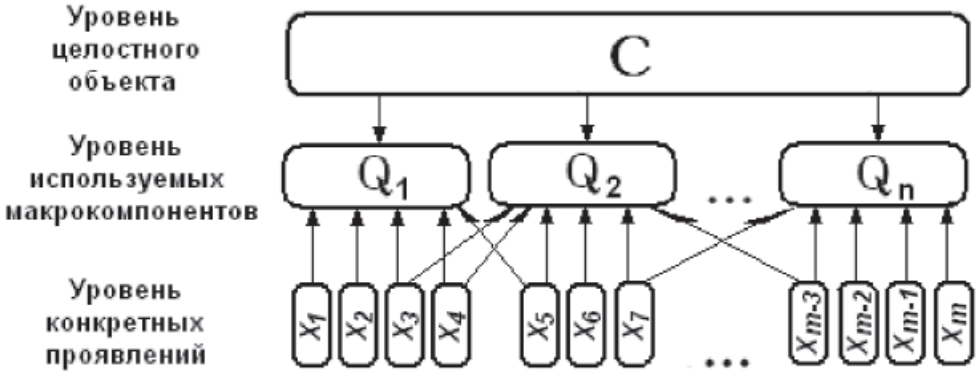


Рис. 1. Трехуровневая концептуальная модель структуры объекта моделирования с учётом нечеткости отнесения проявлений к рассматриваемым макрокомпонентам (по [10])

При спецификации составляющих концептуальной модели применительно к данному объекту моделирования, прежде всего учтем, что, говоря о профессионально-личностном самосовершенствовании педагогов, имеют в виду, что это:

- «способ творческого взаимодействия человека с самим собой, культивирование им самого себя через активное участие в основных сферах социальной жизни… и профессиональной деятельности» [2, с. 51];

● динамичное «единство развития всех сфер индивидуальности и личностных качеств» педагога [5, с. 333];

● систематическая, творческая деятельность, которая предусматривает самостоятельное развитие профессиональных и личностных способностей, свойств и качеств, а также осознание себя как субъекта образовательной деятельности [13];

● «осознанный, целенаправленный процесс повышения своей профессиональной и личностной компетентности, развития профессионально значимых качеств в соответствии с внешними социальными требованиями, условиями педагогической деятельности и личной программой развития» [6, с. 388].

Из этих и других известных определений следует, что процесс самосовершенствования направлен на личность самого педагога и на его профессиональную деятельность. Об этом свидетельствует анализ стратегического целеполагания преподавателей вуза, показавший, что для них актуальны два комплекса стратегических задач:

«1) строить образовательный процесс и совершенствовать его с учетом профиля профессиональной деятельности;

2) развивать собственную профессиональную педагогическую культуру» [11, с. 209].

Такое же стратегическое целеполагание реализуют и школьные учителя [8].

На среднем уровне модели, предназначенном также и для распознавания закономерностей профессионально-личностного самосовершенствования педагогов, важно оценивать развитие кластеров компетентностей, относящихся к деятельности человека и к его личности (см. табл. 1).

Известно, что компетентность человека характеризуется его «интеллектуально и личностно обусловленным опытом социально-профессиональной жизнедеятельности» [4, с. 1]. В этой работе И.А. Зимняя предложила основные группы ключевых общекультурных компетентностей, относящихся:

1) к самому человеку как к личности;

2) к взаимодействию с другими людьми;

3) к деятельности человека.

Учитывая цель данного моделирования, компетентности взаимодействия с другими людьми были включены в состав группы компетентностей, относящихся к деятельности.

Нижний уровень предназначен для операционализации измеряемых свойств объекта. Здесь содержатся проявления, характеризующие четыре рассматриваемых макрокомпонента. Формулировки этих проявлений должны обеспечить однозначное понимание их смысла, а также возможность оценить каждый из них. Используя проявления, которые пригодны и для самооценки, и для внешней оценки, можно, оценив интенсивность каждого из них, выполнить как самодиагностику, так и внешнюю диагностику состояния объекта.

В качестве иллюстрации ниже даны по 2 примера проявлений, характеризующих макрокомпоненты (в скобках стоят номера макрокомпонентов в соответствии с табл. 1).

● Адекватно использует профессиональную терминологию в своей деятельности (1).

● Приходит на занятие с хорошо подготовленным материалом (1).

● Осуществляет эффективное руководство научно-исследовательской деятельностью студентов (2).

● Создает условия для совместной деятельности студентов (2).

● Анализирует собственный опыт преподавания и опыт коллег (3).

● Выступает с докладом на методическом (методологическом) семинаре (3).

● Разрабатывает новые учебно-методические материалы (4).

● Конструирует новые оценочные средства (4).

Для диагностической анкеты было отобрано 36 проявлений. Использовалась нечеткая модель, т.к. более 90% проявлений характеризовали несколько макрокомпонентов. Были определены функции принадлежности проявлений к макрокомпонентам.

Таблица 1

Совокупность четырех макрокомпонентов, отображающих средний уровень модели профессионально-личностного самосовершенствования педагогов (по [12])

Комплексы основных стратегических задач	Опыт социально-профессиональной жизнедеятельности, относящийся	
	к самому человеку	к деятельности человека
Строить и совершенствовать образовательный процесс	1. Человек как профессиональный педагог	1. Профессиональная деятельность педагога
Развивать свою профессиональную педагогическую культуру	2. Личностно-профессиональное саморазвитие	2. Совершенствование своей профессиональной деятельности

Интенсивность каждого из проявлений измерялась в градациях порядковой шкалы, причем была обоснована процедура агрегирования показателей интенсивности проявлений, позволяющая оценить уровень развития любого макрокомпонента по шкале: 1 – низкий уровень развития; 2 – средний уровень развития; 3 – высокий уровень развития.

Для каждого педагога набор оценок, характеризующих достигнутые уровни развития макрокомпонентов, можно записать в виде кортежа четырех оценок. Такой кортеж, в котором на 1-м месте стоит оценка уровня первого макрокомпонента, на 2-м месте – оценка уровня второго макрокомпонента и т.д., представляет общую оценку состояния рассматриваемого процесса. Естественно считать соседними состояния, отличающиеся только в одной позиции кортежа (не важно, в какой) на единицу.

Для обоснования процедуры распознавания образов данного процесса было детализировано представление каждого класса используемой бинарной классификации:

1) отсутствуют закономерности развития;

2) имеются закономерности развития.

Если отсутствуют закономерности развития, то у первого класса возможных состояний объекта имеются следующие два признака, характеризующие развитие:

1) ни один из макрокомпонентов преимущественно не опережает другие;

2) ни один из макрокомпонентов преимущественно не отстает от других.

Одновременное отсутствие этих признаков означает, что имеет место второй класс возможных состояний объекта. При этом считается, что у рассматриваемого процесса реализуется наиболее вероятная последовательность переходов между соседними состояниями, связывающая начальное состояние процесса (состояние 1,1,1,1) с конечным состоянием 3,3,3,3. Допускается возможность того, что имеется несколько таких наиболее вероятных последовательностей.

Если же один признак указывает на отсутствие закономерности развития, а другой – на ее наличие, то имеет место неопределенный образ данного процесса, так что распознавание этого образа не может быть выполнено.

При распознавании образа рассматриваемого процесса использовалась следующая процедура. Для оценки первого признака рассматривались четыре события: $\mathbf{A_1}$, $\mathbf{A_2}$, $\mathbf{A_3}$, $\mathbf{A_4}$:

1) $\mathbf{A_1}$ – первый компонент развивается систематически раньше других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {2,1,1,1; 3,1,1,1; 3,2,1,1; 3,1,2,1; 3,1,1,2; 3,2,2,1; 3,2,1,2; 3,1,2,2; 3,2,2,2};

2) $\mathbf{A_2}$ – второй компонент развивается систематически раньше других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {1,2,1,1; 1,3,1,1; 2,3,1,1; 1,3,2,1; 1,3,1,2; 2,3,2,1; 2,3,1,2; 1,3,2,2; 2,3,2,2};

3) $\mathbf{A_3}$ – третий компонент развивается систематически раньше других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {1,1,2,1; 1,1,3,1; 2,1,3,1; 1,2,3,1; 1,1,3,2; 2,2,3,1; 2,1,3,2; 1,2,3,2; 2,2,3,2};

4) $\mathbf{A_4}$ – четвертый компонент развивается систематически раньше других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {1,1,1,2; 1,1,1,3; 2,1,1,3; 1,2,1,3; 1,1,2,3; 2,2,1,3; 2,1,2,3; 1,2,2,3; 2,2,2,3}.

Для оценки второго признака рассматривались четыре события: $\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_2}$, $\mathbf{B_3}$, $\mathbf{B_4}$:

1) $\mathbf{B_1}$ – первый компонент развивается систематически позже других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {1,2,2,2; 1,3,3,3; 1,2,2,3; 1,2,3,2; 1,3,2,2; 1,2,3,3; 1,3,2,3; 13,3,2; 2,3,3,3};

2) $\mathbf{B_2}$ – второй компонент развивается систематически позже других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {2,1,2,2; 3,1,3,3; 2,1,3,2; 2,1,2,3; 3,1,2,2; 2,1,3,3; 3,1,2,3; 3,1,3,2; 3,2,3,3};

3) $\mathbf{B_3}$ – третий компонент развивается систематически позже других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {2,2,1,2; 3,3,1,3; 3,2,1,2; 2,3,1,2; 2,2,1,3; 2,3,1,3; 3,2,1,3; 3,3,1,2; 3,3,2,3};

4) $\mathbf{B_4}$ – четвертый компонент развивается систематически позже других, в этом случае результаты развития описываются множеством следующих состояний: {2,2,2,1; 3,3,3,1; 3,2,2,1; 2,3,2,1; 2,2,3,1; 2,3,3,1; 3,2,3,1; 3,3,2,1; 3,3,3,2}.

Анализировались данные, полученные от 214 педагогов, в том числе 96 преподавателей дальневосточных вузов и 118 учителей биробиджанских школ. В этой выборке в начальном состоянии, в котором все макрокомпоненты находятся на низком уровне развития (кортеж 1,1,1,1), имелось 2 педагога, а в завершающем состоянии, когда все макрокомпоненты имеют высокий уровень развития (кортеж 3,3,3,3), были 34 педагога.

Для распознавания образа процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагога использовался критерий χ^2. В качестве нулевой гипотезы

рассматривалось предположение об отсутствии закономерности развития рассматриваемого процесса. При этом события **A_1, A_2, A_3, A_4** должны быть распределены равномерно. Так же должны быть распределены и события **B_1**, **B_2**, **B_3**, **B_4**. В соответствии с используемым критерием сравнение значения χ^2 с критическим значением $\chi^2_n(0{,}9)$ позволяет оценить справедливость нулевой гипотезы. Поскольку рассматриваются 4 возможные события (т.е. имеются 3 степени свободы), то на уровне значимости $\alpha = 0{,}1$ $\chi^2_n(0{,}9) = 6{,}25$.

Оценка величины χ^2 для событий **A_1, A_2, A_3, A_4** приводит к значению $\chi^2_n = 11{,}4$, а для событий **B_1**, **B_2**, **B_3**, **B_4** – $\chi^2_n = 78{,}9$ (табл. 2). Следовательно, нулевая гипотеза должна быть отвергнута и для первого, и для второго признака.

Использование обоих признаков указывает на наличие закономерности развития процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагога. Представление о наиболее вероятной траектории этого развития можно получить, считая, что состояния с наибольшими заселённостями являются следами этой траектории (рис. 2).

Таблица 2

Оценка признаков, обеспечивающих на основе критерия χ^2 распознавание образа процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагога

Первый признак				Второй признак			
События	Частота эмпирическая	Частота теоретическая	Вклад в значение χ^2	События	Частота эмпирическая	Частота теоретическая	Вклад в значение χ^2
A_1	18	10	6,4	B_1	0	16,5	16,5
A_2	10	10	0,0	B_2	10	16,5	2,6
A_3	9	10	0,1	B_3	9	16,5	3,4
A_4	3	10	4,9	B_4	47	16,5	56,4
Итого:	40	40	11,4	Итого:	66	66,0	78,9

Рис. 2. Возможные траектории развития процесса профессионально-личностного самосовершенствования педагогов. Состояния процесса представлены эллипсами, причем показаны состояния с ненулевыми заселенностями (удельными весами). В эллипсах указаны кортежи макрокомпонентов, определяющих каждое состояние. Над эллипсами даны эмпирические заселенности состояний. Жирной линией выделена наиболее вероятная траектория развития

Закономерность переходов с низкого на достаточный уровень и с достаточного на высокий уровень (рис. 2) описывается такой последовательностью развития макрокомпонентов: «Человек как профессиональный педагог» → «Личностно-профессиональное саморазвитие» → «Профессиональная деятельность педагога» → «Совершенствование своей профессиональной деятельности». Кроме того, возможны начальные этапы траектории рассматриваемого процесса, при которых макрокомпоненты «Профессиональная деятельность педагога» и «Личностно-профессиональное саморазвитие» оказываются на достаточном уровне развития, а остальные макрокомпоненты – на низком. Означает ли это, что имеется несколько вариантов наиболее вероятной траектории развития? Для ответа на этот вопрос нужны дальнейшие исследования.

Заметим, что описанная методика, дающая возможность распознавать закономерности развития процессов, которые представлены нечеткими системами, применима для широкого класса объектов. Ее, например, можно использовать для конкретизации закономерностей:

а) развития процесса эмоционального выгорания врачей;

б) развития профессионализма менеджеров;

в) реализации индивидуальной образовательной траектории студентов и др.

Данная статья выполнена в рамках проекта № 95 «Разработка системы распознавания структуры и оценки состояния слабо формализованных объектов на основе использования средств когнитивных технологий» (20142016 годы), выполняемого по заданию № 2014/422 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (регистрация во ВНТИЦ, № 114091640006).

Автор выражает свою искреннюю благодарность Фокиной О.А. – к.п.н., ст. преподавателю ФГБОУ ВПО «ПГУ имени Шолом-Алейхема» – за предоставленные данные оценок проявлений, характеризующих макро-компоненты профессионально-личностного самосовершенствования педагогов.

Список литературы

1. ГОСТ Р 43.0.3-2009. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Ноон-технология в технической деятельности. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2010. – 24 с.

2. Донцов И.А. Самовоспитание личности: Философско-этические проблемы. – М.: Политиздат, 1984. – 285 с.

3. Зеленцов И.А. Распознавание образов. Обзорная лекция. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://it-claim.ru/Persons/Zelencov/Lection_text.pdf (дата обращения: 02.03.2014).

4. Зимняя И.А Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Аспирантура и докторантура РГГУ: сайт. – URL: http://aspirant.rggu.ru/article.html?id=50758 (дата обращения: 21.06.11).

5. Каримова А.А. К вопросу о преемственности этапов профессионально-личностного самосовершенствования будущих преподавателей-филологов в условиях непрерывного образования // Филология и культура. Philology and Culture. – 2012. – № 4(30). – С. 331–335.

6. Левитан К.М. Юридическая педагогика:учебник. – М.: Изд. НОРМА, 2011. – 431 с.

7. Мердеева Б.С. Методические основы моделирования структуры слабо формализуемых объектов социальной реальности для диагностики их состояния // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: http://www.science-education.ru/109-9382 (дата обращения: 17.06.2015).

8. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / под ред. В.А. Сластенина. – М.: Издат. центр «Академия», 2002. – 576 с.

9. Соколов А.Ю. Знаниеориентированные модели и методы в системах управления принятия решений. [Электронный ресурс]: http://sumschool.sumdu.edu.ua/is-02/rus/lectures/sokolov/sokolov.htm (дата обращения: 12.03.2015).

10. Фишман, Б.Е., Мердеева Б.С., Трухина О.А. О задаче оптимального согласования экспертных представлений при построении диагностической модели профессионально-личностного самосовершенствования педагогов // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2012. – № 2(11). – С. 109–125.

11. Фишман Б.Е., Трухина О.А. Приоритетные сферы профессиональной деятельности и развитие профессионализма преподавателей вуза // Проблемы высшего образования: материалы международной научно-методической конференции, Хабаровск, 17–19 марта 2010 г. / под. ред. Т.В. Гомза. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – С. 209–211.

12. Фишман Б.Е., Трухина О.А., Мердеева Б.С. Моделирование процессов самосовершенствования педагогических работников в пространстве характеристик «стратегическое целеполагание – компетентность» // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 3; URL: www.science-education.ru/97-4708 (дата обращения: 21.04.2015).

13. Шлома А.В. Личностно-профессиональное самосовершенствование как средство подготовки учителей к инновационной деятельности: диссертация на соискание ученой степени к.п.н.: специальность 13.00.08. – Брянск: Брянский гос. ун-т им. акад. И.Г. Петровского, 2004. – 219 с.

References

1. GOST R 43.0.3-2009. Informacionnoe obespechenie tehniki i operatorskoj dejatelnosti. Noon-tehnologija v tehnicheskoj dejatelnosti. Obshhie polozhenija (Information support equipment and operator activity. Noon technology in technical activities. The general provisions) M.: Standartinform, 2010. 24 p.

2. Doncov I.A. *Samovospitanie lichnosti: Filosofsko-jeticheskie problem* (Self-education of the individual: the philosophical and ethical problems) Moscow, Politizdat Pab., 1984. 285 p.

3. Zelencov, I.A. *Raspoznavanie obrazov. Obzornaja lekcija*. (Recognition of the forms. Review lecture). Available at: www. it-claim.ru/Persons/Zelencov/Lection_text.pdf scribd.com/doc/1034528/ (accessed 2 March 2014).

4. Zimnjaja I.A *Kljuchevye kompetencii novaja paradigma rezultata obrazovanija* (Key competences a new paradigm of education resalts) Aspirantura i doktorantura RGGU. Available at: www. aspirant.rggu.ru/article.html?id=50758 (accessed 21 June 2011).

5. Karimova A.A. *K voprosu o preemstvennosti jetapov professionalno-lichnostnogo samosovershenstvovanija budushhih prepodavatelej-filologov v uslovijah nepreryvnogo obrazovanija* (To the question about the succession of stages of professional and personal self-development of future teachers-philologists in the context of lifelong education). *Filologija i kultura* Philology and Culture, 2012. no. 4(30), pp. 331–335.

6. Levitan K.M. *Juridicheskaja pedagogika. Uchebnik* (Juridical pedagogy. Course book). Moscow, NORMA Pab., 2011, 431 p.

7. Merdeeva B.S. *Metodicheskie osnovy modelirovanija struktury slabo formalizuemyh ob#ektov socialnoj realnosti dlja diagnostiki ih sostojanija* (Methodological foundations of modeling of the structure of weakly formalized objects of social reality for the diagnosis of their condition). *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* Modern problems of science and education, 2013, no. 3. Available at: www. science-education.ru/109-9382 (accessed 17 June 2015).

8. Slastenin, V.A., Isaev I.F., Shijanov E.N. *Pedagogika: ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ped. ucheb. zavedenij* (Pedagogy: tutorial). Moscow, «Academy» Pab., 2002, 576 p.

9. Sokolov A.Ju. *Znanieorientirovannye modeli i metody v sistemah upravlenija prinjatija reshenij* (Knowledge-oriented models and methods in control systems of decision making). Available at: www/ sumschool.sumdu.edu.ua/is-02/rus/lectures/sokolov/sokolov.htm (accessed 12 March 2015).

10. Fishman, B.E., Merdeeva B.S., Truhina O.A. *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleijhema* Herald of the Sholom-Aleichem Priamursky State University, 2012, no 2(11), pp. 109–125.

11. Fishman B.E., Truhina O.A. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii «Problemy vysshego obrazovanija»* (Proceedings of the International Scientific and methodic Conference «Problems of Higher Education») Khabarovsk, Pacific state University Pab., 2010, pp. 209–211.

12. Fishman B.E., Truhina O.A., Merdeeva B.S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* Modern problems of science and education, 2011, no 3. Available at: www. science-education.ru/97-4708 (accessed 21 April 2015).

13. Shloma A.V. *Lichnostno-professionalnoe samosovershenstvovanie kak sredstvo podgotovki uchitelej k innovacionnoj dejatelnosti: dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni k.p.n.: specialnost 13.00.08* (Personal and professional self-improvement as a means of preparing teachers for innovation: the dissertation on scientific degree specialty 13.00.08). Bryansk: Bransk State University Pab., 2004, 219 p.

Рецензенты:

Сай С.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой вычислительной техники, ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск;

Поличка А.Е., д.п.н., к.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры математики и ИТ, ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный университет», г. Хабаровск.

УДК 699.83

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ НА УЧАСТКЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА УСТЬ-ДОНЕЦКОЙ ГРЭС

[1]Хансиварова Н.М., [2]Скнарина Н.А., [1]Харчук В.В.

[1]ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: n.khansivarova@yandex.ru;

[2]СРО НП содействия развитию инженерно-изыскательской отрасли «Ассоциация Инженерные изыскания в строительстве», филиал «АИИС – Ростов-на-Дону», Ростов-на-Дону, e-mail: nadskn@gmail.com

Предложена методика количественной оценки интенсивности развития процессов линейной эрозии на участках проектируемого строительства сооружений I уровня ответственности в районах развития мощной толщи дисперсных просадочных отложений. Методика содержит полевой и аналитический этапы исследований. Полевой этап предполагает изучение основных морфометрических показателей эрозионных форм и выделение их порядков (I–IV). Аналитический этап включает анализ основных природных процессов, способствующих развитию овражно-балочной эрозии и плоскостного смыва, а также разработку количественной оценки их проявления. Влияние отдельных природных факторов оценивается по 4-балльной шкале. Степень интенсивности процесса определяется суммой набранных баллов по каждому фактору. Результат проведенных исследований отражается на карте районирования территории по степени активности проявления опасного геологического процесса.

Ключевые слова: овражно-балочная эрозия, плоскостной смыв, количественные критерии, интенсивность проявления, районирование

BRIEF ANALYSIS OF NATURAL FACTORS FOR EVALUATION OF DEVELOPMENT PROCESSES LINEAR EROSION AT THE PROJECTED CONSTRUCTION UST-DONESK SDPS

[1]Khansivarova N.M., [2]Sknarina N.A., [1]Kharchuk V.V.

[1]FGAU VPO «Southern Federal University», Rostov-on-Don, e-mail: n.khansivarova@yandex.ru;

[2]Association of Engineering Survey in Construction, Rostov-on-Don, e-mail: nadskn@gmail.com

Proposed the method for quantitative evaluation the intensity of the development processes of linear erosion in areas of the projected construction of building of I level of responsibility in areas of thick sequence of sediments disperse subsiding. The technique comprises a field and analytical stages of research. Field stage involves the study of the main morphometric parameters of erosion forms and isolation of their orders (I-IV). Analytical phase includes analysis of major natural processes that contribute to the development of ravine erosion and washout planar, as well as the development of a quantitative assessment of their manifestations. The impact of individual natural factors measured by a 4-point scale. Degree of intensity of the process is determined by the sum of the of points for each factor. The result of the research is reflected in the zoning map for the degree of activity manifestation of dangerous geological processes.

Keywords: ravine erosion, washout planar, quantitative criteria, the intensity of the manifestations, zoning

Основанием зданий и сооружений в пределах европейской части юга России служат дисперсные грунты с водноколлоидными и механическими структурными связями. Подверженность структурно-неустойчивых пород размыву вызывает необходимость детального изучения эрозионных процессов, связанных с деятельностью поверхностных вод, особенно таких, как овражная эрозия и плоскостной смыв [8]. Исследования особенно актуальны при проведении инженерно-геологических изысканий на участках проектирования и строительства объектов I (повышенного) уровня ответственности [3]. В настоящем сообщении приведен анализ и методика количественной оценки основных факторов развития и форм проявления эрозионных процессов на примере площадки проектируемого строительства Усть-Донецкой ГРЭС на стадии «проект».

Целью исследования является изучение состояния овражно-балочной сети на участке изысканий; выделение линейных эрозионных форм различных порядков; количественная оценка процессов овражной эрозии и плоскостного смыва; составление схемы районирования участка по степени интенсивности проявления эрозионных процессов.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленных целей выполнены полевые, лабораторные исследования и камеральная обработка полученных результатов. Для изучения основных морфометрических показателей эрозионных форм I–IV порядков осуществлено рекогносцировочное обследование площадок и прилегающих к ним территорий. Маршруты сопровождались проходкой шурфов в бортах и русле балок. Мощность, состав и состояние размываемых пород определены при бурении скважин механическим ударно-канатным способом буровыми установками УГБ-1ВС и УРБ-2,5. Глубина скважин 15,0–50,0 м, диаметр бурения 168 мм. В процессе бурения по всему разрезу отбирались пробы грунтов ненарушенного сложения. Классификационные показатели грунтов определялись общепринятыми лабораторными методами согласно ГОСТ [1, 2]. Коэффициенты фильтрации грунтов получены по результатам наливов в шурфы.

Результаты исследования и их обсуждение

Участок работ занимает водораздельное пространство между р. Дон и Сев. Донец. По схеме геоморфологического районирования равнин бассейна Нижнего Дона, предложенной П.Ф. Молодкиным, исследуемая площадка относится к геоморфологическому подрайону Нижне-Донецкой денудационной возвышенности; геоморфологическому району Донецкой денудационно-эрозионной возвышенности на складчатых структурах Донбасса; геоморфологической области Донецкого кряжа [7].

Донецкий кряж в пределах Нижнего Дона представлен восточными, ныне разрушенными отрогами с плоскими междуречьями и глубокими, местами горного типа, долинами. Наиболее древними породами, выходящими на поверхность, являются карбонатные известняки, песчаники, сланцы с прослоями каменного угля. Покрыты они четвертичными глинами, песками и суглинками. Развиты складчатые и разрывные нарушения, нашедшие отражение и в современном рельефе.

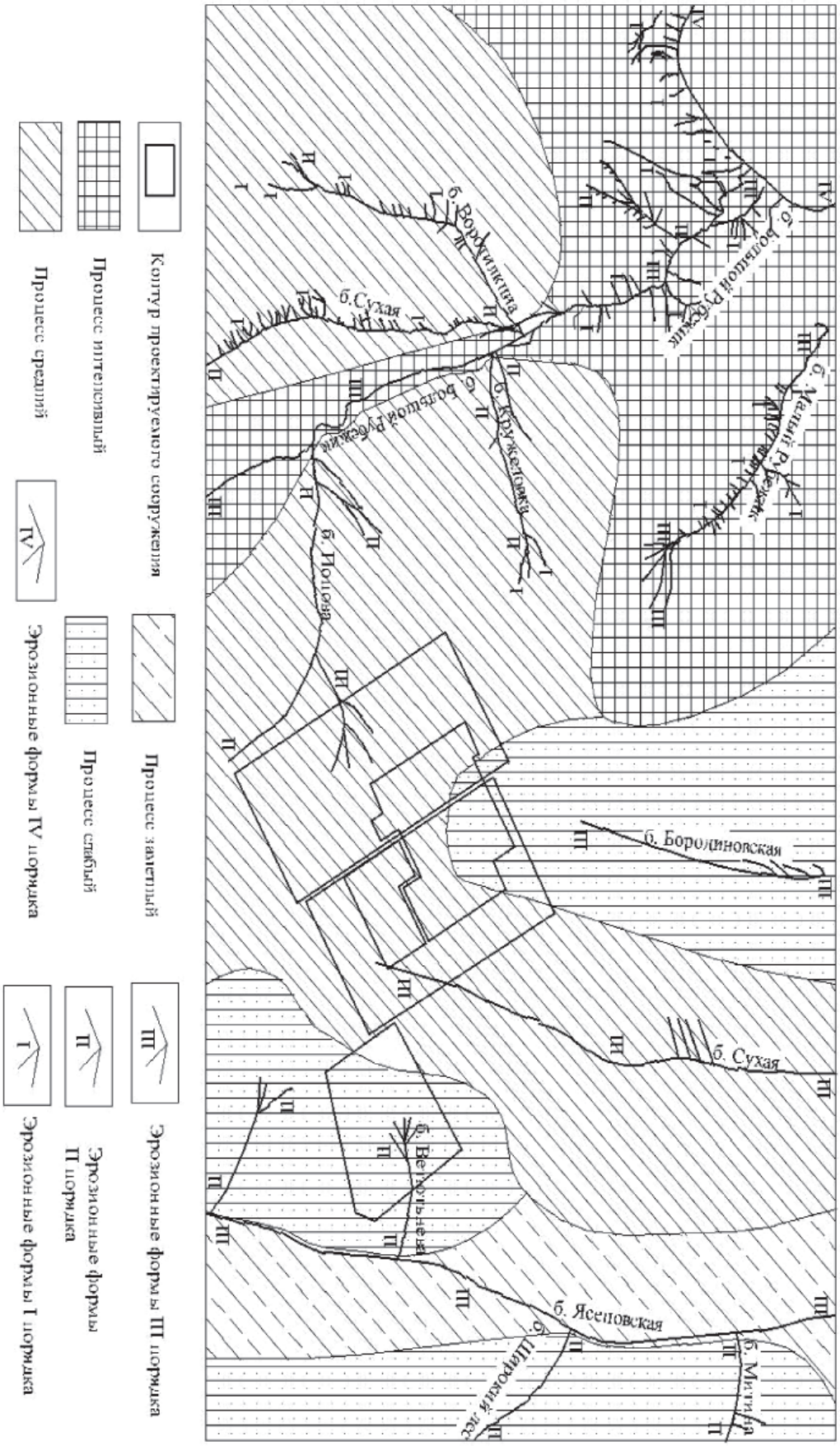
Денудационно-эрозионная возвышенность занимает восточную часть кряжа. Неоген-четвертичные поднятия в пределах складчатого Донбасса стимулировали активное развитие процессов смыва и размыва, в результате чего часть мезокайнозойских отложений была эродирована. В современных условиях, когда здесь также преобладают унаследованные тектонические поднятия со скоростью 2,6–3 мм/г, важнейшим рельефообразующим процессом является денудация. Вследствие этого на данной местности развивается типичная денудационно-эрозионная возвышенность. Поверхность ее расчленена долинами р. Лихой и Кундрючьей и их притоками. Рисунок речной сети во многом предопределен разрывными тектоническими нарушениями.

В геоморфологическом отношении площадка проектируемого строительства расположена в пределах трех геоморфологических элементов:

- нижне-верхнечетвертичной эоловоделювиальной платообразной равнине с овражно-балочным расчленением на сложнодислоцированном палеозойском пластовом основании (vdQ_{I-III});
- плиоценчетвертичной полигенетической платообразной равнине с лощинобалочным расчленением и просадочными формами рельефа на пластовом неогеновом основании ($N_2 – Q$);
- верхнечетвертичной и современной аллювиально-делювиальной первой надпойменной и пойменной террас балок [7].

Абсолютные отметки площадки изменяются в широких пределах от 73,13 до 132,2 м.

На участке проектируемого строительства наибольшее распространение получила линейная эрозия – мощный рельефообразующий процесс, в результате которого на поверхности суши образуются специфические, отрицательные линейные формы различных порядков. Эрозионные формы высших порядков являются следствием эрозионной работы рек. Вторичные эрозионные образования формируются временными потоками дождевых и талых вод на склоновых водосборах, в днищах и по бортам балок, рек и определяют дальнейшее развитие эрозионной сети. Овражно-балочная сеть участка изысканий сформирована эрозионной деятельностью р. Кундрючья, которая в данной системе является эрозионной формой самого высокого IV порядка (рис. 1). Эрозионные формы III порядка представлены правыми притоками р. Кундрючьей и Сев. Донца – пятью крупными балками, Большой и Малый Рубежик, Ясеновская, Сухая и Бородиновская. Эрозионные формы II порядка связаны с балками Большой Рубежик и Ясеновская. Балка Большой Рубежик принимает балки-притоки: Попова, Кружеловка (правые), Сухая, Воротилкина, Костылева (левые). Для всех балок характерна интенсивная боковая и глубинная эрозия в виде извилистых оврагов с отвершками. В балку Ясеновскую открываются балки-притоки: Широкий лес и Митина (правые притоки); балка Ветотьева (левый приток) [9].


б. Большой Рудник
б. Ворожилкина
б. Сухая
б. Кружеловка
б. Большой Рудник
б. Малый Рудник
б. Поляна
б. Бородиновская
б. Сухая
б. Веселая
б. Ясеновская
б. Широкая
б. Малая
Контур проектируемого сооружения
Процесс интенсивный
Процесс средний
Процесс заметный
Процесс слабый
Эрозионные формы IV порядка
Эрозионные формы III порядка
Эрозионные формы II порядка
Эрозионные формы I порядка

В концептуальную модель развития процессов линейной эрозии на территории площадки изысканий включены следующие природные факторы:

1) энергия водных потоков (дождевых и талых вод);

2) фильтрационные свойства грунтов;

3) морфометрия основных элементов эрозионной сети;

4) эрозионная устойчивость пород (размываемость и размокаемость).

1. Энергия водных потоков (дождевых и талых вод)

Ниже приведена краткая характеристика перечисленных факторов.

Энергия водных потоков (дождевых и талых вод) определяется климатическими условиями. Отрыв частиц почв и пород от грунтовой толщи и их дальнейшее перемещение вниз по склону определяется кинетической энергией дождевых капель. Кроме того, атмосферные осадки формируют положительную составляющую в водном балансе склоновых потоков и усиливают их транспортирующую способность. Терминальная скорость падения дождевых капель зависит от их размеров и изменяется от 1–2 до 9 м/с. Установлено, что с увеличением интенсивности дождя возрастает средний диаметр капель. Одной из эмпирических характеристик эрозионного потенциала осадков служит эрозионный индекс дождей [10]. В пределах Европейской части России эрозионный индекс изменяется от нескольких единиц до 100. Его значения для территории района работ составляют 9–10, что оценивается как низкий индекс [10]. Следовательно, климатический фактор в процессе развития линейной эрозии существенного влияния не оказывает.

2. Рельеф

Энергия рельефа земной поверхности в значительной степени влияет на количество стекающей по склону воды и ее скорость. Интенсивность смыва почв и пород находятся в зависимости от следующих морфологических параметров балок и оврагов: длины, крутизны, формы склонов, а также высоты водоразделов относительно местного базиса эрозии [10].

Известно, что на склонах с крутизной до 2° перемещение рыхлого материала идет слабо, промоины образуются редко. При крутизне склонов от 2 до 5° размыв пород увеличивается. Крутизна склонов от 4 до 8° обеспечивает достаточно заметное и повсеместное развитие овражной и плоскостной эрозии. Наибольшая активность процессов наблюдается на склонах с крутизной более 8°, в пределах которых происходит интенсивное преобразование многочисленных промоин в овраги [10].

Большинство балок на участке работ имеют крутизну склонов выше 8°. Исключение составляют балки Широкий лес, Ясеновская, Кружеловка, Сухая и Митино. Крутизна их склонов изменяется от 6 до 7°. Таким образом, крутизна склонов практически всех изученных эрозионных форм II и III порядков способствует интенсивному развитию плоскостного смыва и эрозии.

Скорость поверхностных потоков определяется высотой водоразделов относительно местного базиса эрозии. Отмечается существенный перепад значений превышения высот водоразделов над местным базисом эрозии на участке проектирования. Он составляет от 40 до 135 м.

Известно, что при увеличении длины склона в 2 раза смыв пород возрастает в 1,5 раза [4]. На склонах большой протяженности наблюдается нарастание кинетической энергии водного потока. В пределах участка работ длина склонов балок весьма значительна от 500 м (б. Костылева) до 5000 м (б. Ясеновская и большой Рубежик).

Соотношение процессов эрозии и аккумуляции перемещенных пород контролируется формой продольного профиля склона. Наиболее эрозионно-опасными являются выпуклые склоны. Такая форма склонов характерна для балок, расположенных в северной части планшета. Большинство балок, расположенных в южной части участка, находятся на завершающей стадии развития, Это выражается в постепенном удлинении вогнутой верхней части и сокращении выпуклой нижней части профиля.

Следовательно, рельеф участка проектируемого строительства по большинству перечисленных выше морфологических характеристик создает благоприятные условия для интенсивного развития процесса линейной эрозии.

3. Геологическое строение

Интенсивность образования эрозионных форм и высокая динамичность их изменений наблюдается в тех случаях, когд, склоны и водоразделы сложены мощными толщами дисперсных легко размываемых пород, обладающих значительной водопроницаемостью, низкой плотностью, с преобладанием тонких фракций в гранулометрическом составе [4]. На таких участках формируются глубокие овраги, что существенно увеличивает энергию рельефа, и показатели пораженности территории имеют высокие значения. Присутствие в породах пылеватых и глинистых фракций облегчает их транспортировку во взвешенном состоянии, а для смыва более крупных частиц необходима дополнительная кинетическая энергия потока.

Изучаемая площадка сложена четвертичными и неогеновыми отложениями. Современные отложения представлены почвой (eQ_{IV}), ниже которой залегают покровные лессовидные суглинки, реже глины (vQ_{I-III}), супеси (vQ_{I-II}),

пески. В гранулометрическом составе всех пород преобладают пылеватая и глинистая фракции; породы имеют малую плотность. Мощность дисперсных пород изменяется от 2,0–6,0 до 30,0–50,0 м, реже она больше. Таким образом, геологическое строение участка проектируемого строительства по совокупности факторов способствует развитию и интенсивному проявлению эрозионных процессов [6].

Особое место в исследованиях опасных экзогенных процессов уделяется созданию методик оценки интенсивности их проявления и прогноза дальнейшего развития. Для выявления пространственных закономерностей и степени активности проявления процессов линейной эрозии предлагается комплексный учет всех описанных выше природных факторов, которые оцениваются по 4-балльной системе с присвоением каждому баллу соответствующей градации. Балльная оценка каждого природного фактора, рассмотренного выше, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Количественная оценка природных факторов развития эрозионных процессов

№ п/п	Название фактора	Диапазоны критериев	Название градации	Балл
1	Эрозионный индекс дождей	1–25	Очень низкий	1
		26–50	Низкий	2
		51–75	Средний	3
		< 75	Высокий	4
2	Крутизна склонов, град	5 до 7^0	Процесс слабый	1
		8 до 10°	Процесс заметный	2
		11–13°	Процесс интенсивный и повсеместный	3
		> 13^0	Процесс быстрого роста оврагов	4
3	Высота базиса эрозии, м	< 40	Процесс слабый	1
		40–70	Процесс заметный	2
		71–100	Процесс средний	3
		> 100	Процесс интенсивный	4
4	Длина склона, м	500	Процесс слабый	1
		501–2000	Процесс заметный	2
		2001–3500	Процесс средний	3
		> 3500	Процесс интенсивный	4
5	Форма склонов	Вогнутая	Процесс слабый	2
		Выпуклая	Процесс интенсивный	4
6	Мощность размываемых пород, м	< 15	Процесс слабый	1
		16–30	Процесс заметный	2
		31–45	Процесс средний	3
		> 45	Процесс интенсивный	4
7	Гранулометрический состав: преобладающие фракции, мм	1–0,10	Процесс слабый	1
		0,05–0,01; 0,1–0,05	Процесс заметный	2
		0,01–0,005	Процесс средний	3
		< 0,005; 0,01–0,005	Процесс интенсивный	4
8	Коэффициент фильтрации, м/сут	< 0,33	Процесс слабый	1
		0,34–0,73	Процесс заметный	2
		0,73–1,13	Процесс средний	3
		> 1,33	Процесс интенсивный	4
9	Количество оврагов и отвершков, ед	< 18	Процесс слабый	1
		19–36	Процесс заметный	2
		37–55	Процесс средний	3
		> 55	Процесс интенсивный	4
Всего баллов		13–36		
		13–18	Процесс слабый	
		19–24	Процесс заметный	
		25–30	Процесс средний	
		> 30	Процесс интенсивный	

Таблица 2

Значения суммарного критерия и характеристика градации эрозионного процесса

№ п/п	Название эрозионной формы	Порядок эрозионной формы	Количество баллов	Характеристика градации
1.	Р. Кундрючья	IV	> 30	Процесс интенсивный
2.	Б. Большой рубежик	III	> 30	Процесс интенсивный
3.	Б. Малый Рубежик	III	> 30	Процесс интенсивный
4.	Б. Ясеновская	III	20	Процесс заметный
5.	Б. Сухая	III	15	Процесс слабый
6.	Б. Бородиновская	III	17	Процесс слабый
7.	Б. Попова	II	25	Процесс средний
8.	Б. Кружеловка	II	27	Процесс средний
9.	Б. Сухая	II	26	Процесс средний
10.	Б. Воротилкина	II	27	Процесс средний
11.	Б. Костылева	II	25	Процесс средний
12.	Б. Широкий Лес	II	14	Процесс слабый
13.	Б. Митина	II	14	Процесс слабый
14.	Б. Ветотьева	II	14	Процесс слабый

Выделенные эрозионные формы II и III порядков оцениваются суммой набранных баллов по каждому фактору. Результаты приведены в табл. 2.

Районирование территории по степени интенсивности развития процессов овражной эрозии и плоскостного смыва приведено на рисунке.

Выводы

1. В геоморфологическом отношении площадка проектируемого строительства расположена в пределах трех геоморфологических элементов и в соответствии с принятой классификацией сложности инженерно-геологических условий оценивается как сложная [5]. Особенностью геоморфологии площадки является наличие многочисленных форм линейной эрозии в виде балок, оврагов, рытвин и промоин.

2. В пределах участка изысканий по степени интенсивности развития процессов овражной эрозии и плоскостного смыва четко выделяются два района: с интенсивным и средним проявлением процесса; с заметным и слабым проявлением процесса. Первый район занимает северную часть планшета; второй – расположен в южной части района работ. В целом площадку проектируемого строительства можно отнести к территории с высоким потенциалом развития овражно-балочной эрозии. Это обусловлено следующими природными факторами: преобладанием в геологическом разрезе мощной толщи легко размываемых и размокаемых дисперсных отложений со стуктурно-неустойчивыми связями; интенсивной эрозионной деятельностью р. Кундрючья, сформировавшей сеть балок и оврагов выпуклой формы, с крутыми склонами и значительной глубиной базисов эрозии.

3. После ввода в эксплуатацию ГРЭС, технологический процесс которой предусматривает большое потребление воды и безвозвратные ее потери, на площадке могут сформироваться временные водоносные горизонты техногенного происхождения. Для предупреждения подъема уровней грунтовых вод и процесса подтопления участка изысканий следует предусмотреть создание в районе с интенсивным и средним проявлением процессов эрозии на этапе строительства дополнительных рубежей стока, концентрирующих потоки дождевых и талых вод, перераспределение стока на водосборе, использование балок в качестве природных дрен.

4. Сохранение растительного покрова в очагах возможного развития оврагов.

5. Для получения количественных характеристик третьей группы, обеспечивающих прогноз развития линейной эрозии и разработки противоэрозионных мероприятий, необходимо на завершающей стадии проектирования создание системы мониторинга в пределах балок, расположенных в непосредственной близости и попадающих в контуры проектируемых промышленных сооружений и золоотвала ГРЭС, а именно, балки Ветотьева, Сухая (III порядок), Попова.

Список литературы

1. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. ГОСТ 5180-84. – Введ. 1985-01-07. – М.: Стандартинформ, 2005. – 21 с.

2. Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава. ГОСТ 12536-79. – Введ. 1980-01-07. – М.: Стандартинформ, 2008. – 21 с.

3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ. М., 2004.

4. Зорина Е.Ф. Овражная эрозия: закономерности и потенциал развития. – М.: ГЕОС, 2003. – 170 с.

5. Инженерно-геологические изыскания для строительства. СП 11-105-97. (I часть) – Введ. 1998-01-03. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 47 с.

6. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика: учеб. для вузов. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.

7. Молодкин П.Ф. Равнины Нижнего Дона. – Ростов-н/Д.: Изд-во РГУ, 1980. – 140 с.

8. Опасные экзогенные процессы / под ред. В.И. Осипова. – М.: Геос, 1999. – 324 с.

9. Хансиварова Н.М., Шувалова Л.П., Ипаткин Н.А., Сметанина А.С. Отчет по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных на площадке проектируемого строительства зданий и сооружений Усть-Донецкой ГРЭС в Усть-Донецком районе Ростовской области» Книга 1. Текст отчета с приложениями. – 2009.

10. Эрозионные процессы (Географическая наука практике) / под ред. Н.И. Маккавеева и Р.С. Чалова. – М.: Мысль, 1984. – 255 с.

References

1. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikh kharakteristik. GOST 5180-84. Vved. 1985-01-07. M.: Standartinform, 2005. 21 p.

2. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya zernovogo (granulometricheskogo) sostava. GOST 12536-79. Vved. 1980-01-07. M.: Standartinform, 2008. 21 p.

3. Gradostroitelnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 29.12.2004 no. 190-FZ. M., 2004.

4. Zorina E.F. Ovrazhnaya eroziya: zakonomernosti i potentsial razvitiya. M.: GEOS, 2003. 170 p.

5. Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitelstva. SP 11-105-97. (I chast) Vved. 1998-01-03. M.: FGUP TsPP, 2004. 47 p.

6. Lomtadze V.D. Inzhenernaya geologiya. Inzhenernaya geodinamika: ucheb. Dlya vuzov. L.: Nedra, 1977. 479 p.

7. Molodkin P.F. Ravniny Nizhnego Dona. Rostov-n/D.: Izd-vo RGU, 1980. 140 p.

8. Opasnye ekzogennye protsessy / Pod redaktsiey V.I. Osipova. M.: Geos, 1999. 324 p.

9. Otchet po rezultatam inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy, vypolnennykh na ploshchad-ke proektiruemogo stroitelstva zdaniy i sooruzheniy Ust-Donetskoy GRES v Ust-Donetskom rayone Rostovskoy oblasti» Kniga 1. Tekst otcheta s prilozheniyami. Khansivarova N.M., Shuvalova L.P., Ipatkin N.A., Smetanina A.S., 2009.

10. Erozionnye protsessy (Geograficheskaya nauka praktike) / Pod redaktsiey N.I. Makka-veeva i R.S. Chalova. M.: Mysl, 1984. 255 p.

Рецензенты:

Беспалова Л.А., д.г.н., профессор кафедры океанологии, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону;

Ивлиева О.В., д.г.н., профессор, зав. кафедрой туризма, Высшая школа бизнеса, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону.

УДК 661.143:544.183:541.49:546.(64 + 654)

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АКРИЛАТОВ ИТТРИЯ И ЛАНТАНА: КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

[1,2]Харченко В.И., [1]Курбатов И.А., [1,2]Чередниченко А.И.

[1]ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: vikharchenko@gmail.com;

[2]ФГБУН «Институт химии» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: vikharchenko@ich.dvo.ru

С целью теоретического исследования эффекта дисперсионного взаимодействия на электронное строение димеров комплексов $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$ (M = Y, La) квантово-химическим методом теории функционала плотности (DFT) изучены их геометрическая структура и электронные характеристики в основном состоянии. Показано, что учет дисперсионных поправок с помощью метода DFT-D3 позволяет получить более корректные геометрические характеристики молекулярных кластеров данных комплексов, при этом длины связей внутри лигандов практически не изменяются. Включение дисперсионного взаимодействия в схему расчета не приводит к значительному перераспределению электронной плотности в рассмотренных слабополярных молекулярных системах. При этом энергия ВЗМО возрастает, а НВМО снижается, энергетическая щель ВЗМО-НВМО уменьшается на 0,03 эВ. Увеличение ионного радиуса РЗЭ приводит к увеличению дисперсионного взаимодействия в системе. Таким образом, при квантово-химическом моделировании комплексов РЗЭ обязателен учет дисперсионного взаимодействия для корректного описания физико-химических свойств и технологических процессов.

Ключевые слова: акрилат, полимер, иттрий, лантан, квантово-химические расчеты, теория функционала плотности, электронное строение, дисперсионные взаимодействия

EFFECT OF DISPERSION INTERACTION ON THE ELECTRONIC STRUCTURE OF YTTRIUM AND LANTHANUM ACRYLATES: A QUANTUM-CHEMICAL STUDY

[1,2]Kharchenko V.I., [2]Kurbatov I.A., [1,2]Cherednichenko A.I.

[1]Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: vikharchenko@gmail.com;

[2]Institute of Chemistry, Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: vikharchenko@ich.dvo.ru

In order to consider theoretically the effect of dispersion interaction on the electronic structure of dimers of complexes $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$ (M = Y, La), their structural parameters and electronic characteristics in the ground state were studied by the quantum-chemical method within the density functional theory (DFT). It is shown that the inclusion of dispersion corrections by the DFT-D3 method provides more correct structural parameters of molecular clusters of these complexes, at that, intra-ligand bond lengths virtually do not change. The inclusion of dispersion interactions into the calculation scheme does not lead to a significant redistribution of electron density in the considered low-polar molecular systems. At that, the HOMO energy increases, and the LUMO energy decreases, the HOMO-LUMO energy gap decreases by 0,03 eV. An increase in the ionic radius of the rare earth element leads to an increase in dispersion interaction in the system. Thus, when quantum-chemical modeling of REE complexes, the dispersion interactions should be considered in order to describe correctly physical-chemical properties and technological processes.

Keywords: acrylate, polymer, yttrium, lanthanum, quantum chemical calculations, density functional theory, electronic structure, dispersion interactions

Комплексы редкоземельных элементов (РЗЭ) представляют большой практический интерес для современных химических технологий и оптоэлектроники. Полимеризация комплексных соединений РЗЭ приводит к получению новых полимеров и композиций на их основе, полимерные звенья которых содержат эквивалент металла, что обеспечивает не только улучшение многих свойств, присущих мономерам, но и возникновение новых перспективных характеристик. Возможность гомо- и сополимеризации комплексов лантаноидов (III) позволяет получить светотрансформирующие полимеры с заданными свойствами, отличающимися от свойств низкомолекулярных аналогов. Например, установлено, что структура кристаллов акрилата европия (III) и метакрилата тербия (III) представлена бесконечными цепями комплексов РЗЭ, связанных водородными связями и ван-дер-ваальсовым взаимодействием, причем в структуру комплексов входят молекулы воды, участвующие в водородных связях внутри цепи и между бесконечными цепочками полиэдров [2, 3].

В связи с тем, что данные по пространственному и электронному строению полимеров комплексов РЗЭ крайне ограничены, изучение строения кластеров и исходных

комплексных соединений очень актуально. Изучение физико-химическими методами особенностей геометрической структуры и электронного строения способствует описанию механизмов электронного возбуждения и фотохимических процессов в молекулярных системах данных классов, что продиктовано необходимостью создания новых наноструктурированных оптоэлектронных материалов для современных устройств мониторинга технологических процессов [6, 7].

Увеличение числа мономерных звеньев в полимерной цепи комплексов РЗЭ приводит к росту влияния дисперсионного взаимодействия, поэтому целью настоящей работы является теоретическое физико-химическое исследование эффекта дисперсионных взаимодействий на геометрическое и электронное строение комплексов $M(Acr)_3 \cdot (H_2O)_2$ (M = Y, La; Acr – акрилат-анион, CH_2CHCOO^-).

Материалы и методы исследования

Квантово-химические расчеты геометрической структуры и электронного строения комплексов $M(Acr)_3 \cdot (H_2O)_2$ и $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$ проведены в вакуумном приближении методом теории функционала плотности (DFT) с гибридным обменно-корреляционным функционалом PBE0 [1] с помощью программных пакетов GAMESS-US (версия 05.12.2014) [9], FireFly (PC GAMESS) (v8.1, b9035) [4]. Для атомов иттрия и лантана использован Штутгартский псевдопотенциал и базис ECP28MWB(Y) и ECP46MWB(La) [8], для других атомов взят базис 6-31G(d,p). В качестве начального приближения при оптимизации геометрии использованы экспериментальные геометрические параметры комплекса европия(III) аналогичного состава [2]. Условие минимума энергии молекулы проверялось по гессиану. Дисперсионные энергетические поправки в основном состоянии комплексов учтены в рамках эмпирических соотношений Гримме с помощью метода DFT-D3 [5], который позволяет корректно учитывать межмолекулярное взаимодействие комплексных соединений и молекул растворителя. Результаты расчетов визуализировались с помощью программы Chemcraft 1.8 (b436) [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения квантово-химического моделирования звена полимера геометрические параметры биметаллического фрагмента были взяты из экспериментальной геометрической структуры аналогичного комплекса европия (III), содержащей два иона РЗЭ, шесть акрилат-анионов и четыре молекулы воды. Установлено, что оптимизированные геометрические структуры комплексов $Y_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$ (I) и $La_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$ (II) подобны (рис. 1).

Акрилат-анионы в изоструктурных комплексах I и II можно разделить на два типа: бидентантные (Б), связанные с одним ионом РЗЭ (например, акрилат-анион с атомами углерода C_1–C_3), и бидентантно-мостиковые (БМ), связанные с двумя ионами РЗЭ (C_4–C_6).

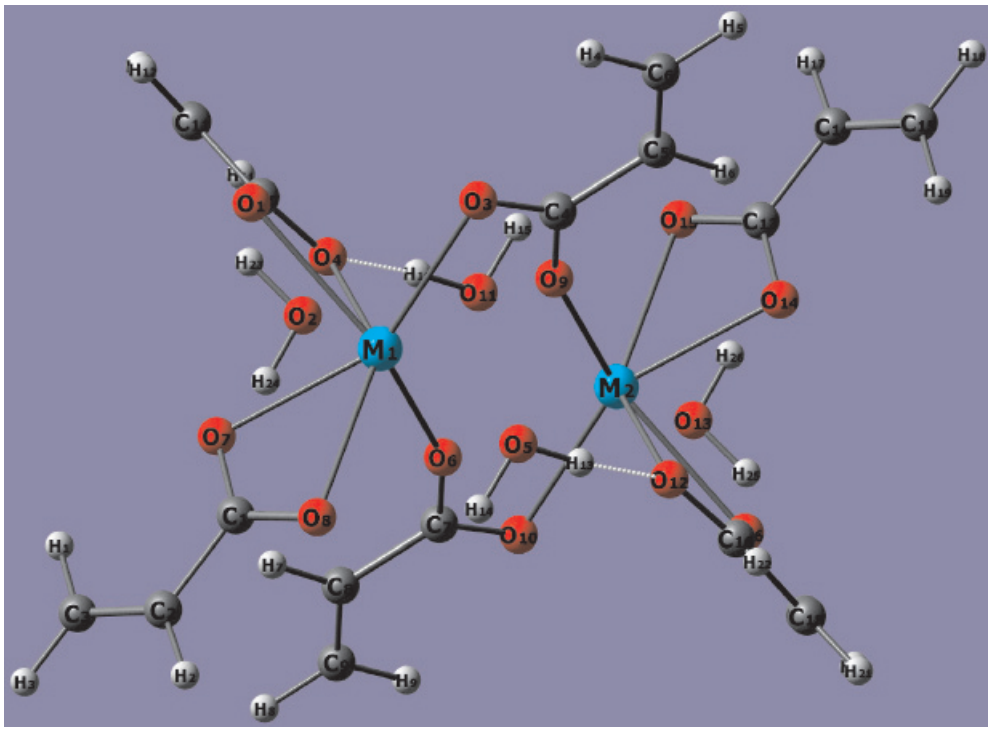


Рис. 1. Оптимизированная геометрическая структура комплексов $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$.

Таблица 1

Рассчитанные длины связей (Å), полная энергия $E_{полн}$ (а.е.) комплексов $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$

Связь / $E_{полн}$	$Y_2(Acr)_6 \cdot 4H_2O$			$La_2(Acr)_6 \cdot 4H_2O$		
	DFT	DFT–D3	Δ [a]	DFT	DFT–D3	Δ
M_1–M_2	3,962	3,940	–0,022	4,293	4,281	–0,012
M_1–O_7	2,375	2,367	–0,008	2,592	2,587	–0,005
M_1–O_8	2,486	2,477	–0,009	2,529	2,519	–0,010
O_7–C_1	1,264	1,265	0,001	1,266	1,267	0,001
O_8–C_1	1,273	1,272	–0,001	1,276	1,275	–0,001
C_1–C_2	1,486	1,485	–0,001	1,486	1,485	–0,001
C_2–C_3	1,333	1,333	0,000	1,332	1,332	0,000
M_1–O_3	2,377	2,375	–0,002	2,579	2,584	0,005
M_1-O_9	2,531	2,512	–0,019	2,653	2,633	–0,020
M_2–O_9	2,299	2,292	–0,007	2,503	2,500	–0,003
O_3–C_4	1,252	1,251	–0,001	1,253	1,252	–0,001
O_9–C_4	1,287	1,287	0,000	1,290	1,291	0,001
C_4–C_5	1,478	1,477	–0,001	1,480	1,479	–0,001
C_5–C_6	1,333	1,333	0,000	1,333	1,333	0,000
$E_{полн}$	–1980, 398798	–1980, 451765	–0,052967	–1966, 879675	–1966, 928542	–0,048867

Примечание. [a] $\Delta r = r$(DFT-D3) – r(DFT), $\Delta E_{полн} = E_{полн}$(DFT–D3) – $E_{полн}$(DFT).

Таблица 2

Рассчитанные заряды на атомах (по Малликену), дипольный момент μ (Д) и энергии ε_i (эВ) граничных МО комплексов $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$

Атом/μ/ε	$Y_2(Acr)_6 \cdot 4H_2O$			$La_2(Acr)_6 \cdot 4H_2O$		
	DFT	DFT–D3	Δ [a]	DFT	DFT–D3	Δ
M_1	0,893	0,886	–0,007	1,401	1,400	–0,001
M_2	0,890	0,883	–0,007	1,400	1,399	–0,001
O_7	–0,537	–0,537	0,000	–0,577	–0,578	–0,001
O_8	–0,597	–0,593	0,004	–0,621	–0,618	0,003
C_1	0,652	0,650	–0,002	0,605	0,603	–0,002
C_2	–0,163	–0,160	0,003	–0,147	–0,146	0,001
C_3	–0,269	–0,271	–0,002	–0,267	–0,268	–0,001
O_3	–0,524	–0,523	0,001	–0,565	–0,562	0,003
O_9	–0,606	–0,606	0,000	–0,703	–0,706	–0,003
C_4	0,709	0,709	0,000	0,665	0,663	–0,002
C_5	–0,160	–0,156	0,004	–0,159	–0,157	0,002
C_6	–0,266	–0,267	–0,001	–0,264	–0,265	–0,001
μ	0,003	0,003	0,000	0,006	0,008	0,002
$\varepsilon_{ВЗМО}$	–7,763	–7,747	0,016	–7,698	–7,698	0,000
$\varepsilon_{НВМО}$	–1,151	–1,165	–0,014	–1,121	–1,154	–0,033
Δε[б]	6,612	6,582	–0,030	6,577	6,544	–0,033

Примечание. [a] $\Delta q = q$(DFT–D3) – q(DFT), Δμ = μ(DFT–D3) – μ(DFT); [б] Δε = ε(DFT–D3) – ε(DFT).

При учете дисперсионных поправок полная энергия системы понижается на 0,053 а.е. (I) и 0,049 а.е. (II), наибольшие изменения наблюдаются у длин связей металл-металл и металл-кислород, а связи внутри лигандов изменяются незначительно (табл. 1).

Очевидно, что при моделировании полимерных цепочек комплексов РЗЭ увеличение размера молекулярного кластера приведёт к росту дисперсионного взаимодействия, поэтому его учет необходим для получения корректных геометрических характеристик макромолекулярных систем комплексов РЗЭ.

Учет дисперсионного взаимодействия приводит к незначительному перераспределению электронной плотности в молекулярных системах I и II, причем заряд иона с меньшим ионным радиусом (иттрий) изменяется больше, как и длина связи металл-металл (табл. 2). Изменение дипольного момента в I и II также незначительно, поскольку рассмотренные системы характеризуются низкой полярностью, дипольный момент равен 0,003 и 0,008 Д соответственно.

Согласно проведенным расчетам, при учете дисперсионных поправок верхняя занятая молекулярная орбиталь (ВЗМО) (номер 142) дестабилизируется, а нижняя вакантная МО (НВМО) (143) стабилизируется, в результате чего разность энергий граничных МО уменьшается на 0,03 эВ для обеих систем (табл. 2).

При учете дисперсионного взаимодействия вклады атомных орбиталей (АО) акрилат-анионов в МО комплекса изменяются намного больше для комплекса II по сравнению с комплексом I (рис. 2). Включение дисперсионных поправок в схему расчета приводит к значительному перераспределению вкладов АО в МО и увеличивает вклады АО бидентантных акрилат-анионов в граничные МО комплексов. Большой рост вкладов АО бидентантно-мостиковых акрилат-анионов в НВМО приводит к её стабилизации. Таким образом, увеличение ионного радиуса РЗЭ связано с увеличением числа электронов и с ростом влияния дисперсионного взаимодействия в молекулярной системе.

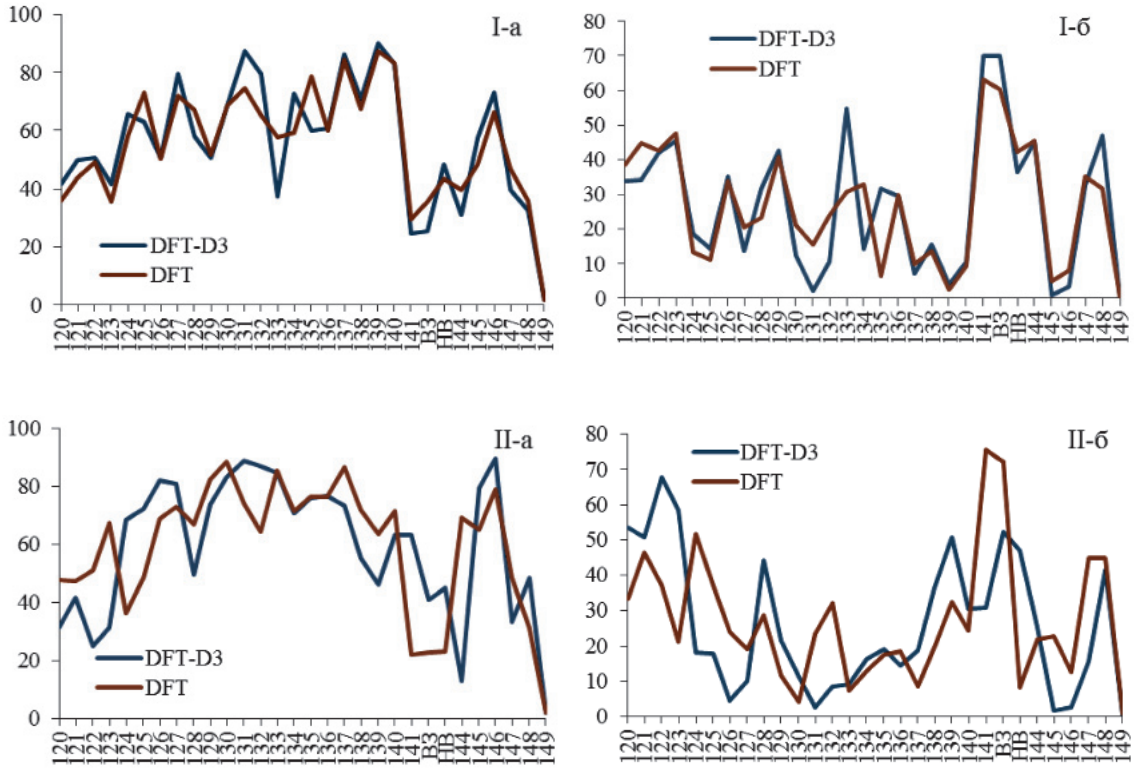


Рис. 2. Вклады АО бидентантных (а) и бидентантно-мостиковых (б) акрилат-анионов в МО (номера 120–149) комплексов $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$ (M = Y (I), La (II))

Выводы

Методом функционала плотности DFT/PBE0/ECPMWB в вакуумном приближении рассчитаны геометрическая структура и электронное строение комплексов иттрия и лантана $M_2(Acr)_6 \cdot (H_2O)_4$. Показано, что учет дисперсионных поправок в квантово-химических расчетах акрилатов данных РЗЭ позволяет получить более корректные геометрические характеристики комплексов, при этом длины связей внутри лигандов практически не изменяются. Включение дисперсионного взаимодействия в схему расчета не приводит к значительному перераспределению электронной плотности в рассмотренных слабополярных молекулярных системах. Энергия ВЗМО возрастает, а НВМО снижается, энергетическая щель уменьшается на 0,03 эВ. При квантово-химическом моделировании наноструктурированных молекулярных систем на основе комплексов РЗЭ для корректного описания физико-химических свойств и технологических процессов необходим учет дисперсионной поправки, поскольку увеличение ионного радиуса РЗЭ и рост размеров молекулярного кластера приводят к увеличению дисперсионного взаимодействия в системе.

Работа проводилась при финансовой поддержке «Стипендии имени Гензо Шимадзу» и Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного контракта № 2015/36 с Дальневосточным федеральным университетом (проект № 1137).

Список литературы

1. Adamo C., Barone V. Toward reliable density functional methods without adjustable parameters: The PBE0 model // J. Chem. Phys. – 1999. – Vol. 110, № 13. – P. 6158–6171.

2. Bukvetskii B.V., Petrochenkova N.V., Mirochnik A.G. Crystal structure and luminescence of europium(III) acrylate // J. Struct. Chem. – 2009. – Vol. 50, № 3. – P. 485–489.

3. Bukvetskii B.V., Petrochenkova N.V., Mirochnik A.G. Crystal structure and luminescence of terbium(III) methacrylate // J. Struct. Chem. – 2010. – Vol. 51, № 1. – P. 194–197.

4. Granovsky A.A. http://classic.chem.msu.su/gran/firefly.

5. A consistent and accurate ab initio parametrization of density functional dispersion correction (DFT-D) for the 94 elements H-Pu / S. Grimme, J. Antony, S. Ehrlich, H. Krieg // J. Chem. Phys. – 2010. – Vol. 132, № 15. – 154104, P. 1–19.

6. Quantum Chemical Study of the Electronic Structure and Excited States of Yttrium Chelate Complexes / V.I. Kharchenko, L.N. Alekseyko, A.G. Mirochnik, P.A. Zhikhareva, A.I. Cherednichenko // Fund. Res. – 2013. – № 6, Part 4. – P. 901–905.

7. Kharchenko V.I., Cherednichenko A.I., Alekseyko L.N. A Quantum chemical study of hexamethylthiophosphoramide dimerization effect on the photoelectron spectrum // Fund. Res. – 2015. – № 2, Part 23. – P. 5094–5099.

8. Martin J.M.L., Sundermann A. Correlation consistent valence basis sets for use with the Stuttgart-Dresden-Bonn relativistic effective core potentials: The atoms Ga-Kr and In-Xe // J. Chem. Phys. – 2001. – Vol. 114, № 8. – P. 3408–3420.

9. General Atomic and Molecular Electronic-Structure System / M.W. Schmidt, K.K. Baldridge, J.A. Boatz, S.T. Elbert, M.S. Gordon, J.H. Jensen, S. Koseki, N. Matsunaga, K.A. Nguyen, S.J. Su, T.L. Windus, M. Dupius, J.A. Montgomery // J. Comp. Chem. – 1993. – Vol. 14, № 11. – P. 1347–1363.

10. Zhurko G.A., Zhurko D.A. Chemcraft 1.8 (b436). Available at: http://www.chemcraftprog.com (Accessed on July 02 2015).

References

1. Adamo C., Barone V. Toward reliable density functional methods without adjustable parameters: The PBE0 model // J. Chem. Phys. 1999. Vol. 110, no. 13. pp. 6158–6171.

2. Bukvetskii B.V., Petrochenkova N.V., Mirochnik A.G. Crystal structure and luminescence of europium(III) acrylate // J. Struct. Chem. 2009. Vol. 50, no. 3. pp. 485–489.

3. Bukvetskii B.V., Petrochenkova N.V., Mirochnik A.G. Crystal structure and luminescence of terbium(III) methacrylate // J. Struct. Chem. 2010. Vol. 51, no. 1. pp. 194–197.

4. Granovsky A.A. http://classic.chem.msu.su/gran/firefly.

5. A consistent and accurate ab initio parametrization of density functional dispersion correction (DFT-D) for the 94 elements H-Pu / S. Grimme, J. Antony, S. Ehrlich, H. Krieg // J. Chem. Phys. 2010. Vol. 132, no. 15. 154104, pp. 1–19.

6. Quantum Chemical Study of the Electronic Structure and Excited States of Yttrium Chelate Complexes / V.I. Kharchenko, L.N. Alekseyko, A.G. Mirochnik, P.A. Zhikhareva, A.I. Cherednichenko // Fund. Res. 2013. no. 6, Part 4. pp. 901–905.

7. Kharchenko V.I., Cherednichenko A.I., Alekseyko L.N. A Quantum chemical study of hexamethylthiophosphoramide dimerization effect on the photoelectron spectrum // Fund. Res. 2015. no. 2, Part 23. pp. 5094–5099.

8. Martin J.M.L., Sundermann A. Correlation consistent valence basis sets for use with the Stuttgart-Dresden-Bonn relativistic effective core potentials: The atoms Ga-Kr and In-Xe // J. Chem. Phys. 2001. Vol. 114, no. 8. pp. 3408–3420.

9. General Atomic and Molecular Electronic-Structure System / M.W. Schmidt, K.K. Baldridge, J.A. Boatz, S.T. Elbert, M.S. Gordon, J.H. Jensen, S. Koseki, N. Matsunaga, K.A. Nguyen, S.J. Su, T.L. Windus, M. Dupius, J.A. Montgomery // J. Comp. Chem. 1993. Vol. 14, no. 11. pp. 1347–1363.

10. Zhurko G.A., Zhurko D.A. Chemcraft 1.8 (b436). Available at: http://www.chemcraftprog.com (Accessed on July 02 2015).

Рецензенты:

Кавун В.Я., д.х.н., заведующий лабораторией химической радиоспектроскопии, ФГБУН «Институт химии» ДВО РАН, г. Владивосток;

Мирочник А.Г., д.х.н., заведующий лабораторией светотрансформирующих материалов, ФГБУН «Институт химии» ДВО РАН, г. Владивосток.

УДК 681.527

К ВЫБОРУ ТИПА РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ

Шайхутдинов Д.В., Дубров В.И., Леухин Р.И., Наракидзе Н.Д., Щучкин Д.А., Январев С.Г.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: d.v.shaykhutdinov@gmail.com

Настоящая статья посвящена обзору методов прогнозирующего управления. В статье рассмотрен как обобщенный вариант управления с помощью прогнозирующей модели, так и частные случаи: Динамическое матричное управление – Dynamic matrix control (DMC), Модельное алгоритмическое управление – Model algorithmic control (MAC), Прогнозирующее функциональное управление – Predictive functional control (PFC), Расширенное прогнозирующее – самоадаптивное управление Extended prediction self-adaptive control (EPSAC), Расширенное интервальное адаптивное управление – Extended horizon adaptive control (EHAC), Обобщенное прогнозирующее управление – Generalized predictive control (GPC), Нейросетевое инверсное прогнозирующее управление – Inverse Neural Network Predictive Control (INNPC). Для управления объектом исследования – электромагнитным приводом – выбран наиболее подходящий метод управления на прогнозирующей модели. На основе на физической взаимосвязи между вебер-амперной характеристикой электромагнита $\psi(Iw)$ и положением его подвижного элемента x была разработана блок-схема управления, в которой управляющим сигналом для объекта служит желаемое положение подвижного элемента электропривода.

Ключевые слова: прогнозирующее управление, нейронные сети, вебер-амперная характеристика, диагностика электропривода, управление электроприводом

SELECTION OF THE CONTROLLER TYPE FOR THE PREDICTIVE CONTROL PROBLEM OF THE ELECTROMAGNETIC ACTUATOR

Shaykhutdinov D.V., Dubrov V.I., Leukhin R.I., Narakidze N.D., Schuchkin D.A., Yanvarev S.G.

Platov South-Russian State Polytechnic University, Novocherkassk, e-mail: d.v.shaykhutdinov@gmail.com

This article reviews the methods of predictive control. The article describes a generic version control using the predictive model and special cases: Dynamic matrix control (DMC), Model algorithmic control (MAC), Predictive functional control (PFC), Extended prediction self-adaptive control (EPSAC), Extended horizon adaptive control (EHAC), Generalized predictive control (GPC), Inverse Neural Network Predictive Control (INNPC). The most appropriate method of predictive control model is selected to manage the object – an electromagnetic actuator. Based on the physical relationship between the flux-current characteristic of the electromagnet ψ (Iw) and the position of its movable element x a control block diagram was developed in which desired position of the movable element of the actuator is the control signal for the object.

Keywords: predictive control, neural networks, flux-current characteristic, actuator diagnostic, actuator control

Системы прогнозирующего управления, именуемые в зарубежной литературе «Model Predictive Control (MPC)», зародились в начале 60-х годов 20-го века. Изначально свое применение данный подход нашел в нефтехимическом и энергетическом производстве, поскольку позволял решать задачи управления в случаях высокой сложности математических моделей объектов управления.

В настоящее время и сфера практического приложения MPC-методов, и их разнообразие существенно расширились.

Преимуществом MPC-подхода, которое позволило ему успешно развиться в практике построения и эксплуатации систем управления, является относительная простота базовой схемы формирования обратной связи, сочетающаяся с высокими адаптивными свойствами. Последнее обстоятельство позволяет управлять многомерными и многосвязными объектами со сложной структурой, включающей нелинейности, оптимизировать процессы в режиме реального времени в рамках ограничений на управляющие и управляемые переменные, учитывать неопределенности в задании объектов и возмущений [1].

Цель исследования

Задача исследования состоит в определении оптимального метода прогнозирующего управления электромагнитным приводом.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов используется теоретическое описание принципов работы наиболее популярных методов прогнозирующего управления, их достоинства и недостатки. Используемые методы: анализ, структурирование и алгоритмизация.

Описание алгоритма прогнозирующего управления

Для описания работы алгоритма прогнозирующего управления предположим, что объект управления имеет структуру SISO (single-input, single-output), т.е. он представляет собой систему управления с одной переменной, одним входом и одним выходом. Также мы предполагаем, что время изменяется дискретно, и текущий момент времени обозначим k.

Основной принцип MPC заключается в определении в определенный момент времени k последовательности управляющих воздействий

$$\hat{u}\left(k+i\,|k\right)\left(i=0,1,\ldots,H_p-1\right),$$

которая будет приложена к объекту, чтобы обеспечить максимальное совпадение траектории прогнозируемых значений выхода $\hat{y}(k+H_p\,|\,k)$ с рекомендуемой траекторией движения $r(k+i|k)$. Решается эта задача с помощью минимизации стоимостной функции [4]:

$$J=\sum_{i=1}^{H_p}\left(r\left[k+i\,|\,k\right]-\hat{y}\left[k+i\,|\,k\right]\right)^2+$$

$$+\,\rho\sum_{i=1}^{H_p}\left(\hat{u}\left[k+i-1\,|\,k\right]-\hat{u}\left[k+i-2\,|\,k\right]\right)^2,$$

где ρ – коэффициент регуляризации входного сигнала.

Это общий вид функции стоимости прогнозирующего управления, в которой учитывается разница между рекомендуемой траекторией и спрогнозированной, а также уровень сигнала управления. Функция может меняться от метода к методу.

Для более подробного описания рассмотрим рис. 1 [11], на котором представлены сигналы, участвующие в алгоритме работы прогнозирующего управления. На данном рисунке представлены следующие виды сигналов:

- $s(t)$ – установленная траектория, по которой должен следовать выход в идеале;
- $r(t|k)$ – рекомендуемая траектория, вдоль которой значение выхода объекта должно вернуться к $s(t)$, начинается с $y(k)$;
- $\hat{y}_f\left(k+H_p\,|\,k\right)$ – свободный отклик, который будет получен если будущая входная траектория останется в последнем состоянии $u(k-1)$;
- $\hat{y}\left(k+H_p\,|\,k\right)=\hat{y}_f\left(k+H_p\,|\,k\right)+g\Delta\hat{u}(k\,|\,k)$ – спрогнозированный выход в момент времени $k+H_p$, где $\Delta\hat{u}(k\,|\,k)=\hat{u}(k\,|\,k)-u(k-1)$ – разница между текущим значением $u(k-1)$ входа и спрогнозированным $\hat{u}(k\,|\,k)$, g – отклик модели на дискретный входной шаг горизонта прогноза H_p.

Перед описанием самого алгоритма работы следует отметить несколько моментов. Предсказанное поведение зависит от прогнозируемой входной траектории $\hat{u}(k+i|\,k)$ $i=(0,1,\ldots,H_p-1)$. Значение спрогнозируемой входной последовательности $\hat{u}$ лучше значений реального входного сигнала u определяет в момент k, какой вход в момент $k+i$ должен быть; реальный входной сигнал $u(k+i)$ будет, вероятнее всего, отличаться от $\hat{u}(k+i\,|\,k)$.

В регуляторе имеется внутренняя модель, которая используется для прогноза $\hat{Y}_f\left(k+H_p|\,k\right)$ свободного отклика объекта, начинающегося в текущий момент времени k и вдоль будущего горизонта предсказания $k+H_p$.

Далее рассмотрим обобщенный алгоритм работы прогнозирующего управления:

1. В момент времени k регулятор получает выходное измерение $y(k)$.
2. На основе $y(k)$ определяется новая рекомендуемая траектория $r(k+i|k)$.
3. Делается прогноз свободного отклика $\hat{y}_f\left(k+H_p|\,k\right)$ вдоль горизонта $k+i$, где $i=1, 2, \ldots, H_p$.
4. Делается предположение, что спрогнозированный отклик объекта соответствует рекомендуемой траектории $\hat{y}\left(k+H_p|\,k\right)=r\left(k+H_p|\,k\right)$. Из этого предположения определяется входное воздействие $\hat{u}(k+i\,|\,k)$, где $i=0, 1, \ldots, H_p-1$. Входное воздействие определяется по формуле

$$\Delta\hat{u}\left(k|\,k\right)=\frac{r\left(k+H_p|k\right)-\hat{y}_f\left(k+H_p\,|\,k\right)}{g}.$$

5. Новое значение входа применяется к объекту $u(k)=\hat{u}(k+i\,|\,k)$, момент времени смещается $k=k+1$.

Согласно концепции удаляющегося горизонта, в момент времени k только первое значение входа ($\Delta u(t)$) вектора будущих приращений сигнала управления или последовательности (u) реально применяется к объекту. Оставшиеся оптимальные входы отбрасываются, и новая задача оптимального управления решается в момент времени $t+1$ [11].

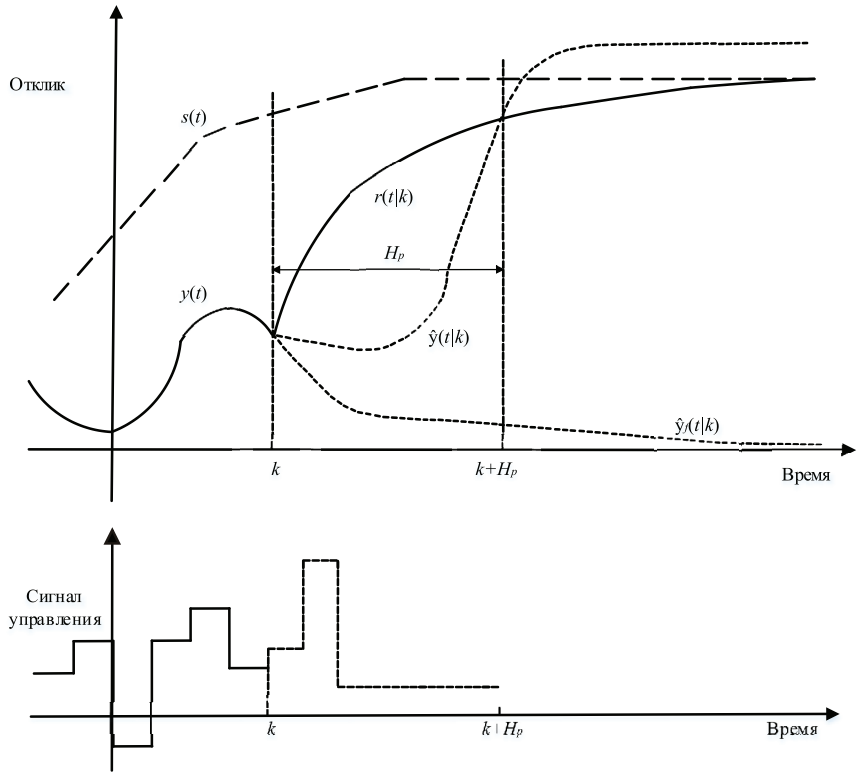


Рис. 1. Принцип работы алгоритма прогнозирующего управления

Варианты реализации прогнозирующего управления

Рассмотрим более подробно наиболее распространенные методы прогнозирующего управления [10]:

- Динамическое матричное управление – Dynamic matrix control (DMC).
- Модельное алгоритмическое управление – Model algorithmic control (MAC).
- Прогнозирующее функциональное управление – Predictive functional control (PFC).
- Расширенное прогнозирующее – самоадаптивное управление Extended prediction self-adaptive control (EPSAC).
- Расширенное интервальное адаптивное управление – Extended horizon adaptive control (EHAC).
- Обобщенное прогнозирующее управление – Generalized predictive control (GPC).
- Нейросетевое инверсное прогнозирующее управление.

Динамическое матричное управление (DMC)

В DMC динамическая матрица используется для прогнозирования будущих значений, метод основан на модели пошагового отклика процесса. Алгоритм используется для линейных открытых стационарных процессов (linear open loop stable process) [6].

Суть DMC регулятора заключается в управлении выходным сигналом объекта управления по методу наименьших квадратов со штрафным членом в сигнале управления. Блок-схема работа алгоритма представлена на рис. 2 [4].

Для случая SISO (один вход – один выход) модель отклика объекта:

$$y(k)=\sum_{i=1}^{\infty} g\Delta u(k-i),$$

где g – коэффициент отклика объекта на входное возмущение $\Delta u(k-i)$; k – момент времени.

Предсказанное значение выхода объекта с возбуждением:

$$\hat{y}=Gu+f,$$

где G – динамическая матрица коэффициентов отклика модели на дискретный входной шаг горизонта прогноза, f – свободный отклик объекта.

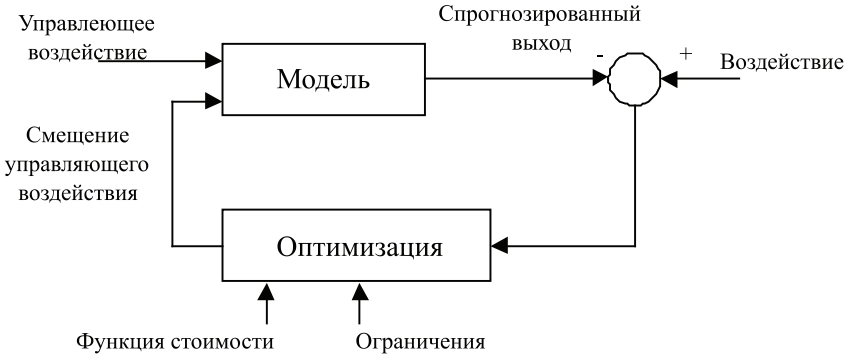


Рис. 2. Блок-схема алгоритма управления DMC

$$G=\begin{bmatrix} g_1 & 0 & \dots & 0 \\ g_2 & g_1 & \dots & 0 \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ g_m & g_{m-1} & \dots & g_1 \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ g_p & g_{p-1} & \dots & g_{p-m+1} \end{bmatrix}.$$

Функция стоимости, которая должна быть минимизирована согласно алгоритму, включая изменение сигнала управления, выглядит следующим образом:

$$J=ee^T+\rho uu^T,$$

где ρ – коэффициенты регуляризации входного сигнала; u – вектор наращивания сигнала управления; e – вектор будущих ошибок, равен уровню спрогнозированного возмущения $e(k)=\hat{w}(k+i/k)$.

Решение этой функции стоимости может быть получено вычислением производной от J и приравниванием ее к нулю.

$$u=\left(G^TG+\rho I\right)^{-1}G^T(r-s),$$

где r – рекомендуемая траектория; s – свободный отклик объекта.

Стандартное квадратичное программирование в каждый момент выборки осуществляет оптимизацию.

Для DMC алгоритма для реализации закрытой схемы требуется большая длина горизонта прогноза [13].

ДМУ особенно успешен в нефтехимической индустрии с многофакторными процессами.

Модельное алгоритмическое управление (МАС)

МАС использует импульсную модель отклика. Этот метод очень похож на DMC со следующими различиями:

- Вместо модели шагового отклика с участием Δu применяется импульсная модель отклика с участием u.
- Количество изменений входа не настраивается.
- Оценка возмущения $\hat{w}(k+i|k)$ фильтруется.

Управление многофакторным процессом представлено его импульсными откликами (содержатся во внутренней модели), используемыми на линии прогноза [12].

Управление многофакторным процессом представлено его импульсными откликами (содержатся во внутренней модели), используемыми на линии прогноза [4].

Рассмотрим линейную систему с усеченным импульсным откликом:

$$y(k)=\sum_{i=1}^{\infty}h_iu(k-i),$$

где h_i – коэффициенты импульсного отклика, u – вектор сигнала управления.

С учетом возмущений прогноз может быть записан как

$$\hat{y}(k+j|k)=\sum_{i=1}^{\infty}h_iu(k+j-i)+\hat{w}(k+i|k).$$

Прогноз без возмущений:

$$\hat{y}(k+j|k)=\sum_{i=1}^{\infty}h_iu(k+j-i)=$$

$$=h^Tu(k+j)=u^T(k+j)h.$$

Сначала через горизонт прогноза N вычисляется модель рекомендуемой траектории $r(k)$ первого порядка:

$$r(k+j)=\alpha r(k+j-1)+(1-\alpha)s(k+j),$$

$$j=1,2,\dots,N,$$

где α – коэффициенты прогнозирующей модели; r – идеальная траектория.

Затем вычисляется прогноз вдоль горизонта.

Если входная переменная изменяется вдоль горизонта прогноза:

$$u(k+j-1)=\Delta u(k+j-1)-u(k-1),$$

$$j = 1, 2, \ldots, N.$$

Предсказатель может быть записан как

$$y = Hu + y_f.$$

Закон управления МАС (без ограничений):

$$u=\left(H^T H+I\right)^{-1} H^T\left(r-y_f\right),$$

где

$$H=\begin{bmatrix} h_1 & 0 & . & . & 0 \\ h_2 & h_1 & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ h_m & h_m & . & . & h_1 \end{bmatrix}.$$

Этот закон проще относительно других формулировок.

Горизонт прогноза, коэффициент штрафования и α – это все настраиваемые параметры. α выбран как главный настраиваемый параметр.

В МАС импульсный отклик позволяет усилить робастность против ошибок идентификации.

МАС применим только для стабильных процессов с открытой схемой. МАС используется в энергетике, стекловыпекании, парогенераторах и др.

Прогнозирующее функциональное управление (PFC)

В PFC ценится его гибкость и эффективность. PFC алгоритм требует метода оптимизации в реальном времени.

Точки совпадения и базисная функция – две характеристики PFC. Точка совпадения используется для упрощения вычислений, учитывая только набор точек в горизонте прогноза. Желаемые и прогнозируемые значения выхода объекта должны совпадать только в определенном наборе точек вдоль горизонта прогноза, а не на всем горизонте.

Выбор базисной функции зависит от характеристики процесса и желаемой идеальной траектории. Она определяет входной профиль вдоль горизонта прогноза, используя малый набор параметров.

Согласно модели пространства состояний, которая наиболее часто применяется в PFC [4]

$$w(t) = Aw(t-1) + Bu(t-1);$$

$$y(t) = Cw(t).$$

Прогноз осуществляется путем добавления члена автоматической компенсации,

$$\hat{y}(k+j\,|\,k)=y(k+j)+\hat{e}(k+j\,|\,k).$$

Будущий сигнал управления устроен как линейная комбинация базисных функций,

$$u(k+j)=\sum_{i=1}^{N_B}\mu_i(t)B_i(j),$$

где μ_i – коэффициенты линейной комбинации базисных функций; B_i – базисная функция.

Функция стоимости выглядит следующим образом:

$$j=\sum_{i=1}^{N_H}\left[\hat{y}(k+h_i)-r(k+h_i)\right]^2,$$

где h_i = общее количество точек совпадений; $r(k+j) = s(k+j) - \alpha^j(s(k) - y(k))$; s – идеальная траектория.

PFC использует постоянную времени рекомендуемой траектории как главный настраиваемый параметр. Меньшее значение временной константы приводит к более агрессивному управлению, пока большее значение временной константы приводит к более агрессивным действиям.

Этот алгоритм робастен к ошибкам моделирования. Простота настройки и обслуживания являются преимуществами PFC.

Фиксированная модель PFC не может гарантировать хорошее качество, когда применяется к сложным объектам, изменяющимся во времени.

PFC используется в таких процессах, как управление роботами, ракетами, реакторами, нагревателями и т.д. Он также используется в черной металлургии и алюминиевой промышленности.

Расширенное прогнозирующее самоадаптивное управление – (EPSAC)

EPSAC использует дискретную (z-преобразование) функцию передачи для моделирования процесса [7, 8].

Для прогнозирования процесс моделируется с возмущениями:

$$A(z^{-1})y(k) = B(z^{-1})u(k-d) + w(k);$$

$$w(k) = C(z^{-1})e(k).$$

Вектор параметров оценивается с помощью рекурсивного (расширенного) метода наименьших квадратов:

$$\Delta y(k) = \phi^T(k)\cdot\theta(k) + \eta(k),$$

где ϕ^T – вектор измерений; $\theta(k)$ – вектор параметров.

Прогноз на J шаг вперед ($J = 2, 3, ..., N$) выход процесса (без возмущений) осуществляется с помощью многоступенчатого предсказателя:

$$A\left(z^{-1}\right)\left[\hat{y}\left(k+j\,|\,k\right)\right]-\hat{y}\left(\left(k+j\,|\,k\right)\right)=$$

$$=B\left(z^{-1}\right)\Delta u(k+j-d).$$

Учитывая

$$\Delta u(k+j)=0,\quad j>0,$$

значение сигнала управления получают минимизируя функцию стоимости:

$$J=\sum_{j=d}^{N}\delta\left(j\right)\left[r\left(k+j\right)-P\left(z^{-1}\right)\hat{y}\left(k+j|k\right)\right]^2,$$

где $P(z^{-1})$ – спроектированный полином с единым статическим коэффициентом усиления

$$u\left(t\right)=\frac{\sum_{j=d}^{N}\delta(j)[r\left(k+j\right)-P\left(z^{-1}\right)\hat{y}(k+j\,|\,k)]^2}{\sum_{j=d}^{N}\delta(jh)_j^2}.$$

Это показывает, что структура закона управления очень проста и вычисление сводится к одному значению $u(t)$.

Возможные параметры настройки – это горизонт предсказания, весовой коэффициент и фильтр-полином. Однако настройка в реальном времени горизонта прогноза влияет на структуру многоступенчатого предсказателя и структуру управления.

Расширенное интервальное адаптивное управление – **(EHAC)**

Основная идея EHAC заключается в вычислении последовательности входов в каждый момент выборки [$u(k)$, $u(k + 1)$, …, $u(k + N – d)$], чтобы свести к минимуму несоответствие между моделью и рекомендуемой траекторией в момент ($k + N$):

$$\hat{y}\left(k+\frac{N}{k}\right)-r\left(k+N\right)=0,\,N\geq d.$$

Другая стратегия заключается в предположении, что управляющий сигнал постоянен $u(k) = u(k + 1) = … = u(k + N – d)$ в интервале [k, $k + N – d$]. Стоимостная функция тогда

$$J=\sum_{j=0}^{N-d}u^2\left(k+j\right),\quad N\geq d.$$

Функция стоимости с учетом возмущений [4]:

$$J=\sum_{j=0}^{N-d}\Delta u^2(k+j),$$

где $\Delta u(k + j) = u(k + j) – u(k + j – 1)$.

Первый элемент сигнала управления, который минимизирует индекс стоимостной функции:

$$u\left(k\right)=u\left(k-1\right)+\frac{\alpha_0(r\left(k+N\right)-\hat{y}(k+N\,|\,k)}{\sum_{j=0}^{N-d}\alpha_j^2},$$

где α_j^2 – это коэффициент $\Delta u(k – j)$ в уравнении прогноза.

Таким образом, закон управления зависит только от параметров процесса, и настраиваемый параметр в методе EHAC это только горизонт прогноза N.

Алгоритм не требует знания систем матричного исчисления и терпим к эффекту выходных возмущений [9]. Однако многопараметрические регуляторы, основанные на одношаговом критерии прогноза, чувствительны к выбору структуры задержки. Циклическое поведение избегается использованием отступающего горизонта прогноза [14].

Обобщенное прогнозирующее управление (GPC)

Обобщенное прогнозирующее управление (GPC) – один из наиболее популярных прогнозирующих алгоритмов управления. Основное различие между GPC и DMC заключается в модели используемой для описания объекта и формирования динамической матрицы. Эта модель является более подходящей в промышленных приложениях, где возмущения не являются стационарными.

GPC используется для получения хорошего предсказания выхода и оптимизации последовательности будущих управляющих сигналов с целью минимизации многоступенчатой функции стоимости, определенной вдоль горизонта прогнозирования. Включение возмущения необходимо для отображения правильной структуры регулятора.

$$A\left(z^{-1}\right)y\left(k\right)=B\left(z^{-1}\right)u\left(k-1\right)+C\left(z^{-1}\right)\frac{e\left(k\right)}{\Delta}.$$

Спрогнозированный выход зависит от предыдущих значений выхода и предыдущих и будущих значений сигнала управления.

Для генерации набора спрогнозированных выходов $\hat{y}(k+j\,|\,k)$ используется уравнение спрогнозированной модели

$$\hat{y}\left(k+j\,|\,k\right)=G_j\left(z^{-1}\right)Hu(k+j-1)j\left(z^{-1}\right)y(k)+$$

$$+E_j\left(z^{-1}\right)E(k+j).$$

Значение $\hat{y}(k+j|k)$ для $j > k$ зависит от будущих значений сигнала управления

$u(k+j)$. Эти управляющие сигналы используются для достижения цели в GPC с помощью минимизации функции стоимости, данной как

$$J(N_1,N_2,N_u)=\sum_{j=N_1}^{N_2}\delta(j)\left[\hat{y}(k+j\,|\,k)-w(k+j)\right]^2+$$

$$+\sum_{j=1}^{N_u}\lambda(j)\left[\Delta u(k+j-1)\right]^2.$$

Предполагая, в открытом цикле, сигнал управления вычисляется, игнорируя будущую последовательность шума. Тогда оптимальное значение прогноза может быть

$$\hat{y}(k+N\,|\,k)=G_N\Delta u(k)+F_N y(k).$$

Ожидаемая выходная последовательность равна первой колонке матрицы G. Если время задержки объекта $d>1$, то первые $d-1$ строки G будут нулями. Когда $N_1=d$, тогда ведущий элемент ненулевой. Ожидаемая функция стоимости может быть записана как

$$J_1=\{J(1,N)\}=\left\{(y-r)^T(y-r)+\lambda u^t u\right\};$$

$$J_1=\left\{\left(Gu+y_f-r\right)^T\left(Gu+y_f-r\right)+\lambda u^t u\right\};$$

$$J=\frac{1}{2}u^T Hu+b^T+y_{f0},$$

где $H=2(G^TG+\lambda I)$; $b^T=\left(y_f-r\right)^t G$;

$$f_0=\left(y_f-r\right)^t(y_f-r).$$

В случае отсутствия ограничений будущий сигнал управления для минимизации стоимости

$$u=-H^{-1}b=\left(G^TG+\lambda I\right)^{-1}G^T(r-y_f).$$

Первый элемент управляющего сигнала u:

$$\Delta u(k)=L\left(r-y_f\right),$$

где L – это первая строка матрицы

$$\left(G^TG+\lambda I\right)^{-1}G^T.$$

Текущий управляющий сигнал

$$u(k)=u(k-1)+L\left(r-y_f\right).$$

Для $r-y_f=0$ нет изменения сигнала управления.

GPC применим к системам неминимально-фазовым, с разомкнутым контуром нестабильным и имеющим изменяющееся время задержки. Он способен учитывать как постоянные, так и изменяющиеся будущие значения контрольных точек.

GPC показывает более высокую производительность в цементных мельницах, башнях для сушки распыления и роботизированных руках [5].

Нейросетевое инверсное прогнозирующее управление

В последнее время стало активно развиваться направление интеллектуализации существующих подходов управления и создание принципиально новых стратегий на базе искусственного интеллекта. Одним из таких новых подходов является нейросетевое инверсное прогнозирующее управление. Широкое распространение такого способа управления связано с тем, что применение нейронных сетей позволяет повысить качество переходного процесса, по сравнению с другими методами.

Блок-схема нейросетевого инверсного прогнозирующего управления представлена на рис. 3 [2].

Суть нейросетевого прогнозирования заключается в использовании в качестве регулятора нейронной сети, обученной переводить объект из текущего состояния в желаемое за указанный горизонт прогноза g.

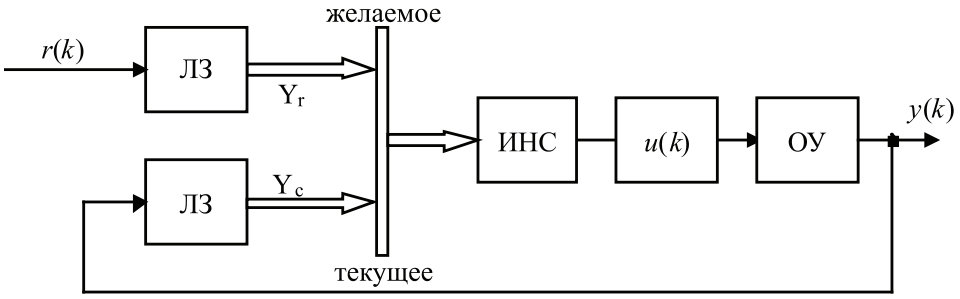


Рис. 3. Блок-схема нейросетевого инверсного прогнозирующего управления

При этом измеренная и заданная траектория выходного сигнала объекта принимают вид

$$y_c = \left[y(k), y(k-\Delta k), \ldots, y(k-q\Delta k) \right];$$

$$y_r = \left[r(k), r(k-\Delta k), \ldots, r(k-q\Delta k) \right],$$

где $r(t)$ – сигнал задания системы управления (рекомендуемая траектория); Δk – период дискретизации; q – число задержанных значений в образуемых векторах.

Основной настраиваемый параметр, используемый в нейросетевом прогнозирующем управлении, – это горизонт прогноза. Например, уменьшение горизонта прогноза приводит к повышению точности модели, а также к увеличению быстродействия системы, что сопровождается увеличением амплитуды управления.

Для работы данной схемы управления предварительно нужно обучить нейронную сеть. Один из возможных вариантов обучения нейронной сети для задач управления представлен на рис. 4.

Объект управления и выбор схемы управления

Объектом прогнозирующего управления выступает электромагнитный привод, который включает как исполнительный элемент, так и систему управления. При проведении экспериментальных разработок новой продукции важными вопросами являются настройка параметров регуляторов. К устройствам данного класса, в частности используемых в составе систем повышенной ответственности, предъявляются требования по обеспечению высокой надежности работы. Сложность и непрерывное совершенствование применяемых в настоящее время магнитных систем требует новых высокоточных подходов к управлению положением их подвижных элементов.

Положение подвижного элемента электромагнита x определяет степень замкнутости магнитной цепи d. Степень замкнутости магнитной цепи d определяет уровень магнитного потока Ф при заданном значении магнитодвижущей силы Iw [3]. Уровень магнитного потока имеет прямую взаимосвязь с потокосцеплением

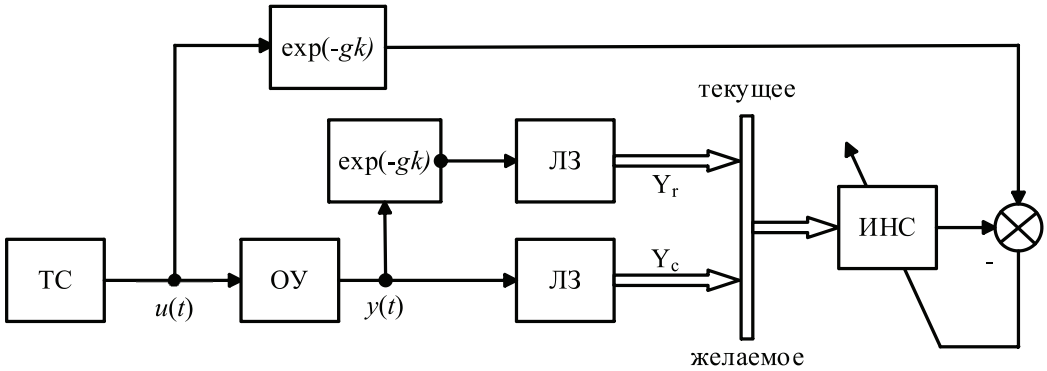


Рис. 4. Блок-схема обучения нейросетевого инверсного прогнозирующего регулятора

Схема работает следующим образом, на вход объекта управления подается случайный тестовый сигнал $u(t)$ и регистрируется возникающий при этом фактический выход объекта $y(t)$, на основе которого с помощью задержек формируются регрессионные векторы:

$$y_c = \left[y(k-g), y(k-g-\Delta t), \ldots, y(k-g-q\Delta k) \right];$$

$$y_r = \left[y(k), y(k-\Delta k), \ldots, y(k-q\Delta k) \right].$$

Возникающая пара состояний, с опережением одним другого на время горизонта прогноза, моделирует ситуацию желаемого перехода объекта из текущего состояния в желаемое под воздействием сигналов управления.

обмотки магнитопровода ψ. Таким образом, существует физическая взаимосвязь между вебер-амперной характеристикой электромагнита $\psi(Iw)$ и положением его подвижного элемента x:

$$x \to d \to \Phi(Iw) \to \psi(Iw).$$

В условиях сложности конструкции и неопределенности отдельных параметров новых экспериментальных образцов продукции, традиционные методы разработки систем управления не являются эффективными. С учетом рассмотренных ранее методов прогнозирующего управления для решения данной задачи предлагается

использовать регуляторы на базе нейронных сетей, т.е. применить стратегию инверсного прогнозирующего нейроуправления. Данный выбор обосновывается определенными свойствами нейронных сетей, которые обеспечиваются их внутренней структурой и устройством.

1. Отказоустойчивость при аппаратной реализации нейронной сети. Нейронные сети потенциально отказоустойчивы: при неблагоприятных условиях их производительность падает незначительно.

ступать функция положения якоря $x(k)$. На блок-схеме рис. 5 $x_r(k)$ – желаемое значение выхода ЭМ.

Заключение

В результате анализа и обзора методов прогнозирующего управления инверсный нейросетевой прогнозирующий регулятор выбран как наиболее подходящий для управления электромагнитным приводом. Предложена блок-схема управления электромагнитом.

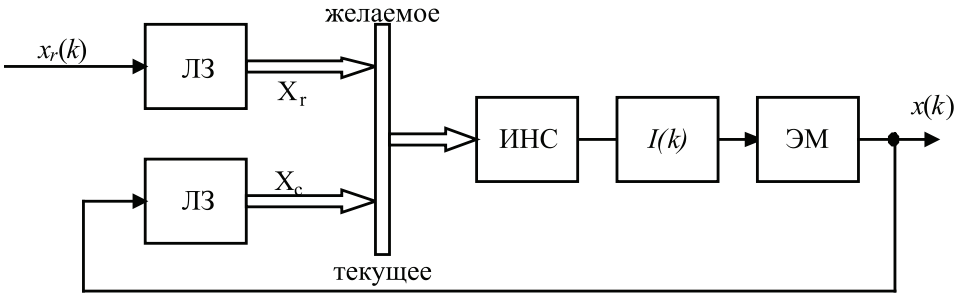


Рис. 5. Блок-схема работы нейросетевого инверсного прогнозирующего регулятора с электромагнитным механизмом (ЭМ) в качестве объекта управления

2. Потенциальное сверхвысокое быстродействие. Нейронные сети обладают потенциальным сверхвысоким быстродействием за счет использования массового параллелизма обработки информации.

3. Устойчивость к шумам во входных данных. Возможность работы при наличии большого числа неинформативных, шумовых входных сигналов. Нет необходимости делать их предварительный отсев, нейронная сеть сама определит их малопригодность для решения задачи и отбросит их.

4. Адаптирование к изменениям окружающей среды. Нейронные сети обладают способностью адаптироваться к изменениям окружающей среды. В частности, нейронные сети, обученные действовать в определенной среде, могут быть легко переучены для работы в условиях незначительных колебаний параметров среды. Более того, для работы в нестационарной среде (где статистика изменяется с течением времени) могут быть созданы нейронные сети, переучивающиеся в реальном времени.

Исходя из описания объекта управления и выбранной структуры регулятора, предлагается следующая схема управления электромагнитным приводом (рис. 5).

При этом управляющими сигналами выступает значение тока, подаваемого на ЭМ в момент времени k – $I(k)$. Выходным сигналом с объекта управления будет вы-

Результаты работы получены при поддержке гранта РФФИ № 15-38-20652 «Развитие теории бессенсорных прогнозирующих методов управления и диагностики электроприводов».

Список литературы

1. Веремей Е.И. Введение в задачи управления на основе предсказаний: учеб. пособие / Е.И. Веремей, В.В. Еремеев. URL: http://matlab.exponenta.ru.

2. Марков Н.А. Прогнозирующее инверсное нейроуправление экспериментальной аэродинамической установкой // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2012. – № 4 (13).

3. Овчинников И.А. Электромеханические и мехатронные системы. Ч. 1. – М.: Корона-Принт, 2012. – 400 с.

4. Camacho E.F., Bordons C. Model Predictive Control // Springer. – 2nd edition. – 2007. – P. 405.

5. Clarke D.W. Generalized Predictive Control: A Robust Self-Tuning Algorithm // American Control Conference, June 10–12. – 1987. – P. 990–995.

6. Cutler C.R. Dynamic Matrix Control – A computer control Algorithm / C.R. Cutler, B. Ramaker // Proceedings of the 1980 Joint Automatic Control Conference. – San Francisco: American Automatic Control Council, 1980. – Vol. WP5- 13,

7. De Keyser R.M.C. A comparative Study of Self-adaptive Long range Predictive Control Methods / R.M.C. De Keyser, PH.G.A. Van De Velde, F.A.G. Dumortier // Automatica. – 1988. – Vol. 24 (Issue 2). – P. 149–163.

8. De Keyser R.M.C. Towards Robust Adaptive Control with Extended Predictive Control / R.M.C. De Keyser, A. Van Cauwenberghe // IEEE, Proceedings of 25th Conference on Decision & Control, Athens, Greece, December. – 1986. – P. 1548–1549.

9. Golden M.P. Multivariable Control using Extended Prediction Horizons/ M.P. Golden, L.K. Liu, B.E. Ydstie //

IEEE, Proceedings of 25th Conference on Decision & Control, Athens, Greece, December. – 1986. – P. 1550–1551.

10. Holkar K.S. An Overview of Model Predictive Control / K.S. Holkar, K.K. Wagh, L.M. Waghmare // International Journal of Control and Automation. – 2010. – Vol. 3 № 4, December. – P. 47–63.

11. Maciejowski J.M. Predictive Control with Constraints // Prentice Hall. – 2000. – P. 352.

12. Mehra R.K. Model Algorithmic Control for Electric Power Plants / R.K. Mehra, J.S. Eterno // IEEE. – 1980. – P. 280–285.

13. Qin S.J. A survey of industrial model predictive control technology / S.J. Qin, T.A. Badgwell // Control Engineering Practice. – 2003. – Vol. 11. – P. 733–764.

14. Ydstie B.E. Single and Multi-Variable Control with Extended Prediction Horizons / B.E. Ydstie, L.K. Liu // Proc. of the ACC, San Diego, June 1984. – P. 1303–1308.

References

1. Veremej, E.I. Vvedenie v zadachi upravlenija na osnove predskazanij: ucheb. posobie (Introduction to control problems based on predictions: study guide) / E.I. Veremej, V.V. Eremeev. URL: http://matlab.exponenta.ru.

2. Markov N.A. Prognozirujushhee inversnoe nejroupravlenie jeksperimental'noj ajerodinamicheskoj ustanovkoj (Predictive inverse neurocontrol by experimental aerodynamic plant) // Vestnik inzhenernoj shkoly dvfu. 2012. no. 4 (13).

3. Ovchinnikov I.A. Jelektromehanicheskie i mehatronnye sistemy. Ch.1 (Electromechanical and mechatronic systems. Part 1) // M.: Korona-Print, 2012. P. 400.

4. Camacho E.F., Bordons C. Model Predictive Control // Springer. 2nd edition, 2007. pp. 405.

5. Clarke D.W. Generalized Predictive Control: A Robust Self-Tuning Algorithm / D.W. Clarke // American Control Conference, June 10–12, 1987, pp. 990–995.

6. Cutler C.R. Dynamic Matrix Control – A computer control Algorithm / C.R. Cutler, B. Ramaker // Proceedings of the 1980 Joint Automatic Control Conference, San Francisco: American Automatic Control Council, Vol. WP5–13, 1980.

7. De Keyser R.M.C. A comparative Study of Self-adaptive Long range Predictive Control Methods / R.M.C. De Keyser, PH.G.A. Van De Velde, F.A.G. Dumortier // Automatica, Vol. 24 (Issue 2), 1988, pp. 149–163.

8. De Keyser R.M.C. Towards Robust Adaptive Control with Extended Predictive Control / R.M.C. De Keyser, A. Van Cauwenberghe // IEEE, Proceedings of 25th Conference on Decision & Control, Athens, Greece, December, 1986, pp. 1548–1549.

9. Golden M.P. Multivariable Control using Extended Prediction Horizons/ M.P. Golden, L.K. Liu, B.E. Ydstie // IEEE, Proceedings of 25th Conference on Decision & Control, Athens, Greece, December, 1986, pp. 1550–1551.

10. Holkar K.S. An Overview of Model Predictive Control / K.S. Holkar, K.K. Wagh, L.M. Waghmare // International Journal of Control and Automation. Vol. 3 no. 4, December, 2010. pp. 47–63.

11. Maciejowski J.M. Predictive Control with Constraints // Prentice Hall, 2000. pp. 352.

12. Mehra R.K. Model Algorithmic Control for Electric Power Plants / R.K. Mehra, J.S. Eterno // IEEE, 1980, pp. 280–285.

13. Qin S.J. A survey of industrial model predictive control technology / S.J. Qin, T.A. Badgwell // Control Engineering Practice, Vol. 11, 2003, pp. 733–764.

14. Ydstie B.E. Single and Multi-Variable Control with Extended Prediction Horizons / B.E. Ydstie, L.K. Liu // Proc. of the ACC, San Diego, June 1984, pp. 1303–1308.

Рецензенты:

Горбатенко Н.И., д.т.н., зав. кафедрой «Информационные и измерительные системы и технологии», ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск;

Кириевский Е.В., д.т.н., профессор кафедры «Информационные и измерительные системы и технологии», ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск.

УДК 621.9

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННО-СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NVIDIA CUDA

Шатагин Д.А., Лаптев И.Л., Зотов В.О., Сидоренков Д.А.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: dmitsanych@gmail.com, extrimen@yandex.ru, dima-sidorenkov@mail.ru

Приведены результаты разработки динамического паспорта технологического оборудования. Произведены эксперименты при точении твердосплавным инструментом на различных режимах резания. Построена нейронно-сетевая модель процесса резания. Определены параметры системы резания, наиболее влияющие на процесс механообработки. Исследованы частоты колебаний основных элементов металлорежущего станка. Получена нейросетевая модель, которая отражает специфику динамики конкретного оборудования, что позволяет добиться высокой производительности обработки сигнала. Для обучения нейронной сети был разработан параллельный алгоритм обучения на GPU с использованием технологии nVidiaCUDA. Нейронная сеть обучается на отдельном ядре центрального процессора с использованием технологии nVidiaCUDA. Получена адекватная, рабочая нейронная сеть с высоким быстродействием. Определена область динамической устойчивости процесса резания. Результаты работы могут быть использованы для назначения оптимальных режимов эксплуатации и наладки технологического оборудования.

Ключевые слова: динамический паспорт, технологическая система, вибродиагностика, нейросетевая модель, параллельные вычисления, технология nVidiaCUDA

DEVELOPMENT OF PROCESS EQUIPMENT DYNAMIC CERTIFICATE BASED ON NEURAL-NETWORK MODELING WITH USING NVIDIA CUDA TECHNOLOGY

Shatagin D.A., Laptev I.L., Zotov V.O., Sidorenkov D.A.

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: dmitsanych@gmail.com, extrimen@yandex.ru, dima-sidorenkov@mail.ru

Results of production equipment are listed. Made experiments in turning carbide tools at different cutting conditions. Cutting process neural-network model is developed. Cutting system parameters of the most influencing metal processing system are defined. Oscillation frequencies of a main machine-tool are investigated. A neuro-network model is obtained, that reflects specific equipment dynamics and ensured high signal processing efficiency. For training the neural network has been developed parallel learning algorithm on the GPU using the technology nVidiaCUDA. Neuron network learn on a separate central process core with dynamic use of nVidiaCUDA technology. Get adequate, operating a neural network with high speed. Cutting process dynamic stability area is defined. Work results can be used to optimize operation modes and process equipment adjustment.

Keywords: dynamic certificate, process vibration diagnostic, neuro-network model, parallel computations, nVidiaCUDA technology

Определение параметров технологической системы, обеспечивающих устойчивый режим механической обработки, является актуальной задачей на этапе подготовки производства. В реальном производстве определение оптимальных значений режимов обработки и наладки станка проводится с использованием справочников и опыта технолога [3]. Однако справочный материал зачастую дает только приблизительные расчеты параметров наладки станка и не учитывает динамические характеристики станков, которые могут в значительной мере отличаться друг от друга. Решением этой проблемы может являться разработка индивидуального динамического паспорта станка, позволяющего в автоматизированном режиме определить оптимальные режимы работы и наладки станка.

Реальная технологическая система описывается большим количеством параметров, которые в той или иной степени влияют на выходные параметры системы резания, такие как вибрации, температуры, силы, деформации, которые, в свою очередь, определяют производительность и качество обработанной поверхности. Учет всех параметров в модели станка не представляется возможным [2, 5]. Как правило, в любой сложной иерархической диссипативной системе, с позиции синергетического подхода [4], существуют параметры порядка, определяющие поведение всей системы в целом.

Для определения параметров системы резания, оказывающих наибольшее влияние на динамику процесса резания, были произведены эксперименты при точении

твердосплавным инструментом на различных режимах резания. В ходе экспериментов регистрировался вибросигнал с акселерометра, закрепленного на державке резца вблизи зоны резания. Полученный сигнал оцифровывался и обрабатывался специальным программным обеспечением позволяющим получать спектрограмму сигнала, вейвлет-скалограмму, реконструировать аттрактор и определять его фрактальную размерность [4].

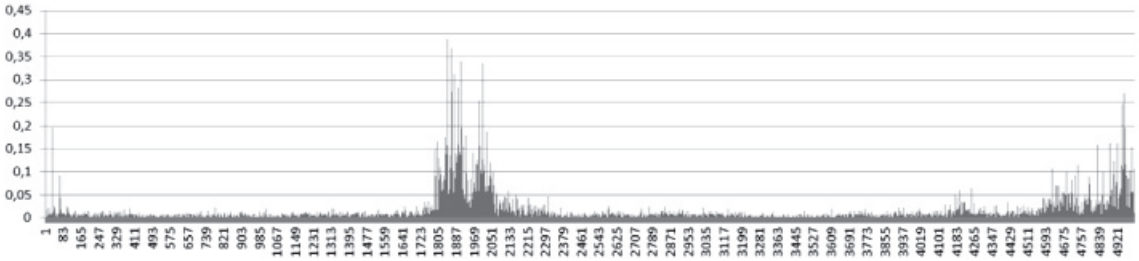


Рис. 1. Спектр сигнала, полученного при экспериментальной обработке заготовки

Для выявления элементов конструкции станка, оказывающих влияние на динамику резания, были произведены исследования, позволяющие выявить собственные частоты упругой системы станка. При этом использовалась методика ударных импульсов, в результате которых были зарегистрированы переходные процессы различных конструктивных элементов станка с последующей обработкой сигнала и определения его частотных составляющих. Исследования показали, что средние частоты на спектрограмме возбуждает резец и резцедержатель, высокие частоты возбуждает механизм крепления пластины и сама пластина, а низкие являются следствием колебаний тяжелых элементов станка. Таким образом, вибрации при резании вызываются автоколебаниями, так как вибрации протекают на частотах, близких к собственным частотам колебаний упругой системы станка. Полученные данные легли в основу определения параметров порядка системы резания.

Как показал эксперимент, наибольшее влияние на динамику процесса резания оказывают режимы резания, обрабатываемый материал, вылет резца из резцедержателя, способ закрепления заготовки и геометрия инструмента, всего порядка десяти параметров. Значимость того или иного параметра оценивалась по величине амплитуды сигнала, количеству частот и фрактальной размерности аттрактора.

Для выявления закономерностей между входными параметрами процесса резания на основе экспериментальных данных (режим резания, обрабатываемый материал, способ закрепления заготовки, геометрия инструмента) и выходными (амплитуда, частота, фрактальная размерность аттрактора) применялась нейронная сеть [2, 1], адаптированная под регрессионный анализ. После обучения создавалась регрессионная нейросетевая модель процесса резания, позволяющая моделировать любые сочетания входных параметров процесса резания и анализировать значения выходных, тем самым определять запас и область устойчивости системы в широком диапазоне ее наладки. Полученная нейросетевая модель отражает специфику динамики конкретного оборудования, что позволяет добиться высокой производительности обработки без потери качества. Полученная структура нейронной сети представляет собой многослойный персептрон, обученный методом BFGS.

Учитывая большое количество данных в оцифрованном сигнале акустической эмиссии, актуальной становится проблема производительности обучения и работы нейронной сети. Современным подходом к повышению её производительности являются технологии параллельного вычисления [4]. Как показали исследования, распараллеливание можно осуществлять как на ядрах центрального процессора, так и с использованием ядер графического процессора. В задачах спектрального анализа с последующим обучением нейронной сети целесообразно разбить частотный спектр сигнала на определенные зоны, например зону высоких частот (HF), зону средних частот (MF), зону низких частот (LF). Данный подход позволяет производить отдельное обучение нейронное сети для высоких частот (HFNN), средних частот (MFNN) и низких частот (LFNN) на трех отдельных ядрах центрального процессора параллельно. После обработки полученные данные спектров восстанавливаются в одну спектрограмму, которая полностью характеризует происходящие процессы в исследуемой системе. Для обучения нейронной

сети был разработан параллельный алгоритм обучения на GPU с использованием технологии nVidiaCUDA. Как указывалось выше, каждая нейронная сеть обучается на отдельном ядре центрального процессора с использованием технологии nVidiaCUDA, что в совокупности дает увеличение производительности обучения нейронной сети.

Проверка адекватности работы нейронной сети показала высокие результаты. Спектры сигналов, полученных экспериментальным путем, отличались по амплитуде от значений спектров сигналов, полученных нейросетевым моделированием, порядка на 3–5 % по всему диапазону значений частот. Такой результат раскрывает широкий потенциал использования динамического паспорта станка на основе нейронной сети в реальных производственных условиях.

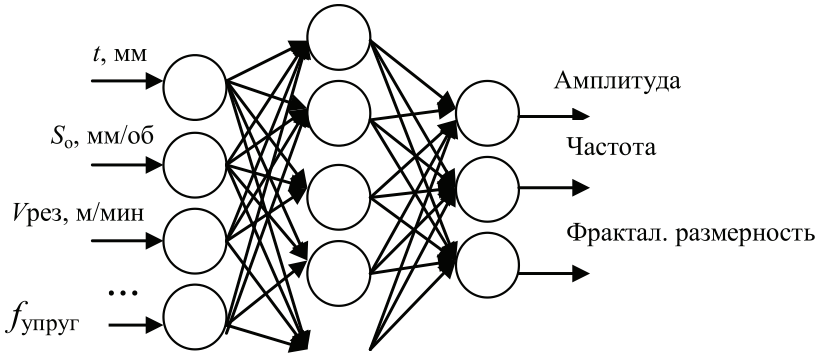


Рис. 2. Нейросетевая модель процесса резания

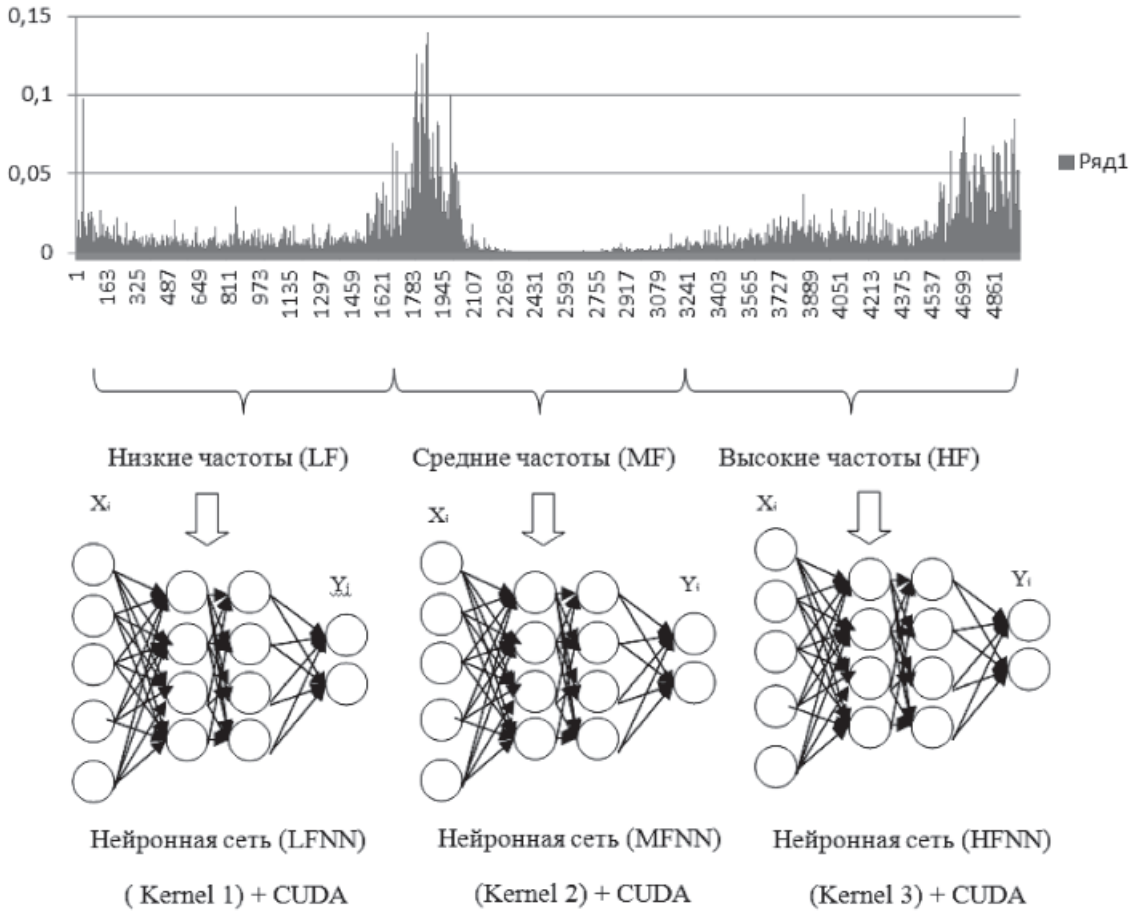


Рис. 3. Распараллеливание обучения сети для регрессионного анализа спектра сигнала и его предсказания

Таким образом, разработка динамического паспорта станка на основе нейронных сетей с алгоритмом параллельного обучения позволяет определять области динамической устойчивости процесса резания на конкретном оборудовании и назначать оптимальные режимы обработки и наладки станка. Подходы нелинейной динамики, дают возможность строить аттракторы и проводить оценку их фрактальной размерности, также позволяют выявлять хаотические автоколебания при резании и потерю устойчивости системы резания. Использование алгоритмов параллельных вычислений nVidia CUDA ускоряет процесс обучения нейронной сети.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ: «Разработка программного и аппаратного обеспечения для системы интеллектуальной диагностики состояния транспортных средств и конструкций в условиях Арктики при удаленном доступе».

Список литературы

1. Диагностика динамической устойчивости и износа инструмента в технологических системах на основе искусственного интеллекта с использованием вычислений nVidia CUDA при удаленном доступе: учебное пособие / Ю.Г. Кабалдин и др.; Нижегород. гос. тех.ун-т им. Р.А. Алексеева. – Н. Новгород, 2014. – 112 с.

2. Кабалдин Ю.Г. Управление динамическими процессами в технологических системах механообработки на основе искусственного интеллекта / Ю.Г. Кабалдин, С.В. Биленко, С.В. Серый. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 201 с.

3. Кабалдин Ю.Г., Лаптев И.Л., Шатагин Д.А., Серый С.В. Диагностика выходных параметров процесса резания в режиме реального времени на основе фрактального анализа и вейвлет-анализа с использованием программно-аппаратных средств National Instruments и Nvidia CUDA // Вестник машиностроения. – 2014. – № 8. – С. 36–42.

4. Кудинов В.А. Динамика станков. – М.: Машиностроение, 1967. – 359 с.

5. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю.В. Барановского. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

References

1. Diagnostika dinamicheskoj ustojchivosti i iznosa instrumenta v tehnologicheskih sistemah na osnove iskusstvennogo intellekta s ispolzovaniem vychislenij nVidia CUDA pri udalennom dostupe: uchebnoe posobie / Ju.G. Kabaldin i dr.; Nizhegorod. gos. teh.un-t im. R.A. Alekseeva. N. Novgorod, 2014. 112 p.

2. Kabaldin Ju.G. Upravlenie dinamicheskimi processami v tehnologicheskih sistemah mehanoobrabotki na osnove iskusstvennogo intellekta / Ju.G. Kabaldin, S.V. Bilenko, S.V. Seryj. Komsomolsk-na-Amure: GOU VPO «Komsomolskij-na-Amure gos. tehn. un-t», 2003. 201 p.

3. Kabaldin Ju.G., Laptev I.L., Shatagin D.A., Seryj S.V. Diagnostika vyhodnyh parametrov processa rezanija v rezhime realnogo vremeni na osnove fraktalnogo analiza i vejvlet-analiza s ispolzovaniem programmno-apparatnyh sredstv National Instruments i Nvidia CUDA // Vestnik mashinostroenija. 2014. no. 8. pp. 36–42.

4. Kudinov V.A. Dinamika stankov. M.: Mashinostroenie, 1967. 359 p.

5. Rezhimy rezanija metallov: spravochnik / pod red. Ju.V. Baranovskogo. M.: NIITavtoprom, 1995. 456 p.

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 330.4:658.14/.17

МОДЕЛЬНО-КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ И МЕТОДИКА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОГО ИНТЕРВАЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ПРОГНОЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНОВ

Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К.

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: adamadziev@mail.ru

Настоящая статья посвящена разработке модельно-компьютерного инструментария и методики оценки влияния длины исходной совокупности выборочных данных на прогнозные величины социально-экономических показателей регионов страны. Особенность подхода авторов к прогнозированию состоит в том, что оно основывается на выявлении тенденций изменения каждого показателя и динамики связей между ними, а также на построении математической и компьютерной моделей. При прогнозировании в экономике приходится разрабатывать и сравнивать между собой их варианты при различной длине их исходных данных. При этом возникает необходимость многократного выполнения одних и тех же расчетов для разных экономических объектов (регионов, федеральных округов и страны в целом). Разработанный авторами модельно-компьютерный инструментарий позволяет автоматизировать выполнение однотипных расчетов для разных экономических объектов. Модельно-компьютерный инструментарий разработан и апробирован на примере данных Республики Дагестан за 2002–2013 гг. На основе оценки рассчитанных вариантов прогнозов сделаны выводы об их сравнительной приемлемости для практических целей.

Ключевые слова: прогноз, тенденции, зависимость, регион, показатель, временной ряд, временной интервал, компьютерная модель, база данных, таблицы-шаблоны, уравнение

MODEL AND COMPUTER TOOLS AND METHOD FOR APPLYING IT TO ASSESS THE IMPACT OF TIME INTERVAL OF INITIAL DATA FOR SOCIO-ECONOMIC INDICATORS IN THE REGION

Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K.

The State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Dagestan State University», Makhachkala, e-mail: adamadziev@mail.ru

This article is devoted to the development of mathematical and computer tools and methodology for assessing the impact of the length of the initial set of sample data on the forecast value of socio-economic indicators of the country. Principal feature of writers´ approach to forecasting is that it is based on identifying trends in each indicator and the dynamics of relationships between them, as well as constructing a mathematical and computer models. When forecasting the economy are has to develop and compare various options for the length of the original data. Need arises to repeatedly perform the same calculations for different economic entities (regions, federal districts and the country as a whole). We have developed a computer model, the tools allow you to automate the execution of similar calculations for different economic entities. Model-computer tools is developed and tested with the data of the Republic of Dagestan for 2002–2013. Based on the evaluation of options of calculated forecasts, conclusions are drawn about their relative suitability for practical purposes.

Keywords: forecast, trends, ratios, region, indicator, time series, time interval, computer model, database, table templates, equation

Целью настоящего исследования является разработка модельно-компьютерного инструментария и методики оценки влияния длины исходной совокупности выборочных данных на прогнозные величины социально-экономических показателей.

Для достижения этой цели решены следующие задачи: изучены основные понятия, связанные с сущностью, методами и методиками анализа и прогнозирования социально-экономических показателей регионов; создано информационное обеспечение, необходимое для анализа и прогнозирования шести ключевых показателей регионов РФ по данным за 2002–2013 гг.; разработан модельно-компьютерный инструментарий для автоматизации расчетов и процедур обработки информации, связанных с прогнозированием, представляющий собой совокупность взаимосвязанных таблиц-шаблонов для исходных, промежуточных и итоговых данных, а также для выполнения процедур обработки информации с встроенными в них формулами; сформулирован ряд выводов на основе различных вариантов прогнозов ключевых социально-экономических показателей по Республике Дагестан, рассчитанных с помощью модельно-компьютерного инструментария.

Для достижения цели и решения поставленных задач по литературным источникам (учебного, справочного и научного характера) нами изучены различные трактовки понятий: анализ, прогноз и прогнозирование; экономические показатели и их временные ряды; методы и виды анализа и прогнозирования; длина исходного временного интервала и прогнозный горизонт; экстраполяция и интерполяция и др. [4–8]. Результаты деятельности экономических объектов находят количественное выражение в экономических показателях, отражающих объем, размер, структуру, уровень, экономическую эффективность процессов. Такие показатели могут быть получены из отчетных данных или в результате их обработки и преобразования.

«Показатель» представляет собой признак, поддающийся количественной оценке и используемый для вынесения суждения о некотором процессе, объекте или явлении. В экономике различают абсолютные, относительные, суммарные, средние и др. показатели. С понятием «показатель» тесно связаны понятия «фактор» и «алгоритм». *Фактором* называют причину, движущую силу какого-то процесса или явления, определяющую его характер или отдельные черты, а *алгоритм* представляет собой способ решения некоторой задачи, точно предписывающий действия, которые нужно совершить для получения результата, зависящего от исходных данных.

Анализ и прогнозирование являются наиболее сложными из функций управления, выполняемых экономическими объектами. Экономический анализ представляет собой систематизированную совокупность аналитических процедур, имеющих целью получение заключений, выводов и рекомендаций экономического характера в отношении некоторого объекта [7]. Одной из основных целей анализа в экономике является выявление тенденций в изменении показателей, а также связей и зависимостей между ними.

Связью в экономике называют совместное изменение двух или более показателей. Среди связей важную роль играет причинная связь, сущность которой состоит в порождении одного явления другим. Такие связи называются зависимостями. При этом показатели, характеризующие причины, называются факторными, или независимыми переменными, а показатели, характеризующие следствие, – результативными, или зависимыми переменными. С помощью связей и зависимостей между показателями экономических объектов, представленных в виде статистической совокупности данных в пространстве и времени, могут быть выявлены те или иные тенденции. Тенденция – это стремление, свойственное чему-нибудь; направление развития какого-либо явления. Определить динамические тенденции означает выявить наличие: определенных закономерностей в изменении отдельного экономического показателя во времени; закономерностей в изменении структурного состава того или иного экономического показателя во времени; связи, зависимости или закономерности в изменении значений одного (зависимого) из экономических показателей во времени при изменении значения одного, двух и более других (независимых) показателей [3].

Особую роль среди связей и зависимостей играют те, которые могут быть выражены в виде формул. Выявление и построение таких формул принято называть процессом моделирования.

Выявленные в результате анализа тенденции и динамические связи являются основой прогнозирования. Из множества существующих определений понятия «прогноз» в экономике [см., например, 3–11] одним из удачных, по мнению авторов, является следующее: «Прогноз – это расчет неизвестного экономического показателя по заданным факторам на основании модели». При этом система научных исследований качественного и количественного характера, направленных на выяснение тенденций развития народного хозяйства или его частей (отраслей, регионов, предприятий и т.п.), называется прогнозированием. Важной характеристикой прогнозирования является длина прогнозного горизонта, которая по учебным литературным источникам должна составить примерно одну треть длины исходного интервала [5; 11].

Для анализа и прогнозирования в экономике разработано множество методов. Любой метод прогнозирования базируется на идее экстраполяции, под которой обычно понимают распространение закономерностей, связей и **соотношений,** действующих в исходном временном периоде, за его пределы [10].

Динамические тенденции зависят в первую очередь от длины исследуемого временного интервала. Поэтому чтобы выбрать приемлемые для реализации варианты прогнозов, возникает необходимость выявления тенденций за различные временные интервалы, проведения их сравнительного анализа, а также выполнения прогнозных расчетов и их сравнительной оценки при различных тенденциях.

Анализ динамических тенденций и прогнозирование предполагают наличие соответствующей исходной информационной

базы данных. Информационной основой настоящего исследования является таблица с шестью социально-экономическими показателями в разрезе регионов России за 12 лет (2002–2013 гг.), сформированная в MS Excel из созданной и поддерживаемой нами с 2004 г. по настоящее время базы данных. Сама база данных представляет собой совокупность таблиц, публикуемых Росстатом в ежегоднике «Россия в цифрах» [9], а также совокупность рассчитанных авторами настоящего исследования таблиц, содержащих величины темповых, структурных, суммарных, средних, относительных и др. показателей.

Анализ и прогнозирование, как известно, связаны с множеством расчетов, выполнение которых обеспечивается различными математическими формулами. Их взаимосвязанную совокупность принято называть алгоритмом или математической моделью. В соответствии с созданной авторами исходной таблицей анализ и прогнозирование для каждого из 88-ми экономических объектов (79 регионов, 8 федеральных округов, страна в целом) можно проводить по одной и той же модели, созданной для одного объекта (региона, федерального округа или страны в целом). Математическая модель сама по себе не выполняет никаких расчетов; формулы, включенные в ее состав, лишь показывают, как следует рассчитать тот или иной показатель. Сами же расчеты при этом можно выполнять вручную или на ЭВМ. Для выполнения расчетов по математической модели на ПЭВМ требуется преобразовать ее в компьютерную модель.

На примере Республики Дагестан нами созданы математическая и компьютерная модели, обеспечивающие автоматизацию расчетов, связанных с разработкой вариантов прогнозов для одного региона, по которым могут быть выполнены расчеты для любого из остальных регионов (федерального округа, страны в целом).

Математическая модель представляет собой совокупность формул, необходимых для построения уравнений временных рядов и рядов динамики пяти видов (линейных, показательных, гиперболических, степенных и параболических), т.е. для расчета параметров уравнений (свободного члена и коэффициентов при переменных) и статистических характеристик (дисперсий для зависимой и независимых пременных, индексов корреляции и детерминации, критериев Фишера и Стьюдента, средней ошибки аппроксимации и др.). Компьютерная модель обеспечивает выполнение всех предусмотренных математической моделью расчетов на ПЭВМ и включает в себя совокупность всей цепочки взаимосвязанных таблиц-шаблонов, в ячейки которых встроены все расчетные формулы и операторы, обеспечивающие различные процедуры обработки информации [3].

Важными составляющими компьютерной модели являются графики-шаблоны, позволяющие строить графики изменения каждого показателя и графики точек рассеивания для выявления наличия или отсутствия зависимости (связи) между парами экономических показателей. Анализ графиков, построенных авторами по данным трех ключевых относительных показателей по данным РД, показал, что для описания тенденций и динамических связей (зависимостей) вполне приемлемы три вида уравнений временных рядов и рядов динамики: линейного, показательного и степенного видов. Поэтому в настоящей статье нет необходимости обосновать выбор вида уравнений временных рядов и рядов динамики для прогнозирования расчетами и оценкой статистических характеристик.

В настоящей статье не рассчитываются и не анализируются параметры уравнений и их статистические характеристики. То есть, задачей модельно-программного инструментария является выполнение прогнозных расчетов по уравнениям без построения самых уравнений. Это обеспечивается включением в компьютерную модель встроенных статистических функций «тенденция» и «рост» из MS Excel, первая из которых обеспечивает выполнение прогнозных расчетов по уравнениям линейного вида, вторая – по уравнениям показательного вида.

В принципе функция «тенденции» может обеспечить выполнение расчетов по любому из пяти рассматриваемых параметров, поскольку все они могут быть преобразованы в линейный вид. Но поскольку для уравнения показательного вида имеется специальная функция «рост», то целесообразно и ее использование.

Иными словами, разработанный нами инструментарий выполняет прогнозные расчеты для 4-х видов уравнений с помощью функции «тенденция», а для показательного вида уравнений – с помощью функции «рост».

Чтобы преобразовать уравнение степенного вида (например, $\hat{Y}_t = b \cdot X_t^m$) в линейный вид, принято логарифмировать обе части степенного уравнения. В результате в нашем случае получим

$$\lg Y_t = \lg b + m \cdot \lg X_t,$$

т.е. для степенной функции сначала рассчитываются прогнозные значения для $\lg Y_t$ по

величинам $\lg X_t$ (с помощью функции «тенденция»), а затем, потенцируя прогнозные значения $\lg Y_t$ и $\lg X_t$, рассчитываются прогнозные величины Y_t и X_t.

Таким образом, для выполнения прогнозных расчетов в модельно-компьютерный инструментарий включены две математические («log10», «степень») и две статистические («тенденция», «рост») функции из MS Excel.

Отметим, что для прогнозирования разработаны и используются различные программные продукты и системы. Однако процесс прогнозирования настолько сложен, многогранен и разнороден, что в рамках одного программного продукта или системы нельзя предусмотреть все возникающие на практике прогнозирования ситуации, учесть все особенности различных экономических систем и все множество разнородных задач.

Задача настоящего исследования ограничена рамками разработки инструментария (математического и компьютерного) для сравнительной оценки вариантов прогнозов при выборе различных длин временного интервала исходной совокупности данных.

Разработанный нами модельно-компьютерный инструментарий предусматривает прогнозирование по уравнениям временных рядов ($Y_t = f(t)$), а также по одно- и двухфакторным уравнениям рядов динамики ($Y_t = f(X_t)$; $Y_t = f(X_{1t}, X_{2t})$).

Отметим, что прогнозные расчеты выполняются по трем относительным показателям (производительности труда – Пт, фондовооруженности труда – Фв и средней месячной заработной платы – Зп); три абсолютных показателя включены в исходную таблицу, для того чтобы на их основе рассчитать два из относительных показателей (производительность и фондовооруженность труда). Ценность трех абсолютных показателей, включенных в исходную таблицу, не ограничивается расчетом на их основе производительности и фондовооруженности труда. По их величинам можно: во-первых, выполнить такие же прогнозные расчеты, как для относительных показателей; во-вторых, строить модели производственных функций, широко известные как функции Кобба ~ Дугласа [3; 11]. Однако в настоящей статье эти показатели не исследуются.

Перейдем теперь к описанию методики прогнозирования. Все прогнозные расчеты для одного региона выполняются десять раз при разных длинах исходного временного интервала.

При этом расчеты при каждой длине исходного интервала выполняются следующим образом:

– создается таблица-шаблон, предусматривающая выполнение всех расчетов по данным за один временной интервал (например, в нашем случае по данным за 12 лет);

– создаются десять ее копий;

– во всех таблицах-шаблонах копий, начиная со 2-й, удаляются 1-я, 2-я, 3-я и т.д. строки (соответственно за 2002 г.; за 2002–2003 гг.; за 2002–2004 гг. и т.д.).

В таблице приведены варианты прогнозов трех рассматриваемых показателей, рассчитанных по уравнениям временных рядов линейного и степенного видов по данным за восемь различных временных интервалов: 2002–2013; 2003–2013; …; 2009–2013 гг. Во всех случаях горизонт прогнозирования выбран один и тот же (2014, 2015, 2016 гг.).

По данным таблицы можно сформулировать ряд выводов, в частности:

– в соответствии с прогнозными величинами производительности труда, полученными по уравнениям при тенденции, имевшей место за весь 12-летний интервал времени (1 вариант) прогнозная величина в 2014 г. должна была составить 395,1 тыс. руб.; при тенденциях 2–6-го вариантов – 406,4–426,6 тыс. руб.; при тенденциях, сложившихся в 7–8-й варианты, прогнозная величина производительности труда меньше, чем в 5–6-м, но больше, чем в 1–4-м вариантах; при степенной зависимости по сравнению с линейной прогнозные величины производительности труда существенно меньше во всех вариантах;

– анализ прогнозных величин заработной платы при линейном уравнении показывает: во-первых, их рост по вариантам от 1-го по 8-й с 16003 до 18305 руб.; во-вторых, то что заработная плата в 2016 г. составила 18581–22294 руб., а ее приросты по сравнению с 2014 г. составили за два года 15-21 %; при степенной зависимости прогнозные величины заработной платы в 2014 г. оказались в пределах 13334–16420 руб, что существенно меньше, чем при линейной;

– прогнозные величины фондовооруженности труда в 2014 г. от 1-го по 6-й варианты составили 902,0–1002,1 тыс. руб., а по 7–8-му вариантам оказались примерно равными и были чуть меньше, чем по 6-му варианту. Отношение ее прогнозных значений по 6-му варианту к 1-му составило 111 %, что существенно меньше, чем аналогичные соотношения по производительности труда и заработной плате.

Варианты прогнозов производительности труда, средней месячной заработной платы и фондовооруженности труда, рассчитанные по исходным данным РД за различные временные интервалы с помощью уравнений временных рядов

	Линейного вида			Степенного вида		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Производительность труда, тыс. руб.						
2002–2013	395,1	427,5	459,9	339,7	364,0	388,2
2003–2013	406,4	441,3	476,3	374,0	403,4	432,6
2004–2013	411,8	448,2	484,5	368,8	394,9	420,6
2005–2013	418,3	456,4	494,5	377,1	403,0	428,1
2006–2013	424,2	464,1	503,9	389,7	416,3	441,9
2007–2013	426,6	467,3	507,9	397,3	423,3	447,9
2008–2013	422,4	461,4	500,5	391,3	413,0	433,2
2009–2013	419,5	457,3	495,2	391,7	411,2	428,9
Средняя месячная заработная плата, руб.						
2002–2013	16003	17292	18581	13334	14190	15037
2003–2013	16448	17840	19231	14204	15166	16115
2004–2013	16803	18284	19764	14624	15601	16556
2005–2013	17148	18723	20298	15093	16093	17064
2006–2013	17439	19100	20762	15405	16393	17342
2007–2013	17756	19523	21291	15909	16932	17903
2008–2013	17906	19730	21554	15939	16871	17738
2009–2013	18305	20299	22294	16420	17400	18296
Фондовооруженность труда, тыс. руб.						
2002–2013	902,0	962,9	1023,8	734,2	762,7	790,3
2003–2013	930,5	998,0	1065,5	787,8	823,2	857,5
2004–2013	947,9	1019,8	1091,6	809,8	846,7	882,2
2005–2013	971,8	1050,1	1128,4	855,1	898,1	939,2
2006–2013	987,5	1070,5	1153,5	883,8	929,4	972,6
2007–2013	1002,1	1090,0	1177,9	918,7	968,3	1015,0
2008–2013	1001,3	1088,9	1176,5	924,2	970,4	1013,0
2009–2013	1001,7	1089,5	1177,2	937,0	981,9	1022,4

В отличие от фондовооруженности труда, которую можно прогнозировать только с помощью уравнений временных рядов, производительность труда и заработную плату можно прогнозировать и по уравнениям рядов динамики. При этом отметим, что прогнозирование с помощью уравнений рядов динамики для таких показателей как производительность труда и заработная плата, которые зависят от различных показателей-факторов, в т.ч. и друг от друга, предпочтительнее, чем по уравнениям временных рядов.

Нами выполнены расчеты и построены прогнозные таблицы по уравнениям рядов динамики:

а) для зависимости производительности труда от фондовооруженности, от заработной платы и от обоих этих показателей;

б) для зависимости средней месячной заработной платы от фондовооруженности, от производительности труда и от обоих этих показателей.

Выводы, которые могут быть сформулированы по результатам, рассчитанным по уравнениям рядов динамики для зависимости производительности труда от фондовооруженности, от заработной платы и от обоих этих показателей:

– при линейных видах уравнений, выражающих зависимости производительности труда, разница между ее максимальным и минимальным прогнозными значениями на 2014 г. составила 36,3 тыс. руб. (или 8–9 %), а на 2016 г. – 54,1 (или 11–12 %);

– прогнозные значения производительности труда по одним и тем же вариантам, рассчитанным по уравнениям разных зависимостей, различаются между собой в еще меньшей степени (2–5 %).

Выводы о величинах прогнозных значений средней месячной заработной платы,

рассчитанных по уравнениям ее зависимости от фондовооруженности, от производительности труда и от обоих этих показателей, которые можно сформулировать по полученным нами результатам расчетов:

– разница между max и min средней заработной платы за 2014 г. при разных временных интервалах составляет по линейным уравнениям рядов динамики 2392 руб. (max = 18225; min = 15833) или 13 и 15 %;

– разница в прогнозных значениях, рассчитанных по трем уравнениям для разных зависимостей для одних и тех же вариантов, является весьма незначительной и составляет 1–2 %.

Список литературы

1. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. Связи, зависимости и динамические тенденции в экономике регионов: оценка методами математического и компьютерного моделирования // Открытое образование. – 2011. – № 2–2.

2. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. Оценка тенденций и зависимостей в экономике регионов: методы, модели, методика // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 14)

3. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. Компьютерное моделирование в экономике: учебное пособие. – Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2014. – 211 с.

4. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятий: учебник / под ред. проф. В.Я. Позднякова. – М.: ИНФРА_М, 2008. – 617 с.

5. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2012. – 320 с.

6. Дайитбегов Д.М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике. – М.: ИНФРА-М – Вузовский учебник, 2008. – XIV, 578 с. – (Научная книга)

7. Ковалев В.В. Финансовый анализ: методы и процедуры. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 560 с.

8. Математика и кибернетика в экономике: словарь-справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 1975.

9. Россия в цифрах, 2002–2013: Крат. Стат. Сб. / Росстат. – М., 2004–2014.

10. Френкель А.А. Прогнозирование производительности труда: методы и модели. – М.: Экономика, 1989. – 214 с.

11. Эконометрика: учебник для вузов / под ред. И.И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.

References

1. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. Svjazi, zavisimosti i dinamicheskie tendencii v jekonomike regionov: ocenka metodami matematicheskogo i komp'juternogo modelirovanija // Otkrytoe obrazovanie. 2011. no. 2–2.

2. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. Ocenka tendencij i zavisimostej v jekonomike regionov: metody, modeli, metodika // Fundamentalnye issledovanija. 2013. no. 10 (chast 14).

3. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. Kompjuternoe modelirovanie v jekonomike: uchebnoe posobie. Mahachkala: Izdatelsko-poligraficheskij centr DGU, 2014. 211 p.

4. Analiz i diagnostika finansovo-hozjajstvennoj dejatelnosti predprijatij: uchebnik / pod red. prof. V.Ja. Pozdnjakova. M.: INFRA_M, 2008. 617 p.

5. Afanasev V.N. Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie: uchebnik / V.N. Afanasev, M.M. Juzbashev. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Finansy i statistika; INFRA-M, 2012. 320 p.

6. Dajitbegov D.M. Kompjuternye tehnologii analiza dannyh v jekonometrike. M.: INFRA-M Vuzovskij uchebnik, 2008. XIV, 578 p. (Nauchnaja kniga)

7. Kovalev V.V. Finansovyj analiz: metody i procedury. M.: Finansy i statistika, 2005. 560 p.

8. Matematika i kibernetika v jekonomike: slovar-spravochnik. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Jekonomika, 1975.

9. Rossija v cifrah, 2002–2013: Krat. Stat. Sb. / Rosstat. M., 2004–2014.

10. Frenkel A.A. Prognozirovanie proizvoditelnosti truda: metody i modeli. M.: Jekonomika, 1989. 214 p.

11. Jekonometrika: uchebnik dlja vuzov / pod red. I.I. Eliseevoj. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Finansy i statistika, 2005. 576 p.

Рецензенты:

Алиев М.А., д.э.н., профессор кафедры экономической теории, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала;

Шахбанов Р.Б., д.э.н., профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала.

УДК 336.2

МОНИТОРИНГ БАНКОВСКИХ РИСКОВ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ

[1]Алиев Б.Х., [2]Султанов Г.С., [1]Салманов С.И.

[1]ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: fef2004@yandex.ru;

[2]ГАОУ ВПО «Дагестанский государственный университет народного хозяйства», Махачкала, e-mail: sirius2001@mail.ru

В статье показана значимость мониторинга банковских рисков в обеспечении стабильности, надежности и устойчивости российского банковского сектора. Выделены внутренние и внешние факторы, которые определяют необходимость проведения мониторинга банковских рисков. Рассмотрены основные преимущества мониторинга для таких субъектов экономики, как государство, ЦБ РФ и коммерческие банки. На основании исследования базовых подходов по уменьшению вероятности возникновения банковского риска определен наиболее эффективный способ, заключающийся в прогнозировании при одновременном наблюдении и оценке результатов деятельности банка. Кроме того, мониторинг банковских рисков важен как для практики, так и для теории, так как он позволяет не только оперативно получать текущую информацию о рисках, но и выявлять рыночные тенденции и закономерности, а также делать выводы о перспективах развития банковского сектора.

Ключевые слова: банковские риски, мониторинг, стабильность, устойчивость, надежность, коммерческий банк, банковский сектор модели развития

MONITORING OF BANK RISKS AND ITS ROLE IN ENSURING BANKING SYSTEM STABILITY OF RUSSIA

[1]Aliev B.K., [2]Sultanov G.S., [1]Salmanov S.I.

[1]Dagestan state university, Makhachkala, e-mail: fef2004@yandex.ru;

[2]Dagestan State university of a National Economy, Makhachkala, e-mail: sirius2001@mail.ru

The importance of monitoring of bank risks in ensuring stability of reliability and stability and the Russian banking sector is shown in article. Internal and external factors which determine need of carrying out monitoring of bank risks are allocated. The main benefits of monitoring to such subjects of economy as the state, the Central Bank of the Russian Federation and commercial banks are considered. Based on research of basic approaches on reduction of probability of emergence of bank risk the most effective method consisting in forecasting in case of simultaneous supervision and performance appraisal of bank is determined. Besides monitoring of bank risks is important both for practice, and for the theory as it allows not only to receive quickly the current information on risks, but also to reveal market trends and regularities, and also to draw conclusions about prospects of development of the banking sector.

Keywords: bank risks, monitoring, stability, stability, reliability, commercial bank, banking sector of model of development

Банковский сектор, являясь частью финансовой системы, деятельность которой связана с рыночными условиями хозяйствования, неизбежно подвергается риску. Располагая информацией о возможном риске банковского сектора, органы власти могут разработать предупредительные мероприятия, направленные на создание конкурентной банковской системы, способной к эффективному распределению кредитных ресурсов и обладающей высоким запасом финансовой устойчивости, который исключал бы возможность системного банковского кризиса.

Устойчивость развития и функционирования банковской системы в настоящее время становится одной из главных ее характеристик Только устойчивая банковская система в долгосрочном плане может выполнять возложенные на нее задачи, с одной стороны, а с другой – служить определенной гарантией общей стабильности экономики. Кризисные явления на мировых и отечественных финансовых рынках подтвердили необходимость совершенствования системы риск-менеджмента в банковской сфере Актуальность развития институтов мониторинга банковских рисков обусловлена тем, что различные сферы экономики, такие как банковская система и реальный сектор, взаимодействуют друг с другом. Это иногда ведет к распространению негативных явлений из других сфер на банковскую систему. Поэтому важно, чтобы подходы к мониторингу и прогнозированию рисков были скоординированы с учетом внешних факторов и направлены на снижение вероятности негативных последствий

Повышение эффективности надзора за банковской системой выдвигает на первый

план задачу поиска новых методов определения надежности кредитных организаций При этом для органов надзора важно иметь представление не только о текущем финансовом положении банка, но и о вероятности устойчивого сохранения его в перспективе Поэтому для оценки надежности банка необходимо осуществлять прогнозирование его будущего финансового положения с использованием данных, которые возможно получать в процессе функционирования централизованной системы сбора, обработки и анализа информации. В качестве основы для формирования системы мониторинга и прогнозирования банковских рисков может являться действующая в настоящее время сеть бюро кредитных историй. Однако на практике не удалось сформировать единую систему бюро кредитных историй. Таким образом, исследование проблем устойчивости банковской системы и создания системы мониторинга и прогнозирования банковских рисков является в настоящее время весьма актуальным.

В целях устойчивого развития банковского сектора государство должно способствовать формированию инфраструктуры регулирования и надзора за деятельностью банков. Поэтому Правительство РФ и Центральный банк РФ также уделяют огромное внимание обеспечению устойчивости банковской системы, которое проявляется в определении основных целей и задач «Стратегий развития банковского сектора Российской Федерации».

1. В рамках «Стратегии развития банковского сектора Российской Федерации на период 2001–2005 гг.», принятой в декабре 2001 г., были выработаны мероприятия, которые способствовали закреплению позитивных тенденций в динамике становления и развития банковской системы, существенному расширению предложения банковских услуг в Российской Федерации.

2. «Стратегия развития банковского сектора РФ на период до 2008 года» была принята Правительством РФ совместно с Банком России в 2005 г. Ее основными целями были: повышение конкурентоспособности российских кредитных организаций, совершенствование банковского регулирования и надзора, усиление защиты интересов кредиторов и вкладчиков, обеспечение устойчивости банковского сектора.

3. Основной целью развития банковского сектора Российской Федерации до 2015 г. является активное участие в модернизации экономики на основе существенного повышения уровня и качества банковских услуг, предоставляемых организациям и населению, и обеспечения его системной устойчивости, это закреплено в «Стратегии развития банковского сектора Российской Федерации на период до 2015 года» [7]. В данном документе Правительство Российской Федерации и Центральный банк Российской Федерации с учетом уроков кризиса активизируют усилия по повышению устойчивости банковского сектора и обеспечению стабильного роста основных показателей его функционирования.

Наблюдается все большее акцентирование внимания Правительства Российской Федерации и Центрального банка Российской Федерации на переход к модели развития банковского сектора, ориентированной на долгосрочную эффективность. Это в полной мере отвечает долгосрочным приоритетам развития экономики, в том числе предусмотренным «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. Достижение такой модели развития банковского сектора возможно при дальнейшем повышении уровня конкуренции, рыночной дисциплины и транспарентности в банковском секторе. При этом особое значение приобретает формирование в ближайшие время более эффективной системы банковского мониторинга, регулирования и надзора, способной противостоять кризисам.

В настоящее время российская банковская система является одним из важнейших секторов экономики, который нисколько не уступает реальному сектору [2, с. 117]. Основываясь на особой роли банковской системы в экономической жизни государства, можно определенно утверждать, что кризисные явления в банковском секторе могут привести к расстройству экономической жизни и возникновению финансового кризиса.

Особое влияние на устойчивость финансового рынка и появление рисков оказывает информация. В результате развития наук и технологий возникает и увеличивается информационная асимметрия. С точки зрения рискологии информационная асимметрия означает неопределенность. Асимметрия информации определяется в экономической литературе как недостаточность сведений о партнере, доступных для заключения сделки, что ведет к неэффективности распределения кредитных ресурсов. Впервые ученые заговорили об информационной асимметрии на потребительском рынке в конце 1960-х гг., когда Дж. Акерлоф [3] предположил, что на некоторых рынках качество товара известно только продавцу.

Следовательно нельзя понять, насколько такие товары качественны, не попробовав их. Позже была доказана универсальность феномена асимметричности рыночной информации, т.е. присутствие на многих рынках. Асимметрия информации характеризует ситуацию, когда одни участники рынка информированы больше, чем другие.

В результате финансовой глобализации, а также роста общей нестабильности в современных условиях информационная неопределенность на финансовых рынках существенно возросла. По нашему мнению, одним из возможных путей решения данной проблемы является создание комплексной модели мониторинга банковских рисков, которая позволит формировать и аккумулировать информацию о состоянии отраслей экономики регионов, национальных хозяйств, о рисках реального сектора экономики, а также рисках в самом банковском секторе [9].

Основываясь на тесной взаимосвязи кризисных явлений различных секторов экономики, необходимо учитывать вероятность дестабилизации банковского сегмента, которая может привести к дестабилизации финансовой сферы и экономики в целом [5].

Таким образом, банковская система как часть единого экономического механизма, а также источник развития экономики и общества должна обладать надежностью, устойчивостью и стабильностью. В связи с этим необходимо создать стабильную и надежную модель банковской системы в целом и коммерческого банка в частности, которая сможет противостоять негативным явлениям в современном финансовом мире.

При этом важно определить причины возникновения нестабильности в банковской системе в целом и в банке, которые должны подкрепляться комплексом мероприятий, которые банк может задействовать в целях обеспечения своей устойчивости, стабильности и надежности.

В настоящее время наиболее известными направлениями являются политика управления риском, связанная с его причиной, и политика управления риском, связанная с его действием. Согласно данным направлениям различают две формы управления рисками. Первая форма включает такие методы и формы, которые воздействуют на причины риска, т.е. обеспечивают уменьшение вероятности риска и снижение степени неопределенности. Вторая форма управления направлена на результаты проявления риска [6].

Управляя причинами рисков, банк может существенно снизить уровень угроз. На наш взгляд, единственным адекватным способом снижения степени неопределенности выступает способ прогнозирования при одновременном наблюдении и оценке результатов деятельности банка, т.е. мониторинг риска. В связи с этим появляется необходимость существовании такой системы наблюдения и оценки банковских рисков, которая позволяла бы увидеть влияние частных показателей на комплексную оценку и общее состояние деятельности банка и всего банковского сектора на текущий момент деятельности и на перспективу, т.е. системы мониторинга. Ведь для любой экономики страны важное значение имеет не только текущее состояние, но и перспективы развития банковской системы, что объясняется ее ключевым положением в экономике [10].

Необходимость проведения и повышение роли мониторинга банковских рисков в современных посткризисных условиях вызваны внутренними и внешними факторами. К наиболее значимым внешним факторам относятся: особая роль банковской системы в экономике страны; особенность развития банковской системы страны в условиях влияния и последствий мирового финансового кризиса [1, с. 3]; заинтересованность широкого круга субъектов экономики в бесперебойном функционировании банковской системы; необходимость роста капитализации кредитных организаций для обеспечения возрастающей потребности экономики страны в кредитных ресурсах; рост присутствия иностранного капитала в российской банковской системе; включение банковской системы в процессы глобализации и информатизации банковского дела; возникновение дисбалансов в финансовом секторе экономики; расширение масштабов банковской деятельности; общий дефицит инвестиционных возможностей экономики; краткосрочный характер и ограниченность кредитных ресурсов и т.д. [8].

К внутренним факторам относятся: невысокое качество банковского аудита; неразвитость систем внутреннего банковского контроля; недостатки консолидированного надзора; недостаточная эффективность выполнения банковских систем риск-менеджмента своих функций; реализацией в российском банковском секторе Базельских соглашений (Базель-2 и Базель-3) и т.д.

Рассмотренные выше внутренние и внешние факторы, определяющие необходимость проведения мониторинга банковских рисков, свидетельствуют о том, что конкурентоспособность российских кредитных организаций и банковского сектора в целом остается недостаточной. Указанные

недостатки снижают авторитет российского банковского сообщества и уровень доверия к банковскому сектору, ухудшают возможности привлечения банками инвестиций и т.д. Поэтому возникает необходимость изменения регулирующего воздействия на деятельность банков, которое должно быть направлено на активное противодействие возникновению кризисных явлений, а не на последующее вливание бюджетных средств в банки для поддержания на плаву всей финансовой системы [4, с. 187].

Реализация мониторинга банковских рисков обеспечивает:

1) для государства в целом мониторинг позволяет повысить прозрачность банковского сектора, расширяет возможность оперативного контроля банковских рисков и регулирования банковского сектора;

2) для Банка России мониторинг помогает выявить рыночные рискованные тенденции, дать адекватный анализ развития рынка и возможность выработать дальнейшую стратегию развития банковского сектора;

3) для коммерческого банка мониторинг позволяет определить банковские риски на самых ранних стадиях, а также может быть специфическим инструментом, воздействующим на снижение банковских рисков.

Итак, мониторинг банковских рисков важен как для практики, так и для теории, так как он позволяет не только оперативно получать текущую информацию о рисках, но и выявлять рыночные тенденции и закономерности, а также делать выводы о перспективах развития банковского сектора.

Список литературы

1. Алиев Б.Х. Промышленная политика и экономика. – М.: Экономика, 2000. – 103 с.

2. Аликберова А.М. Алиев Б.Х., Оценка факторов регулирования прибыли коммерческого банка // Финансы и кредит. – 2013. – № 20. – С. 11–19.

3. Багрова Е.С., Алиев Б.Х., Рабаданова Д.А. К вопросу о понятии банковского надзора // Финансы и кредит. – 2012. – № 35. – С. 17–23.

4. Идрисова С.К., Алиев Б.Х., Рабаданова Д.А. Деньги, кредит, банки: учеб. пособие – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. – 288 с.

5. Идрисова С.К., Алиев Б.Х., Рабаданова Д.А. Оценка кредитного портфеля в целях обеспечения устойчивости банковского сектора региона // Финансы и кредит. – 2011. – № 25. – С. 2–8.

6. Коробов Ю.И. Новое понимание банковской культуры // Финансы и кредит. – 2012. – № 15.

7. Приложение к Заявлению Правительства Российской Федерации и Центрального банка Российской Федерации от 5 апреля 2011 г. «Стратегия развития банковского сектора Российской Федерации на период до 2015 года». – URL: http:// www.referent.ru.

8. Султанов Г.С., Султанова Э.А. Особенности кредитных и инвестиционных услуг коммерческих банков // Актуальные проблемы экономического развития Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2011. – С. 158–162.

9. Травкина Е.В. К оценке устойчивости современного состояния российского банковского сектора // Вестник СГСЭУ. – 2012. – № 3 (42).

10. Якунин С.В. Подходы к регулированию банка на рынке ценных бумаг и необходимость их изменений // Вестник СГСЭУ. – 2011. – № 2 (36).

References

1. Aliev B.H. Promyshlennaja politika i jekonomika. M.: Jekonomika, 2000. 103 p.

2. Alikberova A.M. Aliev B.H., Ocenka faktorov regulirovanija pribyli kommercheskogo banka // Finansy i kredit. 2013. no. 20. pp. 11–19.

3. Bagrova E.S., Aliev B.H., Rabadanova D.A. K voprosu o ponjatii bankovskogo nadzora // Finansy i kredit. 2012. no. 35. pp. 17–23.

4. Idrisova S.K., Aliev B.H., Rabadanova D.A. Dengi, kredit, banki: ucheb. posobie M.: Vuzovskij uchebnik: INFRA-M, 2014. 288 p.

5. Idrisova S.K., Aliev B.H., Rabadanova D.A. Ocenka kreditnogo portfelja v celjah obespechenija ustojchivosti bankovskogo sektora regiona // Finansy i kredit. 2011. no. 25. pp. 2–8.

6. Korobov Ju.I. Novoe ponimanie bankovskoj kultury // Finansy i kredit. 2012. no. 15.

7. Prilozhenie k Zajavleniju Pravitelstva Rossijskoj Federacii i Centralnogo banka Rossijskoj Federacii ot 5 aprelja 2011 g. «Strategija razvitija bankovskogo sektora Rossijskoj Federacii na period do 2015 goda». URL: http:// www.referent.ru.

8. Sultanov G.S., Sultanova Je.A. Osobennosti kreditnyh i investicionnyh uslug kommercheskih bankov // Aktualnye problemy jekonomicheskogo razvitija Belgorodskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. 2011. pp. 158–162.

9. Travkina E.V. K ocenke ustojchivosti sovremennogo sostojanija rossijskogo bankovskogo sektora // Vestnik SGSJeU. 2012. no. 3 (42).

10. Jakunin S.V. Podhody k regulirovaniju banka na rynke cennyh bumag i neobhodimost ih izmenenij // Vestnik SGSJeU. 2011. no. 2 (36).

Рецензенты:

Шахбанов Р.Б., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Бухгалтерский учет», ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала;

Раджабова З.К., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Мировая экономика и международный бизнес», ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала.

УДК 65.012.12

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

[1,2]Афоничкин А.И., [2]Журова Л.И.

[1]ЧОУ ВО «Международный институт рынка», Самара, e-mail: afon_t@mail.ru;
[2]ОАНО ВО «Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт)», Тольятти, e-mail: zhurova.li@mail.ru

Современные предприятия функционируют в условиях высокой сложности, неопределенности и динамичности окружающей социально-экономической среды. В этих условиях все большее значение приобретает стратегическое управление предприятиями, ориентированное на их устойчивое развитие. Достижение целевых показателей развития и обеспечение долгосрочной конкурентоспособности предприятий зависит от уровня их экономической устойчивости. В научной литературе не существует единого подхода к оценке экономической устойчивости предприятий. В этой связи возникает необходимость развития теоретических и методических основ оценки экономической устойчивости предприятия для формирования комплексного подхода устойчивого развития. В работе представлены авторские модель и методика интегральной оценки экономической устойчивости предприятия в процессе его развития, сформирована система показателей, характеризующих уровень экономической устойчивости предприятия, обоснованы правила упорядочения показателей, разработан алгоритм интегральной оценки экономической устойчивости предприятия.

Ключевые слова: устойчивость, экономическая устойчивость, устойчивое развитие, устойчивое экономическое развитие

ASSESSMENT MODEL OF ECONOMIC SUSTAINABILITY OF THE ENTERPRISES

[1,2]Afonichkin A.I., [2]Zhurova L.I.

[1]International Market Institute, Samara, e-mail: afon_t@mail.ru;
[2]Volga University named after V.N. Tatischev, Togliatti, e-mail: zhurova.li@mail.ru

Contemporary businesses operate in conditions of high complexities, uncertainty and dynamism surrounding socio-economic environment. In these circumstances gaining importance of strategic enterprises management, oriented on their sustainable development. Achieving development Indicators and ensuring long-term competitiveness of enterprises depends on their level of economic stability. In the scientific literature there is no single approach to the assessment of economic sustainability of the enterprises. In this regard there is a need for the development of theoretical and methodological foundations of assessment the economic stability of the enterprise for the formation of an integrated approach to sustainable development. The paper presents the author's model and method of integrated assessment of the economic sustainability of the enterprise in the making of its development, formed a system of indicators, characterizing the degree of economic stability of the enterprise, grounded rules to streamline indicators, developed an algorithm integrated assessment of the economic stability of the enterprise.

Keywords: sustainability, economic sustainability, sustainable development, sustainable economic development

Высокая степень сложности и динамичности социально-экономической среды функционирования предприятий предопределяет необходимость формирования механизмов управления их развитием, позволяющих адекватно реагировать на быстро изменяющиеся условия хозяйствования. В последнее время важным подходом в управлении экономическими системами макро-, мезо- и микроуровня является использование теории устойчивого развития, позволяющей системно подойти к решению разноплановых и противоречивых проблем экономического роста, обосновать эффективную стратегию развития с учетом особенностей систем, обеспечивая согласованность взаимодействия и баланс интересов их участников.

Вопросам обеспечения устойчивого развития экономических систем в настоящее время уделяется повышенное внимание. В частности, теоретическим основам и практическим аспектам формирования и использования механизмов обеспечения устойчивого развития экономических систем микроуровня (предприятий) посвящены труды Л.А. Базаровой, А.И. Балашова, Л.В. Бармашовой, Л.С. Белоусовой, Ю.В. Ерыгина, Т.В. Колосовой, А.Г. Корякова, Л.В. Сааковой, Т.В. Терентьевой, Г.З. Щербаковского и др. Сложность проблемы обеспечения устойчивого развития предприятий в силу ее неоднозначности и многогранности обусловливает необходимость дополнительных исследований по данному направлению.

В рамках нашей работы мы акцентируем внимание на экономической составляющей устойчивого развития. Формирование механизмов и обоснование инструментов обеспечения устойчивого экономического развития предприятия базируется на

результатах оценки уровня его экономической устойчивости (ЭУ), представляющей собой способность предприятия сохранять внутреннюю сбалансированность и динамическое равновесие в процессе развития, эффективно использовать стратегические ресурсы и экономический потенциал развития, обеспечивая достижение целевых показателей развития в условиях воздействия факторов внешней и внутренней среды.

В работе [4] проведен анализ существующих подходов к оценке ЭУ предприятия в процессе его развития, результаты которого свидетельствуют об отсутствии единого подхода к оценке и позволяют выделить следующие группы методов оценки:

1) в зависимости от количества параметров в модели устойчивости – однофакторные и многофакторные методы;

2) в зависимости от типа используемых для оценки устойчивости показателей – методы, использующие статические и динамические оценки показателей;

3) в зависимости от вида решающего правила при оценке уровня устойчивости – методы, основанные на темпоральном ранжировании показателей и на сравнении фактических значений показателей с нормативными шкалами интегральной оценки устойчивости.

С нашей точки зрения, методика оценки ЭУ предприятия должна основываться на учете динамики развития предприятия по его базовым направлениям деятельности и обеспечении сбалансированности показателей по компонентам ЭУ (в качестве которых мы выделяем производственную, инновационную, финансовую, организационно-управленческую и маркетинговую устойчивость).

На основе проведенного анализа подходов к оценке ЭУ определим основные моменты для построения методики ее оценки. Элементами методики оценки ЭУ предприятия в процессе развития должны быть: задачи и цели оценки; объекты оценки; система показателей оценки; последовательность проведения оценки; способы расчета показателей; источники данных для оценки; технические средства для проведения оценки; организация оценки (определение субъектов оценки, периодичности проведения оценки и т.п.). По нашему мнению, оценка ЭУ предприятия должна базироваться на следующих критериях: интегральном критерии оценки, включающем показатели компонентов ключевых направлений экономического развития предприятия; темпоральных характеристиках развития ключевых направлений; векторных оценках развития ключевых направлений; нормативных критериях по отдельным характеристикам. На основе анализа подходов к оценке устойчивости [1, 3, 5, 6] представим следующую методику интегральной оценки ЭУ предприятия (рис. 1).

В рамках данной методики рассмотрим один из важных этапов – формирование системы показателей, адекватно характеризующих уровень ЭУ предприятия в процессе его развития. На наш взгляд, адекватная оценка ЭУ должна опираться на те факторы, которые в наибольшей степени определяют устойчивость развития по приоритетным направлениям и которые, к сожалению, статические показатели не отражают. Для этого необходимо переходить к темпоральным показателям (темпы роста, темпы прироста) с учетом нормативной динамики и правил развития приоритетных направлений развития предприятия (для промышленного предприятия – производство, инновации, организационное развитие, финансы, маркетинг). С учетом указанных направлений и базируясь на сформулированной методике оценки ЭУ в процессе развития предприятия, можно обобщить показатели, характеризующие разные стороны финансово-хозяйственной деятельности предприятия и разные компоненты его ЭУ, и дифференцировать их вклад применительно к выделенным нами компонентам ЭУ.

Для оценки компонентов ЭУ предлагаются различные показатели [1, 2, 3, 6]. Так, например, для оценки финансовой устойчивости предлагаются показатели, характеризующие финансовые результаты, платежеспособность, финансовую устойчивость (независимость), рентабельность, деловую активность, инвестиционную устойчивость предприятия. В данной совокупности показателей необходимо выделить основные относительные показатели, к которым, на наш взгляд, можно отнести коэффициенты дивидендных выплат, текущей и абсолютной ликвидности, автономии (собственности), финансового рычага, рентабельности активов, собственного и инвестированного капитала, оборачиваемости активов, собственного капитала, дебиторской и кредиторской задолженности. В табл. 1 представим наиболее информативные, с нашей точки зрения, показатели для оценки компонентов структуры ЭУ.

Для формирования динамической модели оценки ЭУ предприятия в процессе его развития необходим расчет темпов роста частных показателей оценки компонентов ЭУ. При этом для каждого показателя необходимо установить нормативную динамику изменения. В качестве примера рассмотрим формирование модели нормативной динамики показателей оценки финансовой устойчивости предприятия. В табл. 2 представим предпочтительные темпы роста показателей оценки финансовой устойчивости.

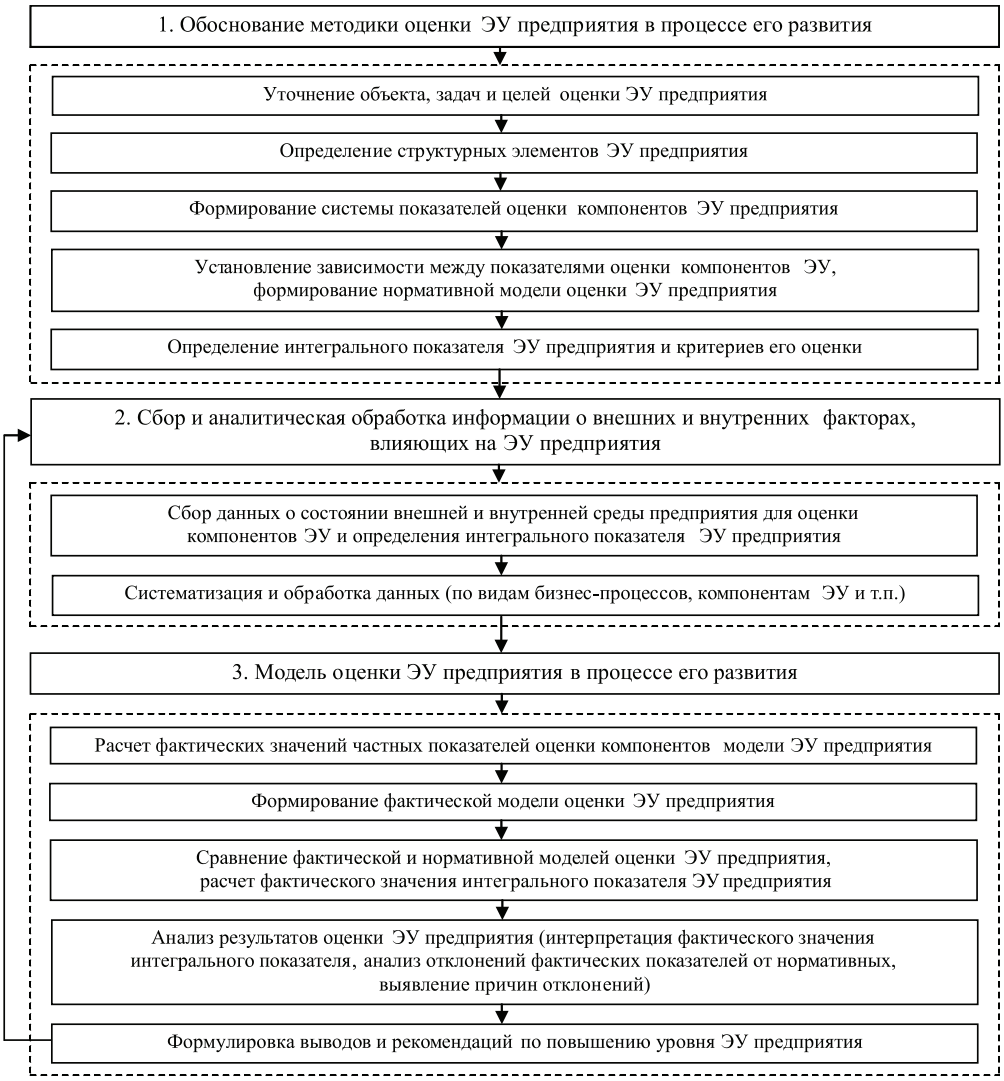


Рис. 1. Методика интегральной оценки ЭУ в процессе развития предприятия

Таблица 1

Система показателей оценки компонентов ЭУ предприятия

Компоненты ЭУ	Показатели
Производственная устойчивость	Фондоотдача, фондорентабельность, производительность труда, затратоемкость продукции, коэффициент рентабельности производства, доля новых основных производственных фондов в совокупных основных производственных фондах
Инновационная устойчивость	Доля затрат на инновации в затратах на производство продукции, коэффициенты инновационной активности, рентабельности инноваций, инновационности инвестиций, доля нематериальных активов в совокупных активах предприятия
Финансовая устойчивость	Коэффициенты дивидендных выплат, текущей и абсолютной ликвидности, автономии, финансового рычага, рентабельности активов, собственного и инвестированного капитала, оборачиваемости активов, собственного капитала, дебиторской и кредиторской задолженности
Организационно-управленческая устойчивость	Доля управленческого персонала в общей численности персонала, коэффициент стабильности кадров, производительность труда управленческого персонала, чистая прибыль в расчете на 1 работника управления, уровень автоматизации управления
Маркетинговая устойчивость	Доля рынка, рентабельность продаж, показатель конкурентоспособности предприятия

Таблица 2

Предпочтительные темпы роста показателей оценки финансовой устойчивости

Показатели	Обозначение	Предпочтительный темп роста
Коэффициент дивидендных выплат	$K_д$	> 1
Коэффициент текущей ликвидности	$K_{тл}$	> 1
Коэффициент абсолютной ликвидности	$K_{ал}$	> 1
Коэффициент автономии	$K_{авт}$	> 1
Коэффициент финансового рычага	$K_{фр}$	< 1
Коэффициент рентабельности активов	ROA	> 1
Коэффициент рентабельности собственного капитала	ROE	> 1
Коэффициент рентабельности инвестированного капитала	ROIC	> 1
Коэффициент оборачиваемости активов	$K_{оа}$	> 1
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	$K_{оск}$	> 1
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	$K_{одз}$	> 1
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	$K_{окз}$	< 1

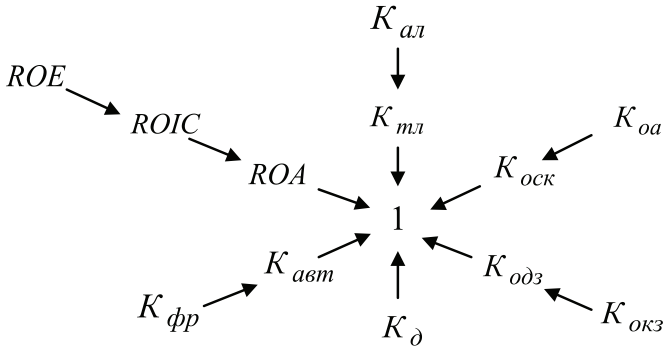


Рис. 2. Граф основных правил упорядочения показателей оценки финансовой устойчивости предприятия (нормативная динамика)

Модель нормативной динамики показателей оценки финансовой устойчивости предприятия отражает правила (основные и дополнительные) изменения показателей, и их можно представить в виде следующего графа (рис. 2).

Направления стрелок описывают соотношение между нормативными темпами показателей: например, $\Delta K_{ал} \rightarrow \Delta K_{тл}$ означает $\Delta K_{ал} > \Delta K_{тл}$, где Δ – темп роста показателя. Представленный граф является нормативной динамикой для оценки финансовой компоненты устойчивости предприятия. Степень приближения фактической динамики к нормативной будет характеризовать уровень финансовой компоненты ЭУ предприятия.

Для построения интегральной оценки ЭУ предприятия можно воспользоваться математическим аппаратом теории матриц. В табл. 3 представим матрицу нормативной динамики показателей оценки финансовой устойчивости предприятия. Аналогично определяются модели нормативной динамики показателей оценки других компонентов ЭУ предприятия.

Степень достижения нормативной динамики должна выражаться единым интегральным показателем. Степень приближения фактической динамики к нормативной рассчитывается как нормированное расстояние между матрицами, которые соответствуют графам реальной и нормативной динамики, тем самым определяется интегральный показатель ЭУ предприятия.

С учетом предложенных положений построим обобщенный алгоритм оценки ЭУ предприятия (рис. 3).

Таблица 3

Матрица нормативной динамики показателей оценки финансовой устойчивости

	$K_д$	$K_{тл}$	$K_{ал}$	$K_{авт}$	$K_{фр}$	*ROA*	*ROE*	*ROIC*	$K_{оа}$	$K_{оск}$	$K_{одз}$	$K_{окз}$
$K_д$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$K_{тл}$	0	1	–1	0	1	0	0	0	0	0	–1	1
$K_{ал}$	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	–1	1
$K_{авт}$	0	0	0	1	1	–1	–1	–1	–1	–1	0	0
$K_{фр}$	0	–1	–1	–1	1	–1	–1	–1	–1	–1	0	0
ROA	0	0	0	1	1	1	–1	–1	1	0	0	0
ROE	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0
ROIC	0	0	0	1	1	1	–1	1	0	0	0	0
$K_{оа}$	0	0	0	1	1	–1	0	0	1	–1	–1	0
$K_{оск}$	0	0	0	1	1	0	–1	0	1	1	0	0
$K_{одз}$	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
$K_{окз}$	0	–1	–1	0	0	0	0	0	0	0	–1	1

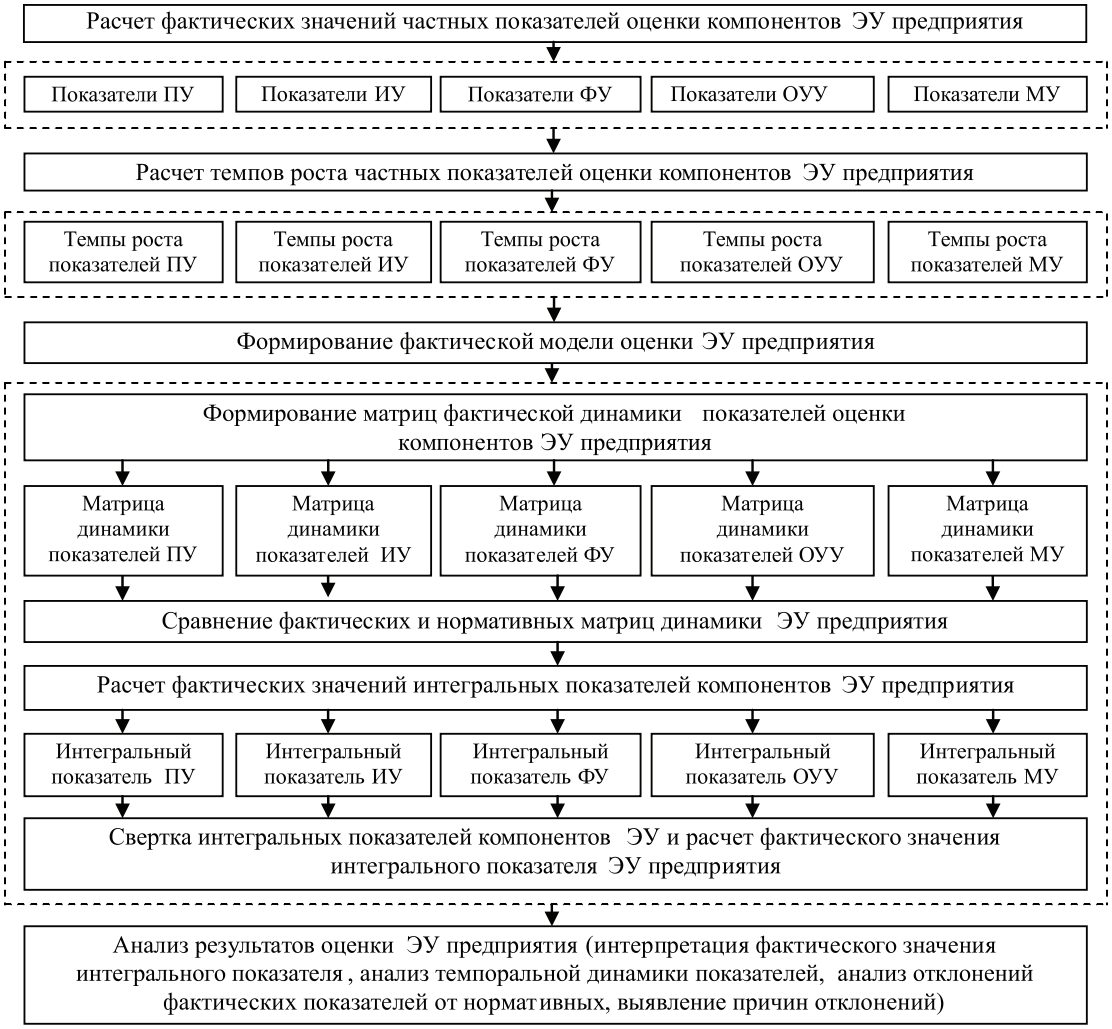


Рис. 3. Алгоритм оценки ЭУ в процессе развития предприятия:
ПУ, ИУ, ФУ, ОУУ, МУ – производственная, инновационная, финансовая, организационно-управленческая и маркетинговая компоненты экономической устойчивости предприятия

Разработанные модель и методика оценки ЭУ предприятий в процессе их развития, базирующиеся на интегральном критерии оценки, темпоральных характеристиках развития ключевых направлений деятельности, векторных оценках развития ключевых направлений, нормативной динамики показателей оценки компонентов ЭУ предприятия, динамической сопоставимости и динамической соподчиненности показателей, позволяют определить оптимальные направления развития предприятия, служат основой для обоснования механизмов и инструментов обеспечения его устойчивого экономического развития.

Список литературы

1. Бараненко С.П., Шеметов В.В. Стратегическая устойчивость предприятия. – М.: Центрполиграф, 2004. – 496 с.

2. Бармашов К.С., Бармашова Л.В., Викторова Т.С. Формирование экономического механизма инновационно-инвестиционного процесса в условиях устойчивого развития предприятия: монография. – Вязьма: филиал ФГБОУ ВПО «МГИУ» в г. Вязьме, 2013. – 120 с.

3. Горшенина Е.В., Хомяченкова Н.А. Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия // Российское предпринимательство. – 2011. – № 1. Вып. 2. – С. 63–67.

4. Журова Л.И. Систематизация методов оценки экономической устойчивости предприятия в процессе его развития // Системный анализ в проектирования и управлении: Труды XIX Межд. науч.-прак. конф. (Санкт-Петербург, 1-3 июля 2015 г.). Часть 1. – СПб., 2015 – С. 398–405.

5. Терентьева Т.В. Обеспечение устойчивости развития рыбохозяйственных предпринимательских структур в период кризиса. – СПб.: Санкт-Петербургский Политехнический университет, 2011. – 210 с.

6. Трифонов Ю.В., Шалабаев П.С. Методика оценки устойчивого экономического развития промышленных предприятий // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 1-2. – С. 449–454.

References

1. Baranenko S.P., Shemetov V.V. Strategicheskaya ustojchivost predpriyatiya. M.: TSentrpoligraf, 2004. 496 p.

2. Barmashov K.S., Barmashova L.V., Viktorova T.S. Formirovanie ehkonomicheskogo mekhanizma innovatsionno-investitsionnogo protsessa v usloviyakh ustojchivogo razvitiya predpriyatiya: monografiya. Vyazma: filial FGBOU VPO «MGIU» v g. Vyazme, 2013. 120 p.

3. Gorshenina E.V., Khomyachenkova N.A. Monitoring ustojchivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya // Rossijskoe predprinimatelstvo. 2011. no. 1. Vol. 2. pp. 63-67.

4. Zhurova L.I. Sistematizatsiya metodov otsenki ehkonomicheskoj ustojchivosti predpriyatiya v protsesse ego razvitiya // Sistemnyj analiz v proektirovaniya i upravlenii: Trudy XIX Mezhd. nauch.-prak. konf. (Sankt-Peterburg, 1-3 iyulya 2015 g.). Vol. 1. SPb, 2015. pp. 398–405.

5. Terenteva T.V. Obespechenie ustojchivosti razvitiya rybokhozyajstvennykh predprinimatelskikh struktur v period krizisa. SPb.: Sankt-Peterburgskij Politekhnicheskij universitet, 2011. 210 p.

6. Trifonov Yu.V., Shalabaev P.S. Metodika otsenki ustojchivogo ehkonomicheskogo razvitiya promyshlennykh predpriyatij // Ehkonomika i predprinimatelstvo. 2014. no. 1–2. pp. 449–454.

Рецензенты:

Искосков М.О., д.э.н., профессор кафедры менеджмента, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти;

Немцев А.Д., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента организации, ОАНО ВО «Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт)», г. Тольятти.

УДК 330.4:658.14/.17

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕГИОНОВ: ОЦЕНКА МЕТОДАМИ КЛАССИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ахмедов А.С.

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: adamadziev@mail.ru

Настоящая статья посвящена методике оценки динамических тенденций ключевых социально-экономических показателей регионов, основывающейся на методах классической экономики и математической и компьютерной моделях, позволяющих автоматизировать расчеты и процедуры обработки информации. К элементам новизны в исследовании можно отнести объединение в единую математическую модель формул расчета показателей классической экономики, выражающих динамические тенденции, и их дополнение авторскими показателями (например, коэффициент размера региона, интегральных показателей эффективности и уровня технического развития). К элементам новизны относится и компьютерная модель, представляющая собой совокупность таблиц-шаблонов со встроенными в их ячейки расчетными формулами, и информационная база данных, с которой эта модель интегрирована.

Ключевые слова: показатель, регион, метод, модель, методика, удельный вес, коэффициенты размеров, коэффициенты опережения, эффективность, техническое развитие, математическая модель, компьютерная модель

SOCIO-ECONOMIC INDICATORS OF THE REGIONS: ASSESSMENT BY THE CLASSICAL ECONOMY AND SIMULATION METHODS

Akhmedov A.S.

The State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Dagestan State University» Makhachkala, e-mail: adamadziev@mail.ru

This article is devoted to the methods of evaluating the dynamic trends of key socio-economic indicators of the regions, based on the method of classical economics and mathematical and computer models to automate the calculations and data processing procedures. The elements of novelty in the study include the union in a single mathematical model of calculating formulas of classical economy, expressing the dynamic tendencies, supplemented by author′s indicators (e.g., the size ratio of the region, integrated performance and the level of technological development). The elements of novelty concerns a computer model, which is a set of tables with built-in templates in their cell calculation formulas, and information database with which the model is integrated.

Keywords: indicator, region, method, models, methodics, specific gravity, size coefficients, coefficients of advancing, efficiency, technical development, mathematical model, computer model

В настоящей статье сделана попытка провести оценку места и роли регионов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, а также Республики Дагестан в социально-экономических показателях Российской Федерации. В качестве исходной информации для такой оценки использованы величины семи ключевых экономических показателей регионов, публикуемые Росстатом: валовой региональный продукт (ВРП), стоимость основных фондов (ОФ, млрд руб.), численность занятых в экономике (числ., тыс. чел.), объем инвестиций (инвест., млрд руб.), сальдированный финансовый результат (СФР, млрд руб.), объемы промышленной и сельскохозяйственной продукции (сром., и сельхоз., млрд руб.) [1].

Одно из главных изменений экономики в регионах ЮФО состоит в создании на базе ЮФО двух новых федеральных округов: нового Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, в состав которых вошло шесть и семь регионов соответственно. Раздельный учет социально-экономических показателей по двум новым федеральным округам проводится Росстатом с 2010 года. За предыдущие восемь лет, 2002–2009 гг., ЮФО представлял собой один федеральный округ с 13 регионами.

В настоящем исследовании в целях выявления динамических тенденций и взаимосвязей между социально-экономическими показателями за 12 лет и обеспечения сопоставимости данных регионы ЮФО и СКФО за весь двенадцатилетний период рассматриваются раздельно.

В табл. 1 приведены среднегодовые величины семи ключевых экономических показателей регионов в разрезе федеральных округов по данным за 2002–2013 гг. и отношения рассматриваемых показателей за 2013 г. к их величинам за 2002 г.

Таблица 1

Среднегодовые величины семи ключевых экономических показателей регионов РФ, ЮФО, СКФО и РД по данным за 2002–2013 гг. и отношения суммарных величин этих показателей в 2013 г. к их величинам за 2002 г.

	ВРП, млрд руб.	Инвест., млрд руб.	Числ., тыс. чел.	ОФ, млрд руб.	СФР, млрд руб.	Пром., млрд руб.	Сельхоз., млрд руб.
Среднегодовые величины за 2002–2013 гг.							
РФ	25913,7	6975,4	66934,6	61969	4400,6	21279,2	2238,3
ЮФО	1533,2	609,2	6064,4	3865	140,1	1073,7	344,1
СКФО	572,4	201,4	3004,7	1557	16,5	233,7	165,5
в т.ч. РД	171,1	76,6	881,6	461,6	–0,2	26,8	40,2
Отношение показателей 2013 года к их величинам за 2002 год, раз							
РФ	6,37	8,09	1,05	5,61	7,22	7,00	3,55
ЮФО	6,95	10,98	1,06	4,83	6,00	6,99	4,11
СКФО	7,94	13,46	1,35	4,70	2,64	5,39	4,19
в т.ч. РД	**8,92**	**16,63**	**1,26**	**3,85**	**–3,03**	**4,93**	**3,97**

Как видно из табл. 1, за 11 лет произошел ряд существенных изменений:

– в целом по регионам РФ ВРП вырос в большей степени (6,4 раз), чем стоимость основных фондов (5,6 раз) и численность занятых в экономике (1,1 раз), но в меньшей степени, чем объем инвестиций (8,1 раз);

– в регионах ЮФО и СКФО, как и в целом по стране, рост ВРП выше, чем рост стоимости основных фондов, но меньше, чем рост объема инвестиций;

– по РД наблюдается самая значительная разница в росте ВРП и росте ресурсов: самые высокие величины роста ВРП и объема инвестиций и самая низкая величина роста стоимости основных фондов.

Федеральные округа существенно отличаются друг от друга по различным признакам. Одним из наиболее важных признаков, по которым следует оценивать место и роль того или иного из округов, являются их размеры. Под размером при этом можно понимать количество регионов, включенных в федеральный округ, а также величину любого из рассматриваемых экономических показателей в расчете на один регион.

Нами приведен анализ средних годовых величин семи ключевых экономических показателей за 2002–2013 гг. в расчете на один регион, анализ занимаемых федеральными округами по этим показателям мест, коэффициентов размеров регионов по округам по отношению к средним их размерам по стране в целом, а также величин интегральных коэффициентов размеров ($К_{инт}$). На их основе сформулирован ряд выводов.

Среднегодовые величины показателей на один регион сами по себе являются важными аналитическими показателями, рассчитываемыми для сравнительной оценки места и роли округов в экономике страны. Однако более определенные выводы можно делать по показателям, определяемым на их основе. К таким показателям относятся, в частности, показатели занимаемого места и коэффициенты размеров. По занимаемым федеральными округами местам в рассматриваемых показателях явными лидерами являются Уральский, Центральный и Приволжский федеральные округа.

Ещё более определенно и наглядно места округов можно оценить по рекомендуемым нами коэффициентам размеров. Эти коэффициенты рассчитываются путем деления каждого из семи показателей федеральных округов на величины этих показателей по стране в целом, т.е. коэффициенты по стране в целом принимаются равными единице. Так, если среднюю величину ВРП на один регион по Уральскому федеральному округу (955,9 млрд руб.) разделить на среднюю его величину по РФ (323,9 млрд руб.), то получим коэффициент размера, равный 2,95.

Из сравнения минимальных и максимальных значений коэффициентов размеров видно, что степень дифференциации федеральных округов по показателям в расчете на один регион весьма высока. Наибольший размах крайних значений имеет место по показателям «Сальдированный финансовый результат» (76 раз) и «Объем промышленной продукции» (30 раз), а наименьший размах – по численности занятых в экономике (в 4 раза) и объему сельскохозяйственной продукции (в 7 раз). По стоимости основных фондов, ВРП и объему инвестиций превышение максимальных значений над минимальными составляет в 13, 12 и 10 раз соответственно.

Коэффициенты размеров позволяют оценить место федеральных округов не только по каждому экономическому показателю в отдельности, но и по их совокупности. Для этого достаточно рассчитать предлагаемый нами показатель «Интегральный коэффициент размера» ($К_{инт}$), рассчитываемый как сумма семи коэффициентов размеров. Величины $К_{инт}$ приведены в той же табл. 2. Максимальное значение $К_{инт}$ составляет 20,4 (для Уральского федерального округа), минимальное – 2,39 (для Северо-Кавказского федерального округа), а отношение max к min – 8,5 раз. По $К_{инт}$ Южный федеральный округ занимает четвертое место, а Северо-Кавказский федеральный округ – восьмое место.

К числу показателей, по которым можно оценить место и значимость федеральных округов в экономике страны, относится их удельный вес в рассматриваемых показателях в процентах к суммарным показателям страны и динамика его изменения.

Анализ данных, характеризующих удельные веса федеральных округов и РД в суммарных величинах семи показателей по стране в целом за 2005, 2010 и 2013 гг., показывает: во-первых, сравнение изменения удельных весов регионов каждого округа в динамике за три рассматриваемых периода времени; во-вторых, сравнение соотношения удельных весов по результативным показателям (по ВРП, СФР и объемам промышленной и сельскохозяйственной продукции) с соотношениями по затратным показателям (стоимости основных фондов, численности занятых в экономике и объему инвестиций).

Естественно, четко выраженных закономерностей и соотношений в динамике семи рассмотренных показателей за 2005, 2010 и 2013 гг. не наблюдается. Однако определенные общности и различия в динамике изменения удельных весов федеральных округов в показателях можно выявить.

В зависимости от изменения динамики семи показателей федеральные округа нами разбиты на пять групп. К первой группе отнесены округа, по которым показатели в 2010 г. выросли по сравнению с 2005 г., но в 2013 г. уменьшились. Ко второй группе отнесены округа, показатели которых в 2010 г. уменьшились (к 2005), но в 2013 г. выросли. К третьей и четвертой группе отнесены округа, показатели которых в динамике росли или уменьшались. К пятой группе отнесены регионы, удельный вес которых за все три периода оставался неизменным.

Рост удельного веса одних округов сопровождается уменьшением удельного веса других. Поэтому по увеличению и уменьшению удельного веса округов в показателе нельзя однозначно утверждать, является такое увеличение или уменьшение фактом положительным или отрицательным.

Такую оценку (о положительности и отрицательности изменения удельных весов округов в показателях) можно дать, сравнивая изменения удельных весов округов в результативных показателях и затратных.

Данные об удельных весах федеральных округов в суммарных показателях страны позволяют провести и более детальный анализ в несколько иных аспектах. В частности, нами рассчитаны и проанализированы данные регионов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов и Республики Дагестан, характеризующие их удельный вес в семи рассматриваемых показателях за 2002, 2007, в среднем за 2002–2007, за 2008, 2013, в среднем за 2008–2013 гг., позволяющие провести сравнительный анализ происшедших за два шестилетних интервала времени, а также за весь 12-летний интервал динамических изменений.

Так, анализ показывает, что удельный вес во всех показателях за 2008–2013 гг. по регионам ЮФО, кроме стоимости основных фондов, вырос по сравнению с 2002–2007 гг. Стоимость основных фондов снизилась с 6,62 до 6,08%. Рост доли в результативных показателях выше, чем рост в стоимости основных фондов и численности работников, но ниже, чем рост в инвестициях (с 6,97 до 9,33% или почти в 1,4 раза).

По СКФО имеет место рост удельного веса в ВРП с 1,98 до 3,39%, уменьшение в СФР – с 0,54 до 0,41, рост в объемах промышленной и сельскохозяйственной продукции – соответственно с 1,11 до 1,57 и с 7,09 до 10,17%. Доли во всех ресурсах увеличились: в численности работников с 4,11 до 4,92, в стоимости основных фондов – с 2,60 до 3,60, в объеме инвестиции – с 2,40 до 4,68%, т.е. рост удельного веса в ресурсах опережает рост в результативных показателях.

Анализ удельного веса РД в показателях РФ показывает, что:

– в результативных показателях имеет место рост – в ВРП и объемах сельхозпродукции и уменьшение – в СФР (по РД СФР является величиной отрицательной);

– из ресурсных показателей удельный вес в объеме инвестиций вырос с 0,72 до 1,93% (в 1,8 раз), в численности работников – с 1,24 до 1,40 (в 1,1 раз), в стоимости основных фондов снизился с 0,77 до 0,74 (95%);

– рост удельного веса в инвестициях является максимальным, в численности работников – незначительным, снижение в стоимости основных фондов – незначительным; в результативных показателях

выросла доля в ВРП (в 1,4 раза) и в объеме сельхозпродукции (в 1,1 раза), доля в объеме промышленной продукции уменьшилась (в 1,1 раза), СФР – стал отрицательным.

Анализ динамики ключевых показателей может быть дополнен анализом коэффициентов опережения. При этом коэффициенты опережения можно рассчитать по-разному:

а) как отношение темпов роста каждого из шести показателей федерального округа, страны, региона к темпам роста седьмого показателя, принимаемого за базу для сравнения;

б) как отношение темпов роста всех семи показателей каждого федерального округа или региона к темпам роста показателей по стране в целом, применяемым за базу для сравнения.

По величинам коэффициентов опережения 6-ти показателей по регионам страны, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов и Республики Дагестан за 2003, 2005, 2010 и 2013 гг., рассчитанным как отношения к ВРП, можно сформулировать ряд выводов. Так, по данным регионов РФ коэффициенты опережения для численности работников и объемов сельхозпродукции за рассматриваемые годы уменьшались; по объемам инвестиций, СФР и объемам промышленной продукции такие коэффициенты все годы были больше 1,00, а по численности и объемам сельхозпродукции – меньше 1,00; для инвестиций, СФР и объема промышленной продукции коэффициенты опережения сначала росли, затем уменьшились, по численности занятых и объемам сельхозпродукции – уменьшились, по стоимости ОФ – имело место чередование «рост – уменьшение».

По регионам ЮФО коэффициенты опережения по инвестициям – росли, по численности работников и стоимости ОФ – уменьшались, по объемам промышленной и сельхозпродукции – имело место «рост – уменьшение», по СФР – чередование «уменьшение – рост»; коэффициенты опережения оказались больше 1,00 по объемам инвестиций и промышленной продукции, по остальным показателям – меньше 1,00.

По регионам СКФО коэффициенты опережения по объемам инвестиций в 2003–2010 гг. увеличивались, в 2013 г. – уменьшились; по численности работников, стоимости ОФ и объемам сельхозпродукции – коэффициенты опережения за рассматриваемые периоды времени уменьшались; по СФР и объему промышленной продукции имело место «рост – уменьшение»; коэффициенты опережения оказались более 1,00 по объемам инвестиций – все годы, по СФР – в 2003 и 2005 гг.

По Республике Дагестан коэффициенты опережения по инвестициям росли, а в три последних из рассматриваемых периодов были больше 1,00, по остальным показателям имело место уменьшение.

Коэффициент опережения ($К_о$) семи рассматриваемых показателей по регионам Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, а также РД по отношению к показателям по стране в целом приведены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты опережения семи ключевых экономических показателей регионов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов за 2003, 2005, 2010 и 2013 гг. (коэффициенты опережения показателей России = 1,00)

		ВРП	Инвест.	Числ.	ОФ	СФР	Пром.	Сельхоз.
ЮФО	2003	1,02	0,88	1,01	0,97	0,73	0,99	0,88
	2005	0,94	0,83	1,01	0,97	0,43	0,99	1,10
	2010	1,07	1,09	1,01	0,89	0,73	0,98	1,25
	2013	1,09	1,36	1,01	0,86	0,83	1,00	1,16
СКФО	2003	0,99	1,10	1,02	0,97	0,84	0,95	0,88
	2005	1,01	1,04	1,07	0,89	0,90	0,87	1,04
	2010	1,27	1,62	1,24	0,87	0,62	0,87	1,23
	2013	1,25	1,66	1,28	0,84	0,37	0,77	1,18
РД	2003	0,62	0,39	0,94	0,68	0,81	0,72	0,73
	2005	0,97	1,04	1,03	0,70	0,45	0,87	0,94
	2010	1,53	1,92	1,16	0,70	0,09	0,77	1,11
	2013	1,40	2,06	1,20	0,69	–0,42	0,70	1,12

Анализ данных этой таблицы показывает, что по регионам ЮФО $К_о$ больше 1,00 по ВРП за три года (2003, 2010, 2013 гг.), по инвестициям – два года (2010, 2013 гг.), по числу работников – все три года, по объему сельхозпродукции – три года (2005, 2010 и 2013 гг.), во всех остальных случаях $К_о < 1,00$.

По регионам Северо-Кавказского федерального округа $К_о > 1,00$ по двум показателям (объему инвестиций и численности работников) все годы, еще по двум показателям (объему ВРП и сельхозпродукции) – три года (2005, 2010 и 2013 гг.).

По Республике Дагестан $К_о > 1,00$ по ВРП и объему сельхозпродукции два года (2010, 2013 гг.), по объему инвестиций и численности работников – три года (2005, 2010 и 2013 гг.).

Максимальная и минимальная величина $К_о$ в результативных показателях составляет: по ВРП – 1,53 и 0,62 (по Республике Дагестан); по СФР – 0,90 (СКФО) и –0,42 (РД); по объему промышленной продукции – 1,00 (ЮФО) и 0,70 (РД); по объему сельхозпродукции – 1,18 (СКФО), 0,73 (РД).

Максимальная и минимальная величины $К_о$ по затратным показателям составляют: по объему инвестиций – 2,06 и 0,39 (РД); по численности работников – 1,28 (СКФО) и 0,94 (РД); по стоимости ОФ – 0,97 (ЮФО) и 0,68 (РД).

К важным элементам классической оценки экономики относятся анализ показателей эффективности и технического развития.

По семи рассматриваемым нами исходным показателям можно рассчитать по четыре показателя эффективности и технического развития:

а) показатели эффективности: производительность труда ($П_т$), фондоотдача ($Ф_о$), инвестиционноотдача ($И_о$) и рентабельность основных фондов ($Р_{оф}$);

б) показатели технического развития: фондовооруженность труда ($Ф_в$), инвестиционновооруженность труда ($И_в$), норма накопления ($Н_н$ = Инв·100/ВРП) и коэффициент обновления основных фондов ($К_{оф}$ = (Инв·100)/ОФ).

В скобках приведены обозначения показателей, а для трех показателей – и формулы расчета; формулы расчета остальных показателей – общеизвестны, их можно найти в учебной литературе по экономике.

Для сравнения показателей эффективности и технического развития по регионам или федеральным округам их целесообразно преобразовать в относительные показатели. Так, для сравнительного анализа этих показателей по регионам можно показатели федерального округа принять равными 1,00 и показатели каждого региона разделить на показатели федерального округа.

Аналогично показатели эффективности и технического развития страны можно принять за 1,00 (базу сравнения) и показатели федеральных округов (регионов) разделить на показатели страны. В частности показатели эффективности и технического развития ЮФО и СКФО, а также РД нами рассчитаны к показателям РФ.

Их анализ позволяет сформулировать ряд выводов:

– из четырех показателей эффективности за семь различных периодов времени только один показатель по ЮФО, СКФО и РД за один период времени оказался выше (относительный коэффициент больше 1,00) – это фондоотдача в 2013 году, во всех остальных случаях все четыре показателя эффективности ниже, чем в среднем по стране;

– показатели эффективности регионов ЮФО, СКФО и РД по отношению к показателям в среднем по стране колебались в следующих пределах: Пт – от 0,40 до 0,69; Фо – от 51 до 1,06; Ио – от 0,56 до 0,86; Роф – от –0,08 до 0,81;

– из четырех показателей технического уровня по двум показателям (фондовооруженность труда и инвестиционновооруженность труда) относительные показатели в среднем по стране за исключением двух периодов (2013 и в среднем 2008–2013 гг. по ЮФО) были выше, чем в регионах ЮФО и СКФО, а также в РД;

– по третьему показателю технического развития относительные коэффициенты в среднем по стране во всех случаях меньше 1,00, за исключением СКФО в 2002 г.;

– по четвертому показателю коэффициенты технического развития – величины по стране в подавляющем большинстве периодов также меньше единицы (исключение составляют 2002, 2007, 2002–2007 гг. по СКФО и 2002, 2002–2007 гг. по РД);

– показатели технического уровня по ЮФО, СКФО и РД по отношению к РФ колебались в следующих пределах: фондовооруженность труда от 0,48 до 0,87; инвестиционновооруженность труда – от 0,50 до 1,18; нормы накопления – от 0,99 до 1,79; коэффициенты обновления основных фондов – от 0,62 до 1,86.

Разные показатели эффективности и технического развития в динамике меняются разнонаправленно: по одним из них лучше выглядят одни регионы, по другим – другие. Поэтому для оценки эффективности и технического развития экономики регионов в целом целесообразно использовать предлагаемые нами показатели интегральной эффективности и технического

развития регионов или федеральных округов ($И_э$, $И_т$), которые рассчитываются путем суммирования относительных показателей.

В табл. 3 приведены рассчитанные нами интегральные показатели эффективности и технического развития для страны в целом, а также для регионов ЮФО, СКФО и РД за 2002–2013 гг.

Таблица 3

Величины интегральных показателей эффективности и технического уровня развития регионов РФ, ЮФО, СКФО и Республики Дагестан за 2002–2013 гг.

	РФ		ЮФО		СКФО		Республика Дагестан	
	Иэ	Ит	Иэ	Ит	Иэ	Ит	Иэ	Ит
2002	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
2003	4,31	4,67	4,22	4,21	4,04	4,96	4,57	2,72
2004	4,88	5,36	4,33	4,73	4,65	5,03	4,36	4,47
2005	5,88	6,17	4,72	5,38	5,91	6,11	5,41	6,43
2006	6,46	7,24	5,27	6,52	5,93	7,87	3,77	8,81
2007	7,62	9,28	6,58	8,66	6,75	10,26	6,20	11,72
2008	6,97	11,15	7,39	10,74	6,48	13,02	5,52	14,86
2009	7,71	10,34	7,65	10,68	6,75	13,23	8,00	15,70
2010	7,50	11,86	7,60	12,21	7,43	14,05	8,32	16,85
2011	8,26	13,33	8,06	14,79	7,13	15,95	7,16	18,84
2012	9,14	14,97	9,27	16,89	7,90	17,27	7,92	20,18
2013	9,28	15,76	9,84	18,70	8,73	18,02	9,16	22,48
Среднее значение	**6,83**	**9,51**	**6,58**	**9,79**	**6,31**	**10,81**	**6,20**	**12,25**

Как видно из табл. 3, средние значения коэффициентов интегральной эффективности по стране в целом выше (6,83), чем по ЮФО, СКФО и РД (6,58, 6,31 и 6,20 соответственно). По коэффициентам интегрального технического развития картина – обратная: по РФ он равен 9,51 против 9,79, 10,81 и 12,25 по ЮФО, СКФО и РД. Из таблицы видно также, что рост коэффициентов интегрального технического развития существенно выше роста коэффициентов интегральной эффективности.

Как показывает проведенное исследование, для сравнительной оценки социально-экономических показателей регионов методами классической экономики и статистики приходится выполнять множество повторяющихся однотипных расчетов.

Разработанные нами математические и компьютерные модели позволяют свести до минимума повторные расчеты.

Математическая модель представляет собой совокупность всех формул, используемых для выполнения расчетов: темпов роста (базисных и цепных); среднегодовых величин показателей; удельных весов в показателях; коэффициентов опережения (к ВРП и к показателям страны); интегральных коэффициентов опережения; показателей эффективности и технического развития; относительных величин показателей эффективности и технического развития, а также их интегральных величин.

Компьютерная модель представляет собой совокупность таблиц-шаблонов со встроенными в их ячейки расчетными формулами.

Для выполнения настоящего исследования была использована база данных социально-экономических показателей регионов России за 2002–2013 гг., созданная проф. К.Р. Адамадзиевым по ежегодно публикуемым данным Росстата [4]. На ее основе нами созданы исходная таблица-выборка, включающая семь ключевых показателей, 15 таблиц-шаблонов, а также ряд сводных аналитических таблиц, использованных для написания настоящей статьи.

Список литературы

1. Адамадзиев К.Р. Отношения, зависимости и динамические тенденции показателей России, ЮФО и Республики Дагестан: статистико-эконометрическая оценка // Сегодня и завтра Российской экономики. Научно-аналитический сборник. – Спец. выпуск, 2009. – С. 30–40.

2. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. Компьютерное моделирование в экономике: учебное пособие. – Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2014. – 211 с.

3. Адамадзиева А.К. Связи и зависимости в экономике, их эконометрическая оценка. Математическая экономика и экономическая информатика // Материалы научных чтений, посвященных 75-летию со дня рождения выдающегося экономиста-математика, д.э.н., проф. Кардоша В.А. – Кисловодск, 2010. – С. 389–400.

4. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К., Ахмедов А.С. Обоснование прогнозов показателей развития АПК региона: методы, модели, информационное обеспечение // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 7)

5. Дайитбегов Д.М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике. –М.: ИНФРА-М – Вузовский учебник, 2008. – XIV, 578 с. – (Научная книга)

6. Россия в цифрах. 2002-2013: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., 2003–2014.

7. Хубаев Г.Н. Сравнительная оценка напряженности труда: методическое и инструментальное обеспечение // Математическая экономика и экономическая информатика: материалы научных чтений, посвященных 75-летию со дня рождения выдающегося экономиста-математика, д.э.н., проф. В.А. Кардоша. – Кисловодск, 2010. – С. 312–323.

References

1. Adamadziev K.R. Otnoshenija, zavisimosti i dinamicheskie tendencii pokazatelej Rossii, JuFO i Respubliki Dagestan: statistiko-jekonometricheskaja ocenka // Segodnja i zavtra Rossijskoj jekonomiki. Nauchno-analiticheskij sbornik. Spec. vypusk, 2009. pp. 30–40.

2. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. Kompjuternoe modelirovanie v jekonomike: uchebnoe posobie. Mahachkala: Izdatelsko-poligraficheskij centr DGU, 2014. 211 p.

3. Adamadzieva A.K. Svjazi i zavisimosti v jekonomike, ih jekonometricheskaja ocenka. Matematicheskaja jekonomika i jekonomicheskaja informatika // Materialy nauchnyh chtenij, posvjashhennyh 75-letiju so dnja rozhdenija vydajushhegosja jekonomista-matematika, d.je.n., prof. Kardosha V.A. Kislovodsk, 2010. pp. 389–400.

4. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K., Ahmedov A.S. Obosnovanie prognozov pokazatelej razvitija APK regiona: metody, modeli, informacionnoe obespechenie // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12 (chast 7).

5. Dajitbegov D.M. Kompjuternye tehnologii analiza dannyh v jekonometrike. –M.: INFRA-M Vuzovskij uchebnik, 2008. XIV, 578 p. (Nauchnaja kniga)

6. Rossija v cifrah. 2002–2013: Krat. stat. sb. / Rosstat. M., 2003–2014.

7. Hubaev G.N. Sravnitelnaja ocenka naprjazhennosti truda: metodicheskoe i instrumentalnoe obespechenie // Matematicheskaja jekonomika i jekonomicheskaja informatika: materialy nauchnyh chtenij, posvjashhennyh 75-letiju so dnja rozhdenija vydajushhegosja jekonomista-matematika, d.je.n., prof. V.A. Kardosha. Kislovodsk, 2010. pp. 312–323.

Рецензенты:

Алиев М.А., д.э.н., профессор кафедры экономической теории, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала;

Кутаев Ш.К., д.э.н., зав. отделом воспроизводства населения и трудовых ресурсов, Институт социально-экономических исследований Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала.

УДК 332.1

ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРЕЗ МЕХАНИЗМ АУТСОРСИНГА

Власова Н.В., Горбатенко Е.Н., Новокупова И.Н.

Владимирский филиал ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Владимир, e-mail: vlasovavib@mail.ru, gorbatenko.el@yandex.ru, novokupovain@mail.ru

В статье проводится анализ развития основных видов аутсорсинга в России, раскрываются недостатки и выгоды для бизнеса. Рассматриваются правила перехода предприятия на аутсорсинговые услуги. Формулируются основные критерии выбора аутсорсинговой компании, которые позволяют снизить риски предприятия, выбрать надёжного и квалифицированного аутсорсера, выстроить эффективную производственную систему с учётом стратегических задач. Особенно хорошую динамику развития аутсорсинговые услуги показывают во времена кризисов, исключением не являются и новые экономические условия, сложившиеся сегодня в России. Аутсорсинг, как достаточно новая форма организации бизнеса, помогает клиенту эффективно управлять бизнесом, сокращать расходы, улучшать качество продукции, повышать рентабельность деятельности, тем самым получая ряд очевидных превосходств над конкурентами. Об аутсорсинге знают и достаточно часто пользуются его услугами крупные финансовые организации, государственный сектор, телекоммуникационные организации, ритейл, пищевая промышленность. Наиболее востребованными услугами выступают: IT-аутсорсинг, кадровый аутсорсинг (аутстаффинг и лизинг), аутсорсинг охраны труда, консалтинговые услуги. Однако не все предприятия знают о возможностях аутсорсинга, его преимуществах и рисках, которые могут сопровождать эти услуги. При передаче части бизнеса на аутсорсинг предприятия должны тщательно изучить региональный рынок услуг и помнить сформулированные в статье правила. Кратко такие правила можно обозначить так: привлекать аутсорсеров на направления, которые являются непрофильными или требуют больших затрат на поддержание высокой квалификации сотрудников; строго отслеживать сам процесс аутсорсинга от начала и до конца: его технологию, квалификацию, знания, навыки специалистов, сроки сдачи готового проекта; при этом чётко формулируя свои цели и задачи для аутсорсера; целью перехода на аутсорсинг должно быть не только снижение издержек предприятия, но и стратегическая целесообразность для предприятия; договорные отношения, сопровождающие проект, должны учитывать в том числе информационную безопасность, качество услуг и быть застрахованы штрафными санкциями; при более рискованных проектах или малом опыте работы с аутсорсинговыми компаниями использовать косорсинг. Соблюдая эти правила, бизнес сможет оценить по достоинству все те преимущества, которые даёт аутсорсинг.

Ключевые слова: аутсорсинг, аутсорсер, IT-аутсорсинг, косорсинг, производственный аутсорсинг, аутсорсинг бизнес-процессов, аутсорсинг знаний, аутстаффинг

BUILDING AN EFFECTIVE SYSTEM OF BUSINESS PROCESSES THROUGH THE MECHANISM OF OUTSOURCING

Vlasova N.V., Gorbatenko E.N., Novokupova I.N.

Vladimir branch of the «Financial University under the Government of the Russian Federation», Vladimir, e-mail: vlasovavib@mail.ru, gorbatenko.el@yandex.ru, novokupovain@mail.ru

The article analyzes the development of the main types of outsourcing in Russia, revealed shortcomings and business benefits. We consider the rules of transition to outsourcing services. With the main criteria for choosing an outsourcing company that can reduce the risks of the enterprise, to select a reliable and competent outsourcing, build an efficient production system taking into account the strategic objectives. Especially good momentum of development outsourcing services show in times of crisis, is not an exception and the new economic conditions prevailing in Russia today. Outsourcing is a relatively new form of business organization, helps the client to effectively manage business, reduce costs, improve product quality, increase the profitability of, thereby obtaining a number of obvious advantage over its competitors. Outsourcing known and often used its services to large financial institutions, public sector, telecommunications organizations, retail, food industry. The most popular services are the IT-outsourcing, human resources outsourcing (outstaffing and leasing), outsourcing of labor protection, consulting services. However, not all businesses are aware of the possibility of outsourcing, its benefits and risks that may accompany these services. When the transfer of the business of outsourcing, companies should carefully consider the regional market of services and to remember the rules set forth in the article. Briefly, such rules can be defined as follows: involve outsourcing to destinations that are non-core or requiring costly to maintain highly qualified employees; to monitor closely the process of outsourcing from start to finish: its technology, skills, knowledge, and skills of specialists finished project deadlines; while clearly articulating their goals and objectives for outsourcing; the purpose of the transition to outsourcing should be not only reduce costs enterprise but strategic fit for the company; contractual relationships, accompanying the project should take into account, inter alia, information security, quality of service and penalties are insured; with riskier projects or small experience with outsourcing companies use kosorsing. By following these rules, businesses will be able to appreciate all the benefits that outsourcing provides.

Keywords: outsourcing, outsourcer, IT-outsourcing, cosourcing, manufacturing outsourcing, business process outsourcing, outsourcing of knowledge, outstaffing

Сегодня бизнес всё больше задумывается о том, как эффективно управлять предприятием, при этом наращивая доход и сохраняя инвестиционный потенциал. Основные составляющие известны: востребованность выпускаемой продукции или услуг; себестоимость изготовления ниже рыночной; высокое качество не только

продукции (услуги), но и бизнеса в целом. Сбалансировать эти интересы достаточно сложно, но возможно, в том числе и благодаря использованию аутсорсинга.

Если кратко охарактеризовать сущность аутсорсинга, то это передача внешним подрядчикам (аутсорсерам) функций, которые предприятие не позиционирует как основные. При этом считается, что услугу предоставляет именно специализирующаяся на этом бизнес-процессе организация. Предприятие может передать на аутсорсинг услуги, требующие высоких навыков или, наоборот, не требующие высокой квалификации специалистов, или услуги по выполнению стандартных функций и связанные с техническим решением проблемы [1].

Основная идея аутсорсинга заключается в том, что предприятие освобождает себя от непрофильных направлений деятельности, а само концентрирует свою деятельность на основном бизнесе. Дословно в переводе с английского autsourcing – это удалённый источник или привлечение ресурсов извне. Специалисты Института аутсорсинга (США) выделяют три основных его вида:

– IT-аутсорсинг – считается лидером в данном направлении, заключается в передаче работ по управлению информационной инфраструктурой специализированной фирме;

– производственный – включает передачу части производственного процесса или производственного цикла или продажу своих подразделений с целью дальнейшего взаимодействия в рамках аутсорсинга;

– аутсорсинг бизнес-процессов, который включает последовательность действий по выполнению определённого вида деятельности на всех этапах жизненного цикла предмета деятельности.

Считается, что в России в качестве первых аутсорсеров выступили частные охранные компании. Рынок аутсорсинговых услуг в России получил своё развитие только после 1998 года: кризис в стране заставил предпринимателей искать новые способы снижения издержек, поскольку содержать высокооплачиваемых специалистов многим предприятиям стало неэффективно. Кризис 2009–2010 гг. показал, что рынок аутсорсинга не только не сдал своих позиций, но и успешно развивался. В 2014 г. сознание необходимости услуг аутсорсинга появилось не только у крупных предприятий, но и у малого и среднего бизнеса [2].

Развитие аутсорсинга в России происходит одновременно по нескольким направлениям. Сегодня, уже по традиции, в России выделяют четыре основных направления: IT-аутсорсинг, производственный, бизнес-процессов, аутсорсинг знаний (аудит, консалтинг).

Например, одна из фирм, занимающихся предоставлением IT-аутсорсинга в России, уже успешно реализовала более 300 проектов в различных отраслях, квалификации инженеров подтверждены более 400 сертификатами, в арсенале фирмы более 500 сертификатов от производителей оборудования и программного обеспечения [4].

Согласно данным, опубликованным в годовом отчёте аналитической фирмой IDC по анализу российского рынка, рынок ИТ-услуг в 2013 г. вырос на 8 % и составил 7,7 млрд долл., а в 2014 г. снизился на 15 % до 6,57 млн долл., однако в рублёвом выражении из-за скачка курса российской валюты этот показатель в рублёвом выражении вырос чуть более чем на 2 % [5]. Отмечается также переход от сотрудничества с зарубежными поставщиками аутсорсинговых услуг к развитию сотрудничества с российскими подрядчиками. По потреблению ИТ-услуг лидируют финансовые организации, за ними следует государственный сектор, телекоммуникационные и медиаорганизации, ритейл, топливно-энергетический комплекс и пищевая промышленность. Активно развиваются проекты аутсорсинга по предоставлению государственных и муниципальных услуг в электронной форме. Сегмент ИТ-услуг, по мнению IDC, развивается по трём базовым направлениям: сетевой консалтинг и сетевая интеграция, консалтинг и настройка прикладного ПО. Растёт количество отечественных разработчиков сервисов (SaaS, IaaS, BPO, MPS) [4].

Анализ регионального рынка показал, что чаще всего предприятия переводят на аутсорсинг бухгалтерию, юристов, кадры (аутстаффинг), охрану, рекламу, клининг и пользуются ИТ-аутсорсингом. ИТ-аутсорсинг достаточно развит, поскольку бизнес оценил все его основные преимущества: снижение издержек на подбор, обучение и развитие IT-персонала; увеличение надёжности ИТ-инфраструктуры; возможности выбора, подходящего запросам бизнеса, пакета услуг: полного или неполного (с одной или несколькими функциями), доступа к новейшим технологиям [3]. Отметим, что сегодня бизнес выбирает региональных представителей, поскольку их услуги значительно дешевле, чем в мегаполисах.

IT-аутсорсинг в регионе представлен несколькими направлениями:

– ИТ-аудит – независимая оценка состояния ИТ-инфраструктуры и ИТ-сервисов предприятия и предоставление рекомендаций по повышению производительности работы и снижению затрат на эксплуатацию;

– системная интеграция, например «бесперебойная межофисная связь»;

– «облачные» технологии, аренда 1С на индивидуальном сервере с гарантированной производительностью и доступностью 99,9%: аренда виртуальных серверов Windows и Unix, корпоративная почта, виртуальное рабочее место;

– сопровождение и управление ИТ-инфраструктурой;

– сопровождение бизнес-приложений;

– сервисная поддержка.

Наиболее востребованной малым и средним бизнесом услугой можно назвать и кадровый аутсорсинг (аутстаффинг и лизинг) [6]. Способ привлечения исполнителей, которые не числятся в штате предприятия (официально оформлены в аутсорсинговой компании), но при этом выполняют весь функционал, называют аутстаффингом. Используется и другой вариант, когда персонал предоставляется аутсорсером по контракту в соответствии с той квалификацией, которая необходима предприятию, и на определённый срок. Такая услуга называется кадровым лизингом. На условиях лизинга работают, например, мобильные группы кассиров в торговых точках. Эти специалисты хорошо оперируют всеми видами кассовых аппаратов и могут свободно перемещаться из одной торговой точки в другую. Отметим, что такой принцип обслуживания торговых сетей в регионах не так развит ввиду низкого спроса на данный вид услуги. Однако крупные аутсорсинговые компании стараются иметь свои представительства для аренды и аутсорсинга в городах, включая Москву, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Казань, Самару, Ростов-на-Дону, и активно продвигают свои услуги в другие регионы.

В целом для предприятия выгоды аутсорсинга очевидны: штат сотрудников не увеличивается; экономятся средства на аренде офиса для удалённых сотрудников, на их обучении; осуществляется подмена опытного штатного сотрудника на время его отпуска или длительного больничного; регулируются сезонные всплески и спады потребности в работниках; осуществляется широкий географический охват, если компания работает в нескольких регионах, что позволяет повысить управляемость бизнеса и его сфокусированность на основных задачах; существенно оптимизируются затраты при управлении большой численностью штата линейного персонала.

У аутсорсинговой компании всегда имеется возможность онлайн контроля работы персонала с помощью современных технологий, например скриншотов с компьютеров сотрудников, цикл работ контролируется из главного офиса по цепочке «офис – координатор – супервайзер – линейный сотрудник»; своевременной замены сотрудников в случае неудовлетворительного выполнения задания.

Хорошее развитие в регионе получил аутсорсинг охраны труда, который позволяет существенно снизить расходы на охрану труда, одновременно с ростом эффективности в этой сфере. Часто региональные аутсорсинговые компании предлагают следующий набор услуг: обучение и проверка знаний по охране труда и кадрам, помощь по охране труда и кадрам; специальную оценку условий труда и уровня воздействия опасных факторов; идентификацию вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Однако существуют и определённые трудности с использованием аутсорсинговых услуг: в Гражданском кодексе до сих пор нет понятия «аутсорсинг», отношения регулируются либо договором возмездного оказания услуг или договором подряда; специалисты, предоставляемые аутсорсером, могут быть низкой квалификации, а цены за услуги достаточно высокими; часто предприятиями не анализируется экономическая эффективность перехода на аутсорсинг; высокие риски обычно сопровождают аутсорсинг нового проекта, основанного на технологии, которая до этого момента не применялась.

Для того, чтобы снизить риски предприятиям, которые решили передать часть бизнес-процессов на аутсорсинг, необходимо придерживаться следующих правил:

1. Передавать на аутсорсинг только те проекты, которые не требуют глубоких знаний о бизнесе этого предприятия, заказчиках.

2. Для получения качественных услуг заказчику аутсорсинговых процессов необходимо строго отслеживать все этапы его осуществления.

3. Строго проработать набор тех задач, которые будут стоять перед аутсорсером. Цели проекта должны быть реалистичными. Для этого лучше разработать матрицу ответственности, которая документально подтвердит процессы, переносимые на аутсорсера, и правила, по которым будут регулироваться отношения сторон.

4. Отслеживать время сдачи готового решения задачи.

5. Нанимать на аутсорсинг только надёжный, квалифицированный персонал, который уже зарекомендовал себя на рынке аутсорсинговых услуг. При заключении договора аутстаффинга необходимо оговорить количество используемых специалистов и возможность их увеличения или сокращения; сроки их замены, сферу деятельности.

Знания и навыки специалистов должны подтверждаться соответствующими сертификатами.

6. Решение о переходе предприятия на аутсорсинг должно приниматься после рассмотрения и других альтернативных вариантов по достижению поставленных целей.

7. Аутсорсинговую компанию необходимо выбирать после глубокого изучения рынка, оценки откликов и сравнения цен на услуги.

Основными критериями для предприятия при выборе аутсорсинговой компании должны стать:

– высокий пул ключевых партнёров аутсорсера, что свидетельствует о высоком опыте работы и компетенции сотрудников в данном секторе с учётом особенностей бизнес-проектов;

– возможность аутсорсера инвестировать в новые потребности развития бизнеса клиента;

– высокая финансовая стабильность аутсорсера, которая позволяет устойчиво развиваться бизнесу клиента под воздействием негативных внешних факторов;

– положительные отзывы и рекомендации клиентов;

– наличие квалификационных сертификатов.

8. Обоснование передачи части функций на аутсорсинг, кроме снижения затрат на обслуживание, должно учитывать стратегическую целесообразность для предприятия.

Стратегию аутсорсинга необходимо разрабатывать только после технико-экономического обоснования выбора между реализацией функций своими силами или передачей на аутсорсинг. Необходимо учитывать такие параметры, как качество эксплуатации, информационная безопасность, внутренняя себестоимость каждой услуги и сравнение её стоимости с рыночной ценой. Кроме этого, необходимо проработать наиболее эффективную модель предоставления услуг с оценкой участвующего или требуемого количества персонала. Результатом перехода на аутсорсинг должны стать показатели оперативности решения задач, гарантированные высокой работоспособностью всех участков системы, другие технико-экономические и финансовые показатели.

9. Не менее значимым является тот факт, что время исполнения и качественная характеристика услуги должны определяться договорными отношениями, быть застрахованными штрафными санкциями.

Заключая договор, необходимо особое внимание уделить следующим направлениям: способам взаимодействия с аутсорсером и способам предоставления основных документов (бухгалтерской и финансовой отчётности, налоговых деклараций и пр.), диапазону предоставляемых услуг, описанию рабочего процесса по каждой услуге, возможности изменения комплекта услуг по желанию сторон, квалификации персонала, возможности принимать решения координационных задач во взаимодействии с предприятиями – получателями аутсорсинговых услуг.

Информационная безопасность и качество услуг должны быть гарантированы Соглашением об уровне обслуживания, подкреплённым штрафными санкциями, и Соглашением о конфиденциальности.

10. Минимизация рисков, которые сопровождают новые проекты, может осуществляться через функцию косорсинга. Косорсинг – это, по сути, двухступенчатый аутсорсинг, который подразумевает использование третьей стороны как «подушку безопасности» между высокотехнологичными сотрудниками, работающими над проектом, и технически менее опытными клиентами.

Считается, что от такого взаимодействия в выигрыше остаются все три стороны проекта: клиент получает прекрасное обслуживание, подрядчик экономит время на взаимодействии с технически подготовленной группой управления проектами, а представители косорсинга продолжают повышать свою квалификацию и совершенствовать свой наработанный опыт.

Отметим, что при решении вопроса перехода на аутсорсинг предприятия должны учитывать его основные преимущества:

– в отличие от договора подряда аутсорсинг – это определённая стратегия управления предприятием, которая подразумевает реструктуризацию не только внешних отношений, но и внутренних взаимосвязей;

– аутсорсинг подразумевает возможность длительного сотрудничества и, как следствие, высокое доверие партнёру;

– аутсорсинг представляет возможность разрабатывать продукты и услуги, которые сложно получить при помощи существующей организационной структуры;

– аутсорсинг предоставляет возможность снижения затрат на содержание персонала, в том числе выплат во внебюджетные фонды, оплаты больничных и отпусков, экономии на аренде офиса, кадровом и бухгалтерском сопровождении, что же касается квалификации аутсорсера, то конкуренция на рынке работает и всегда, при желании, можно найти хорошего исполнителя;

– используя удаленный аутстаффинг, предприятие приобретает доступных профессионалов в любой численности, не увеличивая собственный штат;

имеет возможность в любой момент уволить или же заменить их; экономит на аренде офиса, кадровом и бухгалтерском сопровождении и иных затратах на персонал;

– аутсорсинг помогает предприятиям выстраивать эффективную производственную систему, реализовывать шаги по поддержке изменений, экономить ресурсы и гармонично совмешать интересы свои, персонала, партнёров, при этом соблюдая требования государства;

– предприятие, использующее аутсорсинг, приобретает в том числе и имиджевые дивиденды, получая ряд очевидных превосходств над конкурентами.

Ожидаемыми результатами применения аутсорсинга для бизнеса должны стать: выявление узких мест и предоставление рекомендаций по их устранению; повышение надёжности, производительности и снижение затрат; системное развитие бизнеса с учётом стратегических задач предприятия, что в конечном итоге повышает экономическую эффективность деятельности.

В заключение отметим, что аутсорсинг и аутстаффинг давно доказали свою эффективность за рубежом. В России крупные провайдеры услуг аутсорсинга и аутстаффинга готовы открывать региональные офисы с учетом особенностей ведения бизнеса «на местах», запускать пилотные проекты с учётом специфики бизнес-проектов. Решение остаётся за предприятием, которое должно оценить все преимущества аутсорсинга как одного из направлений бизнес-процесса, обеспечивающего функциональную и стратегическую выгоду, способствующего динамичному и уверенному развитию бизнеса даже в условиях нестабильной среды.

Список литературы

1. Власова Н.В. Инновационные технологии взаимодействия субъектов лизингового финансирования // Кредитно-лизинговые отношения: теория и практика реализации: монография / коллектив авторов; под ред. канд. экон. наук, доц. Д.В. Кузнецова – Владимир, 2014. – 216 с.

2. Власова Н.В. Новые форматы региональных кредитных организаций как фактор качественного развития банковской системы // Вестник университета (ГУУ). – Издательский дом ГУУ. – 2015. – № 2. – С. 216–222.

3. Горбатенко Е.Н. Динамическая модель для финансового анализа банка // Динамика сложных систем. XXI век. – 2014. – т.8, № 1. – С. 45–47.

4. Кузнецов Д.В., Новокупова И.Н., Румянцева Р.Н. Проблемы и перспективы развития лизинга в России как источника финансирования инвестиций // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 18 (321). – С. 36–45.

5. Руус Йоран. Интеллектуальный капитал: практика управления / Й. Руус, С. Пайк, Л. Фернстрем; пер. с англ. под ред. В.К. Дерманова. – СПб.: Высшая школа менеджмента, 2010.

6. Управленческие IT-решения в банковском секторе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.cnews.ru/reviews/free/finance (дата обращения 17.05.15).

References

1. Vlasova N.V. Innovacionnye tehnologii vzaimodejstvija subektov lizingovogo finansirovanija, Kreditno-lizingovye otnoshenija: teorija i praktika realizacii: monografija, kollektiv avtorov, pod red. kand.jekon.naun, doc. D.V. тKuznecova , Vladimir, 2014, pp. 216.

2. Vlasova N.V. Novye formaty regionalnyh kreditnyh organizacij kak faktor kachestvennogo razvitija bankovskoj sistemy, Vestnik universiteta (GUU). Izdatelskij dom GUU. 2015. no. 2. pp. 216–222.

3. Gorbatenko E.N. Dinamicheskaja model dlja finansovogo analiza banka, Dinamika slozhnyh sistem. XXI vek. 2014. Vol. 8, no. 1. pp. 45–47.

4. Kuznecov D.V., Novokupova I.N., Rumjanceva R.N. Problemy i perspektivy razvitija lizinga v Rossii kak istochnika finansirovanija investicij, Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. 2013. no. 18 (321). pp. 36–45.

5. Ruus Joran. Intellektualnyj kapital: praktika upravlenija / J. Ruus, S. Pajk, L. Fernstrem; per. s angl. pod red. V.K. Dermanova. SPb.: Vysshaja shkola menedzhmenta, 2010.

6. Upravlencheskie IT-reshenija v bankovskom sektore. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: available at: www.cnews.ru/reviews/free/finance (accessed 17 may 2015).

Рецензенты:

Лапыгин Ю.Н., д.э.н., профессор кафедры менеджмента Владимирского филиала РАНХИГС, г. Владимир;

Звягинцева О.П., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, АНО ВПО «Владимирский институт бизнеса», г. Владимир.

УДК 338

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ НОРМИРОВАНИЯ ЗАКУПОК

Гладилина И.П., Жалнина Н.О.

Московский городской университет управления Правительства Москвы, Москва, e-mail: gladilina.i@yandex.ru, zhalnina-nina@mail.ru

Совершенствование управления закупками города Москвы требует тщательного анализа возможных последствий таких решений, их соответствия как задачам развития города в целом, так и критериям развития закупок. Необходимо предусмотреть ситуации, которые могут возникнуть в перспективе в зависимости от использования той или иной стратегии, и разработать комплекс корректив, которые могут быть внесены как в саму стратегию, так и в механизмы управления закупками. Программно-целевой метод в ходе данного исследования был определён как основополагающий в теоретическом обосновании и практическом внедрении при разработке стратегий нормирования закупок в управлении закупочной деятельностью. Управление процессом нормирования закупок позволит предотвратить риск злоупотреблений в области повышенных требований к характеристикам отдельных товаров и др.

Ключевые слова: закупки, контрактная система, нормирование закупок, управление процессом нормирования

MANAGING THE PROCESS OF NORMALIZATION OF PROCUREMENT

Gladilina I.P., Zhalnina N.O.

Moscow Metropolitan Governance University, Moscow, e-mail: gladilina.i@yandex.ru, zhalnina-nina@mail.ru

Improving the management of procurement of Moscow city requires careful analysis of the possible consequences of such decisions, how they meet the challenges of development of the city in general and the criteria of procurement. There should be a situation that may arise in the future, depending on the use of a strategy and to develop a set of adjustments that can be made in the strategy itself, and the mechanisms of procurement. Program-target method in this study was defined as a fundamental theoretical justification and practical implementation of the development strategy of rationing purchases in procurement management. Managing the process of normalization of procurement will prevent the risk of abuse in the field of high performance requirements of individual goods and others.

Keywords: procurement, contract system, standardization of procurement, management of rationing

Совершенствование управления закупками города Москвы требует тщательного анализа возможных последствий таких решений, их соответствия как задачам развития города в целом, так и критериям развития закупок. Необходимо предусмотреть ситуации, которые могут возникнуть в перспективе в зависимости от использования той или иной стратегии нормирования и разработать комплекс корректив, которые могут быть внесены как в саму стратегию, так и в механизмы управления процессом нормирования закупок.

Учёные (В.М. Баранов, Г.В. Дёгтев и др.) отмечают, что такое научное предвидение реализуется через использование стратегического планирования. Развитие системы закупок Москвы, в соответствии с 44-ФЗ, включает широкий комплекс методов планирования, прогнозирования.

В принятии управленческих решений особое значение имеют программно-целевой и программно-ресурсный методы. Программно-целевой метод лежит в основе управления развития города Москвы. На сегодняшний день в столице реализуются такие государственные программы: «Развитие транспортной системы на 2012–2016 гг.», «Социальная поддержка жителей Москвы на 2012–2016 гг.», «Информационный город (2012–2016 г.)», «Развитие индустрии отдыха и туризма на 2012–2016 гг.», «Безопасный город», «Энергосбережение в городе Москве на 2012–2016 гг.», «Развитие здравоохранения города Москвы (Столичное здравоохранение)» на 2012–2020 г., «Спорт Москвы» на 2012–2018 гг., «Жилище» на 2012–2018 г., «Культура Москвы на 2012–2018 г.», «Стимулирование экономической активности» на 2012–2018 г., «Градостроительная политика» на 2012–2018 г., «Открытое Правительство» на 2012–2016 г.

Программно-целевой метод может рассматриваться как основополагающий в теоретическом обосновании и практическом внедрении при разработке стратегий нормирования закупок в управлении закупочной деятельностью. Анализ литературы и закупочных практик показал, что планирование является необходимой составляющей при определении количественных и качественных параметров обеспечения тех изменений в столичных закупках, которые определены целью и задачами развития системы закупок столицы.

Метод оптимизации решений встречается достаточно редко, что объясняется в первую очередь тем, что целесообразность его использования зависит от необходимости оптимизационных моделей в решении определённой плановой задачи. Опыт свидетельствует, что профессионализм заказчиков не соответствует в полной мере построению и реализации оптимизационных моделей.

Ряд учёных указывают, что методы планирования следует использовать одновремено с методами прогнозирования. В ходе исследования было выяснено, что принятие эффективных плановых решений невозможно без проведения процедур прогнозирования. Планирование должно быть направлено на принятие и практическое осуществление управленческих решений. Задача прогнозирования заключается в создании научных предусловий принятия этих управленческих решений. Н.А. Акимов, В.Е. Сергеев отмечают, что прогнозирование отличается от планирования функциональным предназначением, которое заключается в обосновании плановых решений [1]. Нормирование закупок позволяет определить, что планирование – это процесс своевременного принятия взаимосвязанной и согласованной совокупности управленческих решений, а прогноз – это поиск социально-экономически оправданных решений. Таким образом, методологическим принципом совершенствования управления процессом нормирования закупок являются планирование и прогнозирование как дихотомичные процессы обоснования и реализации управленческих решений. Установленный методологический принцип планирования и прогнозирования требует первоочередных исследований вопросов совершенствования управления процесса нормирования закупок Москвы под влиянием активизирующихся принципов контрактной системы. Научное предвидение осуществляется при помощи комплекса прогнозных методов, которые фактически представляют собой способы разработки прогнозов, позволяющих на основе анализа данных ретроспективного периода, внешних и внутренних факторов влияния, а также количественных изменений осуществлять убедительное предвидение нормирования закупок. В современном поле научных исследований существует множество методов прогнозирования: интуитивные и формализованные методы; индивидуальные и коллективные экспертные оценки; методы прогнозной экстраполяции и др.

Для выбора эффективного метода прогнозирования в сфере нормирования закупок были определены такие методологические аспекты: цель и задачи прогноза; период, на который он формируется; специфика объекта прогнозирования; виды и полнота объёма исходной информации; требование к результатам прогнозирования.

Было установлено, что выбор метода прогнозирования ожидаемых результатов процесса нормирования закупок опирается на необходимость учёта множества факторов такого сложного социально-экономического явления, как сфера закупок. Актуальным направлением совершенствования организационно-методического механизма управления закупками города Москвы является управление в сфере нормирования закупок.

Исследование нормирования в сфере закупок проводилось на основе системных принципов. Ученые относят к системным принципам целостность, структурированность, иерархичность, взаимодействие и др. Принцип целостности – закупки рассматриваются как система, представляющая собой целостность, которая имеет общие свойства во всех направлениях деятельности. Принцип структурированности – возможность описать закупки города Москвы через связи. Принцип иерархичности – каждый компонент системы в свою очередь может рассматриваться только как система, которая, в нашем случае, представляет собой один из компонентов более широкой системы – социально-экономическое пространство столичного мегаполиса. Принцип взаимодействия системы и среды – система формирует и определяет свои особенности в процессе взаимодействия со средой;

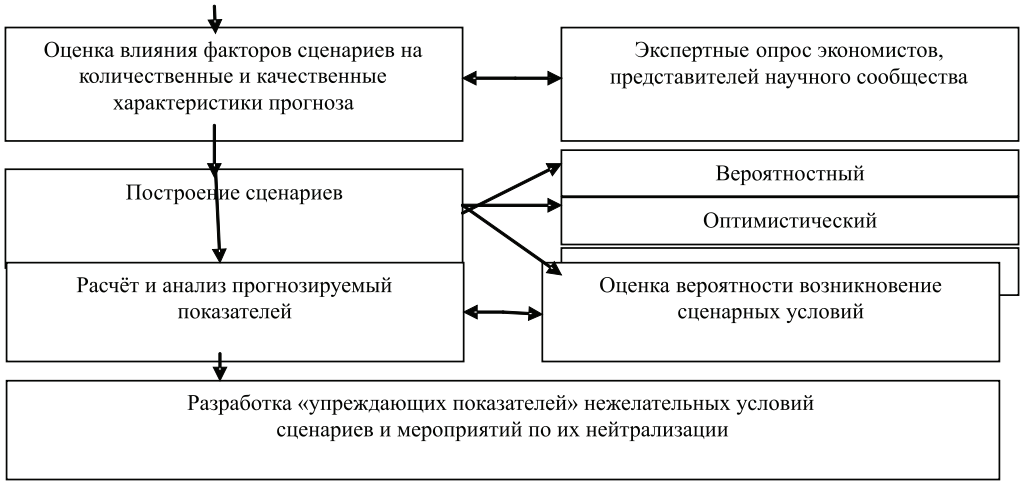
Исследование управления в сфере нормирования закупок города Москвы, основанное на системных принципах, выстраивалось на комплексе следующих методов:

1 – анализ – по заданной схеме исследовалась реализованная функция системы;

2 – синтез – по заданной функции находили схему, которая её реализовала.

В основу нормирования в сфере закупок было выделено положение о том, что управление закупками города Москвы направлено на сбалансированное развитие города в целом и системы закупок как составной части города. Для Департамента природопользования и охраны окружающей среды интерес представляют следующие затраты:

- затраты на информационно-коммуникационные технологии;
- затраты на капитальный ремонт государственного имущества;
- затраты на финансовое обеспечение строительства, реконструкции (в том числе с элементами реставрации), технического перевооружения объектов капитального



Модель сценарного прогнозирования в области нормирования закупок

строительства государственной собственности или на приобретение объектов недвижимого имущества в государственную собственность.

Динамические модели строятся на основе определения зависимостей величин, характеризующих объект, от времени с целью прогноза дальнейшего развития процесса.

Опираясь на поставленную проблему прогноза нормирования закупок, в ходе исследования был составлен и апробирован портрет модели, основными чертами которой являются:

- гибкость (за счёт возможности внесения изменений в структуру);
- открытость (за счёт постоянного учёта влияния внешних факторов на управления процессом нормирования закупок);
- динамизм;
- комплексность (объектом моделирования является многокомпонентная система управления процессом нормирования закупок).

Таким образом, управление нормированием закупок позволит предотвратить риск злоупотребления органами власти, осуществляющими отдельные полномочия в области повышенных требований к характеристикам отдельных товаров, установить значения количественных и (или) качественных показателей характеристик, отмечающихся от значений, содержащихся в Обязательном перечне. При этом необходимо помнить, что к 1 января 2016 г. должны будут быть утверждены общие требования к отдельным видам товаровов, работ, услуг и требования к отдельным видам товар, работ, услуг для обеспечения федеральных нужд, которые должны будут содержать конкретные требования к отдельным товарам.

Список литературы

1. Акимов Н.А., Сергеев В.Е. Организационное прогнозирование как одно из условий развития контрактной системы в сфере закупок // Фундаментальные исследования, 2014. – № 9 (часть 6). – С. 1274–1277.

2. Зибзеева Е.В. Финансовые инструменты эффективного использования бюджетных средств при размещении государственного заказа: дис. … канд. экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2013. – 229 с.

3. Седова М.В. Развитие механизма финансирования государственных закупок в России: автореф. дис. ... канд. экон. н. – М., 2015. – 28 с.

4. Сергеева С.А. Прогнозирование в управлении закупками для обеспечения государственных и муниципальных нужд // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 (часть 3). – С. 565–568.

5. Шабанова Е.В. Экономические проблемы надежности контрактной системы в сфере закупок: региональный аспект: автореф. дис. … канд. экон. наук. – Иваново, 2015. – 22 с.

References

1. Akimov N.A., Sergeev V.E. Organizacionnoe prognozirovanie kak odno iz uslovij razvitija kontraktnoj sistemy v sfere zakupok // Fundamentalnye issledovanija, 2014. no. 9 (chast 6). pp. 1274–1277.

2. Zibzeeva E.V. Finansovye instrumenty jeffektivnogo ispolzovanija bjudzhetnyh sredstv pri razmeshhenii gosudarstvennogo zakaza. Dis. … kand. jekon. n. Rostov-na-Donu, 2013. 229 p.

3. Sedova M.V. Razvitie mehanizma finansirovanija gosudarstvennyh zakupok v Rossii. Avtoref. kand. jekon. n. M., 2015. 28 p.

4. Sergeeva S.A. Prognozirovanie v upravlenii zakupkami dlja obespechenija gosudarstvennyh i municipalnyh nuzhd // Fundamentalnye issledovanija, 2014. no. 5 (chast 3). pp. 565–568.

5. Shabanova E.V. Jekonomicheskie problemy nadezhnosti kontraktnoj sistemy v sfere zakupok: regionalnyj aspekt. Avtoref. … kand. jekon. n. Ivanovo, 2015. 22 p.

Рецензенты:

Глущенко В.М., д.э.н., профессор, Московский городской университет управления Правительства Москвы, г. Москва;

Землин А.И., д.ю.н., профессор кафедры управления государственными и муниципальными заказами, Московский городской университет управления Правительства Москвы, г. Москва.

УДК 336.325.322

СУЩНОСТЬ КАТЕГОРИИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НАЛОГОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

Гринченко К.А.

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: grin-kirill1@yandex.ru

В настоящей статье рассмотрены подходы отечественных и зарубежных ученых к определению понятия «внутренний аудит налоговых обязательств». В процессе исследования выявлено, что рассмотренные авторские трактовки в полной мере не раскрывают сущность внутреннего аудита. Автором описаны сходства и различия предложенных определений, а также их основные достоинства и недостатки. Сделан вывод, что объем и цели внутреннего аудита в каждом случае различны и зависят от требований руководства и размеров структуры аудируемой компании. Автором описаны ключевые особенности внутреннего аудита налоговых обязательств, которые подлежат включению в новое определение понятия. По результатам исследования синтезированы определения внутреннего налогового аудита в широком и узком смысле, позволяющие в полной мере определить содержание и роль внутреннего аудита в хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: внутренний налоговый аудит, внутренний контроль, налогообложение

THE ESSENCE OF INTERNAL AUDIT OF TAX LIABILITIES

Grinchenko K.A.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Rostov State Economic University», Rostov-on-Don, e-mail: grin-kirill1@yandex.ru

This article contains analysis of approaches of Russian and foreign scientists to definition of "internal tax audit". During the course of analysis was identified that none of the author's interpretations provides completed essence of internal audit. The author describes similarities and differences of developed definitions and their advantages and disadvantages. The author concluded that the scope and objectives of internal audit in each case are different and depends on the requirements of management and structure of the audited company. The author described the key features of internal audit of tax liabilities which should be included in the new definition. Based on the results of analysis the author synthesized generally and properly definitions of internal tax audit, which may help to fully determine content and role of internal tax audit in economic activities.

Keywords: internal tax audit, internal control, taxation

В условиях сжатия экономики целый ряд хозяйствующих субъектов рискует потерять экономическую эффективность своей хозяйственной деятельности и даже уйти с рынка. В этой связи многократно возрастает роль качества и разработанности применяемых в организации управленческих технологий, регламентации бизнес-процессов и, конечно, эффективности системы внутреннего аудита.

Наибольшее распространение получил внутренний аудит налоговых обязательств, призванный контролировать все ключевые стороны расчетов налогоплательщика с государством.

Основные положения внутреннего аудита разрабатываются многими отечественными и зарубежными учеными. Важная роль внутреннего аудита доказана в большом количестве научно-исследовательских работ, а системы внутреннего аудита уже много лет функционируют на практике.

Вместе с тем следует констатировать, что законодательные акты и методическая литература не дают достаточно емкого и целостного определения внутреннего аудита налоговых обязательств.

Так, в Федеральном законе от 30.12.2008 № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» под аудитом понимается независимая проверка бухгалтерской (финансовой) отчетности аудируемого лица в целях выражения мнения о достоверности такой отчетности. Следуя тексту закона, под бухгалтерской (финансовой) отчетностью аудируемого лица понимается отчетность (или ее часть), предусмотренная Федеральным законом от 6 декабря 2011 года № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» или изданными в соответствии с ним иными нормативными правовыми актами, аналогичная по составу отчетность (или ее часть), предусмотренная другими федеральными законами или изданными в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами, а также иная финансовая информация [12].

В то же время в указанном законе определение понятия «внутренний налоговый аудит» отсутствует.

Кроме того, определение понятия «внутренний налоговый аудит» отсутствует и в федеральных стандартах аудиторской деятельности (ФСАД 8/2011) «Особенности аудита

отчетности, составленной по специальным правилам» и (ФСАД 9/2011) «Особенности аудита отдельной части отчетности», в которых лишь указано, что по регулируемым этими стандартами услугам оформляется аудиторское заключение.

На сегодняшний день затруднительно сформировать полностью корректное определение понятия «внутренний аудит налоговых обязательств». Среди ученых-теоретиков нет единства как в отношении формулировки самого определения, так и в отношении целей и задач внутреннего аудита, его конечного результата. Многие трактовки носят слишком обобщенный характер и не дают конкретных характеристик, некоторые – излишне узкий, рассматривающий лишь одну из сторон внутреннего аудита. В связи с этим представляется важным и необходимым сформулировать дефиницию «внутренний аудит налоговых обязательств» из двух его составляющих: «внутреннего аудита» и «аудита внутренних обязательств».

Обобщая имеющиеся в литературе авторские определения, можно сделать вывод о том, что внутренний аудит на сегодняшний день рассматривается как:

1) служба, подразделение организации;
2) способ оценки и проверки деятельности организации;
3) совокупность аудиторских услуг;
4) оценка эффективности СМК;
5) деятельность;
6) система контроля;
7) элемент системы внутреннего контроля;
8) составная часть общего аудита.

Систематизируя данные позиции, можно их сгруппировать следующим образом:

1. С точки зрения функционирования организационной структуры внутренний аудит рассматривается как подразделение организации, отдельно выделенная служба, система контроля либо ее составная часть.

2. С точки зрения обработки применяемой информации внутренний аудит рассматривается как процесс, как деятельность.

3. И, наконец, с позиции целей осуществления внутреннего аудита он определяется как инструмент оценки СМК (система менеджмента качества), как способ оценки и проверки деятельности организации.

Как отмечают Л.К. Амирзянова и И.И. Рахманова, внутренний аудит представляет собой не форму организации внутреннего контроля, а структуру, дополняющую структурно-функциональную систему внутреннего контроля и входящую в ее конфигурацию [2].

Другой автор, Ю.Н. Воропаев, указывает, что внутренний аудит – это способ независимой оценки эффективности деятельности организации и органов ее управления [4].

Иной точки зрения придерживается И.И. Мазур. Внутренний аудит, по мнению данного автора, это систематическое и независимое исследование, проводящееся для того, чтобы установить, соответствует ли деятельность в области качества запланированным требованиям, насколько эффективно эти требования реализуются и пригодны ли они для достижения поставленных целей [9].

Возможно, такое количество мнений связано с тем, что объем и цели внутреннего аудита в каждом случае различны и зависят от требований руководства и размеров структуры аудируемой компании.

Однако можно проследить четкую тенденцию к тому, что большинство определений связаны с позиционированием внутреннего аудита как системы контроля, либо как составной части системы внутреннего контроля.

В определениях, данных В.Д. Андреевым, П.И. Камышановым, Т.В. Ножкиной, Л.В. Сотниковой, внутренний аудит рассматривается как неотъемлемая часть системы управления, в рамках которой и мы можем добавить, что и сам аудит может быть представлен в виде комплексной системы, охватывающей различные сферы интересов: государства (реализация контрольных функций в сфере управления бюджетов), Федеральной налоговой службы (соблюдение норм налогового законодательства). Особенность налоговых обязательств как объекта аудита также состоит в том, что, в отличие от других видов активов и обязательств, расчет налоговых обязательств и активов является обязанностью исключительно налогоплательщика [3].

П.И. Камышанов [8] указывает на сущность внутреннего аудита как части системы текущего контроля в процессе менеджмента, то есть управления всей организации в пределах принятой экономической политики.

Приведенные определения дополняют друг друга – в частности, И.И. Мазур указывает на систематичность и независимость внутреннего аудита, указывая на то, что внутренний аудит не только текущий, как утверждает П.И. Камышанов, контроль. На контролирующую функцию указывают в своих работах М. Васильева, Ю. Камфер, А.В. Евдокимова.

В.В. Бурцев поднимает очень важный вопрос организации самой работы по осуществлению внутреннего аудита – создания специального контрольного органа и принятия внутренних контрольных документов. Это лучше раскрывает специфику внутреннего аудита с организационной точки зрения: руководитель организации принимает решение об организации внутренней службы, лучше понимающей бизнес-процессы организации. А.В. Евдокимова также

подтверждает данное утверждение – «внутренний аудит проводится работниками данной фирмы».

Мнение Л.В. Сотниковой носит более масштабный характер, указывая на то, что внутренний аудит – это целая полномасштабная структура, дополняющая структуру контроля в организации.

Как уже было сказано выше, нельзя не заметить, что данные определения имеют ряд серьезных смысловых упущений, отчасти игнорируя определение, данное «Институтом внутренних аудиторов». Сформулированное его представителями в 2004 году определение наиболее емко представляет и накопленный ранее опыт внутреннего аудита, и дальнейшие перспективы его развития. На наш взгляд, раскрытие внутреннего аудита как «деятельности по предоставлению независимых и разумных гарантий и консультаций, направленных на совершенствование деятельности организации» является наиболее конкретным и в то же время емким, лишь требуя дополнительного раскрытия таких понятий, как «гарантия» и «консультационные услуги».

Среди сформулированных рассматриваемыми авторами определений лишь В.В. Мишин [10] указывает на консалтинговый характер внутреннего аудита – не только сама фирма, но и другая организация от ее имени может оказывать услугу по аудиту.

Резюмируя вышеизложенное, сделаем вывод, что сущность налогового аудита сводится к рассмотрению бухгалтерских и налоговых отчетов экономического субъекта специалистом с целью выражения мнения о степени достоверности и соответствия во всех существенных аспектах нормам, установленным законодательством, порядка формирования, отражения в учете и уплаты экономическим субъектом налогов и других платежей в бюджеты различных уровней и внебюджетные фонды.

Так, в работе О.Ю. Зиборевой «Внутренний аудит расчетов по налогам и сборам в интегрированных компаниях» [7] – сущность налогового аудита можно определить как вид аудиторских услуг по независимой проверке экономической деятельности и учетной системы экономического субъекта, имеющий целью подтверждение соответствия действий либо намерений клиента требованиям налогового законодательства.

Однако оно также является весьма неполным и требует уточнения. В связи с этим мы считаем необходимым сформулировать ряд ключевых особенностей внутреннего аудита налоговых обязательств, которые подлежат включению в определение понятия.

1. Наибольшее количество приведенных авторов определяет внутренний аудит как систему внутреннего контроля либо ее элемент. В связи с этим можно сделать вывод о том, что внутренний аудит направлен на оценку качества системы внутреннего контроля в целом, а также ее способности влиять на риски. При данном условии целью внутреннего аудита путем периодических независимых проверок является аналитика того, насколько эффективно разработан контроль в организации, насколько следует данным требованиям персонал и менеджмент, насколько эффективно предприятие функционирует. Внутренний аудитор, в силу специфики внутреннего аудита, обладает ключевой информацией по всем аспектам деятельности компании и инструментарием для обобщения и анализа данных, в то время как менеджер, ориентируясь на задачи развития организации, не имеет возможности провести аналогичный анализ.

2. Исходя из определения внутреннего аудита, данного Институтом внутренних аудиторов, в его основе лежат независимые и разумные гарантии и консультации.

3. Ни одно из определений в полной мере не раскрывает методы организации внутреннего аудита.

По итогам проведенного анализа сформируем следующие итоговые трактовки внутреннего аудита налоговых обязательств.

1. Внутренний аудит налоговых обязательств в широком смысле – это система внутреннего контроля исполнения налоговых обязательств организации, заключающаяся в предоставлении независимых и объективных гарантий и консультаций по проверке и оценке бизнес-процессов, направленных на исполнение налоговых обязательств в полном объеме, а также формирование связанной с этим отчетности. Также в широком смысле слова внутренний аудит налоговых обязательств можно охарактеризовать как обособленную от других деятельность сотрудников коммерческой организации по организации постоянного контроля и оценки исполнения налоговых обязательств, обоснованию систем управления рисками и поддержание развития организации.

2. Внутренний аудит налоговых обязательств в узком смысле – это составная часть системы корпоративного контроля за исполнением налоговых обязательств компании и заключающаяся в предоставлении независимых и объективных гарантий и консультаций по проверке и оценке бизнес-процессов, направленных на исполнение налоговых обязательств в полном объеме, а также формирование связанной с этим отчетности, осуществляемая в форме

корпоративного подразделения внутреннего аудита аутсорсинга, либо косорсинга. Так же в узком смысле слова внутренний аудит налоговых обязательств представляет собой процесс сбора, обработки, хранения и передачи информации сотрудниками компании, либо аудиторами аутсорсинговых и косорсинговых компаний, направленной на контроль соблюдения налоговых обязательств.

Осуществление предпринимательской деятельности в Российской Федерации строится не только на принципах, связанных со свободой предпринимательской деятельности. Государство участвует в экономических отношениях посредством установления норм законодательства, а также принимает на себя фискальные функции. Не секрет, что налоговое законодательство последовательно отражает последние экономические тенденции и порой опережает их. Деятельность налоговых служб стала носить менее формализованный характер, однако в процессе осуществления выездных и камеральных проверок налоговые инспекторы оценивают в настоящий момент весь комплекс гражданских и налоговых отношений не только проверяемой организации, но и ее контрагентов. Предметом налоговой проверки все чаще становятся фактические правоотношения между юридическими лицами (проверяемой организацией и ее контрагентами).

В этой связи внутренний аудит налоговых обязательств призван провести независимый анализ налоговой и бухгалтерской отчетности организации с целью выявления ошибок в исчислении и уплате налогов и сборов. Важным звеном внутреннего аудита является и проверка заключенных сделок, отражение сделок в бухгалтерском учете и формирование рекомендаций по возможным проблемным сделкам.

В таком контексте точное определение понятия «внутренний налоговый аудит» позволяет хозяйствующим субъектам в полной мере сформировать понимание роли внутреннего аудита, а также правильно сформировать и эффективно достигнуть заявленных целей.

Список литературы

1. Альфа банк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://alfabank.ru/about/corporate_governance/audit/internal_audit/] Дата обращения: 18.06.2015.

2. Амирзяева Л.К., Рахманова И.И. К вопросам о видах аудиторской деятельности / Л.К. Амирзянова, И.И. Рахманова // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – № 6. – С. 228–231.

3. Викторов П.П. Особенности аудита налоговых обязательств обособленных подразделений иностранных юридических лиц: автореф. дис. …. канд. экон. наук: 08.00.1. – М., 2002. – 25 с.

4. Воропаев Ю.Н. Оценка внутреннего контроля // Бухгалтерский учет. – 1996. – № 8.

5. Гутцайт Е.М. Аудит: концепция, проблемы, эффективность, стандарты. – М.: Элит 2000, Юнити-Дана, 2002. – 400 с.

6. Евдокимова А.В. Внутренний аудит и контроль финансово-хозяйственной деятельности организации: практическое пособие / А.В. Евдокимова, И.Н. Пашкина. – М.: Дашков и К, 2010. – 512 с.

7. Зиборева О.Ю. Внутренний аудит расчетов по налогам и сборам в интегрированных компаниях: автореф. дис. … канд. экон. наук: 08 00 12. – Новосибирск, 2012. – 24с.

8. Камышанов П.И. Практическое пособие по аудиту. – М.: Инфра-М, 2008. – 256 с.

9. Мазур И.И. Управление качеством: учеб. пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро. – М.: Высш. шк., 2003. – 334 с.

10. Мишин В.М. Управление качеством: учебник для студентов вузов. – 2-е изд. – М.: ЮНИТ И-ДАНА, 2005. – 463 с.

11. Практические указания к Международным профессиональным стандартам внутреннего аудита // перевод Практических указаний в редакции от 01.06.11». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.iia.ru] Дата обращения 21.06.2015.

12. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2008 года № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» (ред. от 21.11.2011 с изменениями, вступившими в силу с 01.01.2013, действующая редакция), ст. 1.

References

1. Alfa bank [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://alfabank.ru/about/corporate_governance/audit/internal_audit/] Data obrashhenija: 18.06.2015.

2. Amirzjaeva L.K., Rahmanova I.I. K voprosam o vidah auditorskoj dejatelnosti / L.K. Amirzjanova, I.I. Rahmanova // Audit i finansovyj analiz, 2012. no. 6. pp. 228–231.

3. Viktorov P.P. Osobennosti audita nalogovyh objazatelstv obosoblennyh podrazdelenij inostrannyh juridicheskih lic: avtoref. dis. … kand. jekon. nauk: 08.00.1. M., 2002. 25 p.

4. Voropaev Ju.N. Ocenka vnutrennego kontrolja // Buhgalterskij uchet. 1996. no. 8.

5. Gutcajt E.M. Audit: koncepcija, problemy, jeffektivnost, standarty. M.: Jelit 2000, Juniti-Dana, 2002. 400 p.

6. Evdokimova A.V. Vnutrennij audit i kontrol finansovohozjajstvennoj dejatelnosti organizacii: prakticheskoe posobie / A.V. Evdokimova, I.N. Pashkina. M.: Dashkov i K, 2010. 512 p.

7. Ziboreva O.Ju. Vnutrennij audit raschetov po nalogam i sboram v integrirovannyh kompanijah: avtoref. dis. …. kand. jekon. nauk: 08 00 12. Novosibirsk, 2012. 24 p.

8. Kamyshanov P.I. Prakticheskoe posobie po auditu. M.: Infra M, 2008. 256s.

9. Mazur I.I. Upravlenie kachestvom: ucheb. posobie / I.I. Mazur, V.D. Shapiro. M.: Vyssh. shk., 2003. 334 p.

10. Mishin V.M. Upravlenie kachestvom: uchebnik dlja studentov vuzov. 2-e izd. M.: JuNIT I-DANA, 2005. 463 p.

11. Prakticheskie ukazanija k Mezhdunarodnym professionalnym standartam vnutrennego audita // perevod Prakticheskih ukazanij v redakcii ot 01.06.11». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.iia.ru] Data obrashhenija 21.06.2015.

12. Federalnyj zakon Rossijskoj Federacii ot 30 dekabrja 2008 goda no. 307-FZ «Ob auditorskoj dejatelnosti» (red. ot 21.11.2011 s izmenenijami, vstupivshimi v silu s 01.01.2013, dejstvujushhaja redakcija), st. 1.

Рецензенты:

Богатая И.Н., д.э.н., профессор кафедры «Аудит», ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет», г. Ростов-на-Дону;

Евстафьева Е.М., д.э.н., доцент, профессор кафедры «Аудит», ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет», г. Ростов-на-Дону.

УДК 332

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛНЕНИЯ МЕСТНОГО БЮДЖЕТА НА ПРИМЕРЕ БЮДЖЕТА ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗА (РСО-АЛАНИЯ)

Дзобелова В.Б., Олисаева А.В., Магометова М.Ю.

ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова», Владикавказ, e-mail: alisa.olisaeva@mail.ru

Местные бюджеты являются главным инструментом финансового обеспечения задач и функций местного самоуправления. Основным направлением использования средств местных бюджетов являются расходы, относящиеся к жизнеобеспечению населения. Одной из основных проблем, мешающих вести работу по повышению эффективности расходования средств региональных и местных бюджетов, является недостаточный уровень менеджмента в общественном секторе. По экспертным оценкам, обеспечение полного финансирования текущих расходов местных бюджетов может быть осуществлено за счет принятия комплексных мер, включающих: сокращение издержек оказания бюджетных услуг; оптимизацию количества и изменение структуры оказываемых услуг; увеличение стоимости бюджетных услуг, оплачиваемых потребителями; ревизию и сокращение льгот, наведение порядка с их получением; сокращение несанкционированного пользования общественными услугами и т.п. В статье исследуются особенности формирования и исполнения расходов местных бюджетов Российской Федерации в современных условиях, выявление проблем и определение направлений повышения эффективности использования бюджетных средств на примере г. Владикавказ. Авторами обусловлены задачи, среди которых можно отметить: исследование экономического содержания бюджета и его роли в социально-экономическом развитии государства, региона и муниципального образования; изучение экономического содержания классификации расходов местного бюджета; определение основ формирования расходов местных бюджетов; проведение анализа формирования и исполнения расходов местного бюджета на примере бюджета городского округа г. Владикавказ за 2012–2014 гг.; выявление проблем повышения эффективности использования средств местных бюджетов и обозначение путей их решения.

Ключевые слова: бюджет, показатели, анализ, экономика, г. Владикавказ, местный бюджет, расходы, доходы, финансирование

ANALYSIS OF THE FORMATION AND EXECUTION OF LOCAL BUDGET FOR THE BUDGET EXAMPLE VLADIKAVKAZ, REPUBLIC NORTH OSSETIA-ALANIA

Dzobelova V.B., Olisaeva A.V., Magometova M.Y.

North-Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz, e-mail: alisa.olisaeva@mail.ru

Local budgets are the main instrument of financial provision of tasks and functions of local government. The main use of funds of local budgets are the costs related to the livelihood of the population. One of the main challenges to improving the efficiency of spending by regional and local budgets, is the insufficient level of management in the public sector. According to expert estimates, ensuring full funding of current expenditures of local budgets can be implemented through the adoption of comprehensive measures, including: reducing the costs of providing public services; optimization of the number and change of structure of rendered services; increase the cost of medical services paid by customers; revision and reduction of benefits, bringing order to their obtaining; a reduction in unauthorized use of public services etc. In the article the features of formation and execution of local budget expenditures of the Russian Federation in modern conditions, identification of problems and definition of directions of increase of efficiency of use of budgetary funds for example Vladikavkaz. The authors of due tasks, among which we can mention: the study of the economic content of the budget and its role in socio-economic development of the state, region and municipality; the study of the economic substance classification of expenditures of the local budget; define the basis for the formation of local budget expenditures; the analysis of the formation and execution of local budget expenditures on the example of the budget of the urban district G. Vladikavkaz for 2012–2014; identification of problems of increase of efficiency of use of means of local budgets and the designation of the ways to solve them.

Keywords: budget, metrics, analysis, Economics, Vladikavkaz, local budget, expenses, income, financing

Местные бюджеты играют важную роль в процессе социально-экономического развития России, обеспечивая функционирование основной сети учреждений общего образования, медицинских и социальных учреждений. Наиболее ярко последствия экономических и социальных процессов отражаются на расходной части местных бюджетов. Расходы местных бюджетов имеют тенденцию к увеличению в связи с ростом и усложнением местного хозяйства, расширением жилищно-коммунального строительства, повышением стоимости основных фондов коммунального хозяйства и уровня его технического оснащения.

Расходы бюджета муниципального образования представляют собой денежные средства, направляемые из бюджетного фонда на финансовое обеспечение выполняемых задач и функции муниципального образования.

Из бюджета г. Владикавказа финансируются расходы, связанные с решением вопросов местного значения, управлением и развитием экономики и социальной сферы городского округа г. Владикавказа.

Исключительно из бюджета г. Владикавказа финансируются расходы на содержание органов самоуправления, формирование муниципальной собственности и управление ею; организацию, содержание и развитие учреждений непроизводственной сферы, муниципального ЖКХ, муниципального дорожного строительства и другие.

В состав расходов бюджета городского округа г. Владикавказа входят расходы: на общегосударственные вопросы; национальную безопасность, правоохранительную деятельность; национальную экономику; жилищно-коммунальное хозяйство; образование; культуру, кинематографию и средства массовой информации; здравоохранение и спорт; социальную политику

За период 2012–2014 гг. в бюджете г. Владикавказа наибольший удельный вес составляли расходы на финансирование ЖКХ и образование.

На финансирование образования в 2012 г. было выделено 42,2 % общего объема расходов, в 2013 г. произошло их увеличение на 10 %. В 2014 г. наблюдалось небольшое сокращение расходов – на 0,6 %. С 2012 по 2014 г. удельный вес расходов на образование снизился на 9,8 %.

Из общей суммы расходов на образование наибольший удельный вес занимало общее образование: в 2012 г. – 47,9 %, в 2013 г. – 52,6 %, в 2014 г. – 48,5 %.

На финансирование здравоохранения в 2012 г. было выделено 9,9 % общей суммы расходов. В 2013 г. их доля снизилась и составила 2,4 %. В 2014 г. удельный вес этих расходов сократился до 0,2 %. В целом с 2012 по 2014 г. имело место уменьшение доли этих расходов до 1,1 %.

Особая ситуация, сложившаяся в сфере здравоохранения, связана с изменениями в финансировании на федеральном уровне. Так, средства, до 2013 г. поступавшие в медучреждения из регионального и федерального бюджетов, а также Фонда обязательного медицинского страхования (ОМС), теперь аккумулируются только в фонде.

Доля расходов на социальную политику с 2012 по 2013 г. имела тенденцию к снижению. Так, если в 2012 г. они составляли 2,2 %, то к 2013 г. – 1,5 %, а в 2014 г. доля расходов на эти цели снизилась до 1,3 % общей суммы расходов бюджета.

Таким образом, в исследуемом периоде из общего объема социальных расходов бюджета городского округа г. Владикавказа наиболее значительные суммы направлялись на финансирование образования (в основном общего), а также здравоохранения, в частности оказания скорой медицинской помощи.

Одной из самых больших статей расходов бюджета городского округа г. Владикавказа является жилищно-коммунальное хозяйство. В 2012 году финансирование составило 854 057,5 млн руб., или 94,3 % плана.

В 2013 году ЖКХ профинансировано на сумму 910 620,7 тыс. руб., или 83,9 % плана. Это на 10,4 % ниже уровня исполнения 2012 г. В 2014 г. имело место незначительное уменьшение как объема фактических расходов на ЖКХ, так и показателя исполнения плановых назначений, который составил 83 % плана, что на 0,9 % ниже 2013 г.

Следует отметить, что в 2012–2014 гг. ни одна статья расходов на ЖКХ не была полностью профинансирована. Более того, проведенный анализ исполнения бюджета городского округа г. Владикавказа по расходам показал, что за исследуемый период имело место недовыполнение бюджетных назначений практически по всем статьям расходов.

Тем не менее Северная Осетия уже второй год подряд попадает в число «хорошистов» по качеству управления региональными финансами, в том числе и муниципальными. Министерство финансов РФ, ежегодно оценивающее субъекты Российской Федерации, в 2013 и 2014 годах отнесло регион ко второй группе, отметив качество бюджетного планирования, эффективное прогнозирование доходной части бюджета и управление налоговыми льготами. Кроме того, ведомством отмечена высокая степень прозрачности бюджетного процесса. Все материалы, такие как закон о республиканском бюджете и отчеты о его исполнении, доступны для населения: проводятся общественные слушания, информация размещается в средствах массовой информации и сети Интернет.

Проведенный анализ исполнения бюджета городского округа г. Владикавказа по расходам показал, что за исследуемый период имело место недовыполнение бюджетных назначений практически по всем статьям расходов.

За исследуемый период исполнение бюджета городского округа г. Владикавказа по расходам составило: в 2012 году 96,9 % плана; 2013 – 92,6 %; 2014 – 89,9 % плана.

Одной из основных проблем, мешающих вести работу по повышению эффективности расходования средств региональных и местных бюджетов, является недостаточный уровень менеджмента в общественном секторе.

Нормативная база в недостаточной мере регулирует все этапы расходования денежных

средств территориальных бюджетов; не имеется системы, стимулирующей и контролирующей работу органов и местного самоуправления, а также отдельных служащих по проведению более рациональной политики в отношении бюджетных расходов.

По мнению специалистов, обеспечение полного финансирования текущих расходов местных бюджетов может быть осуществлено за счет принятия комплексных мер, включающих сокращение издержек оказания бюджетных услуг, оптимизацию количества и изменение структуры оказываемых услуг, увеличение стоимости бюджетных услуг, оплачиваемых потребителями, ревизию и сокращение льгот, сокращение несанкционированного пользования общественными услугами и т.п.

При подготовке мероприятий по оптимизации расходов местных бюджетов следует исходить из того, что основным условием рационального и эффективного расходования бюджетных средств среди прочего является принцип самостоятельности бюджетов, который определяет право и обязанность органов местного самоуправления самостоятельно осуществлять бюджетный процесс, в том числе определять формы и направления расходования средств местных бюджетов (за исключением расходов, финансируемых за счет бюджетов других уровней).

Среди наиболее действенных мер, направленных на повышение эффективности расходования средств местных бюджетов, также следует отметить:

– составление и ведение реестра расходных обязательств муниципального образования;

– проведение оценки эффективности бюджетных расходов, включающее оценку обеспеченности объектами социальной и инженерной инфраструктуры муниципального образования и осуществление мониторинга реализации инвестиционных проектов, финансируемых за счет бюджетных средств;

– объединение усилий муниципальных образований для решения крупных хозяйственных проблем, вопросов предоставления социальных услуг, требующих значительных финансовых и материальных ресурсов;

– оптимизация бюджетных расходов путем проведения конкурсов по муниципальным закупкам в рамках муниципального заказа, в частности, внедрение системы прокьюремента – совокупности практических методов и приемов, а также инструментов, применяемых в процессе организации закупок, предоставления объектов в аренду, распределения заказов в ходе осуществления конкурсных торгов, концессию с целью рационализации процедур, облегчения их для участников, соблюдения справедливости, предотвращения коррупции; форма управленческой технологии;

– мониторинг и контроль за расходами местного бюджета.

Наиболее широко применяемым и, как показывает практика, одним из самых эффективных направлений реформирования бюджетного сектора Российской Федерации является бюджетирование, ориентированное на результат (БОР), реализуемое с середины 2000-х годов.

В ближайшие два года бюджет муниципального образования г. Владикавказа предполагает сохранить свою социальную направленность. Приоритетной задачей становится формирование и внедрение новых стандартов и повышение уровня жизни людей на всей территории г. Владикавказа. Экономические и финансовые факторы, обеспечивающие этот процесс, – рост инвестиций в город, улучшение делового климата, развитие промышленного производства, повышение налогового потенциала.

Утвержден и воплощается в жизнь ряд ведомственных целевых программ, среди которых особую социальную значимость имеют следующие:

– Ведомственная целевая программа «Развитие городского пассажирского транспорта на 2015 год»;

– Республиканская программа «О мерах социальной поддержки по обеспечению жильем ветеранов, инвалидов и семей, имеющих детей-инвалидов»;

– Муниципальная программа «Развитие жилищно-коммунального хозяйства муниципального образования город Владикавказ на 2015 год»;

– Муниципальная целевая программа «Поддержка малого и среднего предпринимательства г. Владикавказа на 2014–2016 годы» и другие.

Кроме того, о проблемах и основных направлениях повышения эффективности использования средств городского бюджета говорится в муниципальной программе. «Повышение эффективности управления муниципальными финансами на 2015–2018 годы».

Программа отражает деятельность Финансового управления, основой которой является выработка единой финансовой политики и осуществление функции по составлению и организации исполнения бюджета муниципального образования г. Владикавказ. В связи с чем объектом управления в рамках программы являются муниципальные финансы или бюджет муниципального

образования г. Владикавказа. С этим связана специфика программы: она направлена на формирование стабильной финансовой системы для исполнения расходных обязательств, а также поддержку мер для обеспечения сбалансированности бюджета муниципального образования г. Владикавказа на базе современных принципов управления муниципальными финансами.

В программе подчеркивается необходимость перехода к формированию программного бюджета, что должно повысить ответственность всех участников бюджетного процесса за реализацию поставленных задач и достижение конечных результатов.

Вместе с тем переход к формированию бюджета муниципального образования г. Владикавказа на основе программно-целевых принципов предъявляет дополнительные требования к его устойчивости, гарантированному обеспечению финансовыми ресурсами действующих расходных обязательств, в том числе в долгосрочной перспективе, прозрачному распределению имеющихся средств с учетом достигнутых результатов в той или иной сфере социально-экономического развития г. Владикавказа.

В сфере управления муниципальными финансами в рамках программы планируется решить следующие вопросы:

– развитие бюджетирования, ориентированного на достижение результата, в том числе завершение этапа перехода на программный бюджет и отработку финансовых механизмов обеспечения выполнения муниципальных заданий муниципальными учреждениями, повышение качества оказания муниципальных услуг;

– расширение применения современных информационно-коммуникационных технологий для формирования и совершенствования интегрированной системы управления муниципальными финансами в г. Владикавказе;

– создание условий для эффективного управления муниципальными финансами.

Комплексный подход к выполнению задач в рамках данной программы позволит обеспечить эффективное решение актуальных вопросов развития бюджетной системы.

Целью программы является обеспечение долгосрочной сбалансированности и устойчивости бюджета муниципального образования г. Владикавказа, повышение качества управления муниципальными финансами.

Для достижения поставленной цели планируется решение следующих задач:

– создание условий для повышения эффективности бюджетных расходов;

– оптимизация долговой нагрузки на бюджет муниципального образования г. Владикавказ;

– совершенствование внутреннего муниципального финансового контроля;

– развитие информационной системы управления муниципальными финансами.

С учетом специфики программы для измерения ее результатов будут использоваться не только количественные индикаторы, но и качественные оценки управления финансами и муниципальным долгом.

Достижение запланированных результатов программы характеризуется следующими целевыми показателями (индикаторами):

– отсутствие просроченной задолженности по долговым обязательствам муниципального образования г. Владикавказ;

– отношение объема муниципального долга бюджета муниципального образования г. Владикавказ к годовому объему доходов бюджета без учета утвержденного объема безвозмездных поступлений из вышестоящего бюджета;

– снижение объема просроченной кредиторской задолженности бюджета муниципального образования г. Владикавказ;

– рост удельного веса расходов бюджета муниципального образования г. Владикавказ, формируемых в рамках программных мероприятий, в общем объеме расходов бюджета.

За период реализации подпрограммы ожидается достижение следующих результатов и показателей эффективности:

– обеспечение долгосрочной сбалансированности бюджета муниципального образования г. Владикавказ, усиление взаимосвязи стратегического и бюджетного планирования, повышение качества и объективности планирования бюджетных ассигнований;

– улучшение качества прогнозирования основных параметров бюджета, соблюдение требований бюджетного законодательства;

– обеспечение приемлемого и экономически обоснованного объема и структуры муниципального долга;

– повышение эффективности использования бюджетных средств;

– повышение эффективности организации муниципального внутреннего финансового контроля, осуществляемого в соответствии с Бюджетным кодексом Российской Федерации;

– обеспечение открытости и прозрачности деятельности Финансового управления.

– рост качества управления муниципальными финансами.

Подводя итог, можно отметить, что формирование программного бюджета является наиболее эффективным методом определения проблемных направлений, требующих комплексного решения, и при грамотном внедрении такой метод обеспечивает расширение налогового поля города, увеличивает доходную базу и оптимизирует расходы бюджета муниципального образования.

Список литературы

1. Агузарова Ф.С., Хохоева З.В. Значение налогов в повышении инвестиционной активности в Северо-Кавказском федеральном округе // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–4. – С. 836–839.

2. Волкова В.Н., Яковлева Е.А., Козловская Э.А., Логинова А.В., Родионов Д.Г., Рудская И.А. Применение теории систем и системного анализа для развития теории инноваций: монография. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2013. – 352 с.

3. Гацалова Л.Б., Парсиева Л.К. Инновационные подходы регулирования региональной политики занятости в условиях экономической нестабильности // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.

4. Гацалова Л.Б., Парсиева Л.К. Современные механизмы регулирования региональной демографической политики в условиях экономической нестабильности // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.

5. Козловская Э.А., Яковлева Е.А., Бучаев Я.Г., Гаджиев М.М., Демиденко Д.С., Экономика и управление инновациями. – 3-е издание (учебник: гриф УМО 080200 Менеджмент (профиль «Инновационный менеджмент»)). – М.: Экономика, 2012. – 357 с.: ил. – (Высшее образование).

6. Цуциева О.Т. Региональная экономическая политика: сущность, модели и механизмы реализации // Вестник Калмыцкого университета. – 2009. – № 7. – С. 56–61.

References

1. Aguzarova F.S., Hohoeva Z.V. Znachenie nalogov v povyshenii investicionnoj aktivnosti v Severo-Kavkazskom federalnom okruge // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 11–4. pp. 836–839.

2. Volkova V.N., Jakovleva E.A., Kozlovskaja Je.A., Loginova A.V., Rodionov D.G., Rudskaja I.A. Primenenie teorii sistem i sistemnogo analiza dlja razvitija teorii innovacij: monografija. SPb.: Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2013. 352 p.

3. Gacalova L.B., Parsieva L.K. Innovacionnye podhody regulirovanija regionalnoj politiki zanjatosti v uslovijah jekonomicheskoj nestabilnosti // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 5.

4. Gacalova L.B., Parsieva L.K. Sovremennye mehanizmy regulirovanija regionalnoj demograficheskoj politiki v uslovijah jekonomicheskoj nestabilnosti // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 5.

5. Kozlovskaja Je.A., Jakovleva E.A., Buchaev Ja.G., Gadzhiev M.M., Demidenko D.S., Jekonomika i upravlenie innovacijami. 3-e izdanie (uchebnik: grif UMO 080200 Menedzhment (profil «Innovacionnyj menedzhment»)). M.: Jekonomika, 2012. 357 s.: il. (Vysshee obrazovanie).

6. Cucieva O.T. Regionalnaja jekonomicheskaja politika: sushhnost, modeli i mehanizmy realizacii // Vestnik Kalmyckogo universiteta. 2009. no. 7. pp. 56–61.

Рецензенты:

Тиникашвили Т.Ш., д.э.н., профессор кафедры финансов и кредита, ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», г. Владикавказ;

Дзагоева М.Р., д.э.н., профессор кафедры налогоа и налогообложения, ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», г. Владикавказ.

УДК 631.16.658.6

КЛАССИФИКАЦИЯ МОНОГОРОДОВ ПО ИХ ЖИЗНЕННОМУ ЦИКЛУ

[1]Дулесов А.Н., [2]Бехтерев Д.В.

[1]Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Абакан, e-mail: khti@khakassia.ru;

[2]Центр профессиональной подготовки МВД по Республике Хакасия, Абакан, e-mail: giosh@mail.ru

Современные проблемы развития моногородов рассматриваются на правительственном уровне, так как моногорода занимают значительную часть территории страны. Каждый регион сталкивается с неэффективным функционированием административных территорий монопрофильного типа. Чтобы определить границы возможного социально-экономического развития требуется найти новый подход к определению моногорода. Несмотря на многообразие определений, не все они отражают специфику монотерритории. В основном все определения термина «моногород» имеют отраслевую привязку с позиции градообразующего принципа. Появляется необходимость расширить понятие моногорода за счёт увязки его социально-экономических процессов с жизненным циклом города. Для полноты исследования жизненный цикл моногорода следует рассматривать с позиции трёх подходов: цикличности монопрофильного производства, этапов соответствия определённому циклу и с позиции самообеспечения моногорода на соответствующем этапе его жизненного цикла.

Ключевые слова: моногорода, градообразующий признак, жизненный цикл моногорода, классификации моногородов по жизненному циклу

CLASSIFICATION ON MONOCITIES THEIR LIFE CYCLE

[1]Dulesov A.N., [2]Bekhterev D.V.

[1]Khakassia Technical Institute – a branch FSAEI VPO Siberian Federal University, Abakan, e-mail: khti@khakassia.ru;

[2]Training Centre Ministry of Interior in the Republic of Khakassia, Abakan, e-mail: giosh@mail.ru

Modern problems of single-industry towns are considered at the government level, as company towns occupy a large part of the country. Each region is faced with the inefficient functioning of the administrative territories of single-industry type. To determine the limits of the possible economic and social development requires a new approach to the definition of company towns. Despite the great diversity of definitions, not all of them reflect the specific monoterritorii. Basically, all the definitions of the term «one-industry town» are binding industry from the perspective of city-forming principle. There is a need to expand the concept of company towns at the expense of linking its socio-economic processes in the life cycle of the city. To complete the life cycle of the company towns of research should be considered from the perspective of the three approaches: monoprofile cyclical production stage corresponds to a certain cycle and from a position of self-company towns at the appropriate stage of its life cycle.

Keywords: company towns, city-forming feature, lifecycle company towns, the classification of the life cycle of single-industry towns

В современных условиях определение административно-профильных территорий сформировалось в понятие «моногорода». На сегодняшний день существует многообразие терминов, характеризующих города с градообразующими предприятиями и монопрофильной экономикой, но нет единого общепризнанного определения.

Многие учёные давали соответствующие определения, посвящённые характеристикам «моногорода» [1, 2, 3]. У каждого определения можно выделить соответствующий «группировочный признак», по данному признаку можно объединить существующие определения моногородов (табл. 1).

Таким образом, многообразие терминов можно считать разными подходами к определению «моногорода». Почти все учёные сходятся во мнении относительно единого принципа отношения административной территории к моногороду по единственному градообразующему предприятию. Такие же определения, по существу, дают и зарубежные авторы (табл. 2).

Как видно из определений западных теоретиков, моногород всегда имеет отраслевую привязку. Если этот вопрос рассматривать с позиции градообразующего принципа, тогда верно предположение, что любой моногород возникает в связи с развитием какой-либо отрасли.

Тем не менее нельзя считать данное определение полным, потому что в каждом случае отмечается, как правило, один признак, а моногород – это сложная система, и, следовательно, подход к определению моногорода должен быть комплексным. Например, по мнению А.Г. Гринберга, моногорода – это города, на территории которых функционирует только одно градообразующее предприятие. Однонаправленность

данного определения имеет весьма узкое содержание, поэтому не полностью раскрывает особенности функционирования моногорода. По утверждению ряда учёных моногород представляет собой одностороннее промышленное развитие. Это так называемый «моноотраслевой» подход. Его содержание также не затрагивает вопрос территориального разделения труда и исторически сложившейся структуры экономики. Таким образом, почти все исследователи при формировании определения «моногород» во главу угла ставят зависимость населённого пункта от функционирования градообразующего предприятия. При этом возникает потребность в конкретизации определений в части уточнения не только по отраслевому признаку, а в увязке с жизненным циклом города. Все моногорода как сложные системы социально-экономических процессов развиваются по соответствующим жизненным циклам, и у каждого моногорода самым существенным признаком его становится уровень жизни населения.

Таблица 1

Определения термина «моногород»

Учёные и научные сообщества	Группировочный признак	Определение
Гранберг А.Г.	Одно градообразующее предприятие	Города, на территории которых функционирует одно градообразующее предприятие
Тругель И.Д.	Уровень дифференциации отраслевой структуры	Город с низким уровнем дифференциации отраслевой структуры производства и занятости
Лаппо Г.П.	Одна функция города	Город, функционирующий на основной одной какой-либо функции
Анимица Е.Г., Бочко В.С., Пешина Э.В.	Город-завод	Моноцентричный город по отношению к преобладающей сфере занятости трудоспособного населения
«Экспертный институт»	Теория рисков внешней экономической среды	Моногород-поселение, организации или жители которого не способны собственными силами компенсировать риски внешней экономической среды, исключающие возможность устойчивого развития этого населённого пункта
Гурьева М.А.	Взаимосвязь между монопрофильным предприятием и уровнем жизни населения	Поселение (город, посёлок, где существует настолько тесная связь между функционированием крупного (градообразующего) предприятия и социально-экономическими аспектами жизни самого поселения, что рыночные перспективы предприятия существенно влияют на судьбу этого поселения
Липсиц	Градообразующее предприятие	Муниципальное образование на базе градообразующего предприятия
Маслова А.Н.	Специализация	Город с узкоспециализированной экономической базой
Терещенко О.В.	Монопромышленность	Небольшой город, для которого характерно одностороннее промышленное развитие
Кузнецова Г.Е.	Доминирование одной отрасли	Доминирование какой-либо отрасли промышленности в специализации экономической базы города
Нещадин А.А.	Сеть технически связанных предприятий вокруг крупного центра	Город, экономическую базу которого составляют одно крупное производство и несколько технологически связанных с ним предприятий
«Союз российских городов»	Жизнь и благополучие людей	К моногородам относятся поселения, где жизнь и благополучие людей находится в тесной взаимосвязи от деятельности одного предприятия либо группы предприятий, связанных единой производственной цепочкой или обслуживающих один и тот же рынок, на которых занято более четверти экономически активного населения
Аналитическое агентство RWAY	Градообразующее предприятие и социальные процессы	Монопрофильный город, город в котором градообразующее предприятие определяет практически все экономические и, что особенно важно, социальные процессы, происходящие в нём

Таблица 2

Варианты определения термина «моногород» зарубежными авторами

Авторы	Группировочный признак	Определение
Д. Питбладо, Б. Леви	Отраслевой	Город одной отрасли
К. Эхсани, К. Тони, Л. Карлсон	Принадлежность компании	Город, который находится в собственности компании
Д. Лидбитер, Д. Магилл, Р. Финер, Е. Нел, М.А. Аллистер	База – добывающая отрасль	Моногород, специализирующийся на добывающей отрасли
Ч. Флойд	Транспортный признак	Сообщество, расположенное на железной дороге

В нормативных документах (Постановление Правительства РФ от 29 июня 2014 г. № 70919) муниципальное образование признаётся моногородом в одном из следующих случаев:

– муниципальное образование имеет численность населения свыше 3 тыс. человек;

– численность работников одной из организаций достигла в период 5 лет 20 процентов среднесписочной численности работников всех организаций, осуществляющих свою деятельность на территории муниципального образования;

– осуществление одной из организаций деятельности по добыче полезных ископаемых, производству и (или) переработке промышленной продукции.

Особое внимание в Постановлении Правительства РФ уделяется выделению категорий монопрофильных муниципальных образований в зависимости от рисков ухудшения их социально-экономического положения (табл. 3).

Как видно, критерии оценки статуса моногородов увязаны только с прогнозными рисками, при этом отсутствует критерий, оценивающий текущее состояние экономики монопрофильных территорий и её основные параметры. На наш взгляд, такой критерий должен быть увязан, прежде всего, с жизненным циклом моногорода. В этом случае можно с высокой степенью вероятности прогнозировать сценарий развития моногорода в зависимости от периода его жизненного цикла. Такой подход позволит непосредственно оценить возможности для развития монопрофильной территории с учётом её потенциала.

Таблица 3

Категории монопрофильных муниципальных образований

Категории монопрофильных муниципальных образований	Признаки
Категория 1 (наличие не менее чем 2-х признаков)	– градообразующее предприятие прекратило свою деятельность; – планируется высвобождение работников не менее 10%; – неблагоприятная рыночная конъюнктура отрасли; – уровень регистрируемой безработицы в 2 и более раза превышает средний уровень безработицы по РФ; – население оценивает социально-экономическую ситуацию как неблагополучную
Категория 2	– имеется информация о планируемом высвобождении работников более 3% среднесписочной численности работников; – уровень безработицы превышает средний уровень безработицы по РФ
Категория 3 (стабильный социально-экономический статус (все признаки действуют одновременно))	– градообразующее предприятие осуществляет свою производственную деятельность; – отсутствие информации о планируемом высвобождении работников в количестве, превышающем 3%; – уровень регистрируемой безработицы не превышает уровень безработицы по РФ; – население оценивает социально-экономическую ситуацию как благополучную

В своих трудах И.Д. Турель изучал траектории жизненного цикла специализации монопоселения [4], но он не увязывал все факторы, влияющие на траекторию жизненного цикла монопрофильных городов. Для полноты исследования жизненный цикл моногородов необходимо рассматривать с позиции трёх подходов: с позиции цикличности монопрофильного производства и с позиции цикла моногорода как населённого пункта в структуре региона, а также с позиции самообеспечения на соответствующем этапе жизненного цикла. Согласно классическому определению жизненный цикл любой системы – это время существования этой системы. Концепция жизненного цикла описывает хронологию развития системы от момента зарождения до завершения жизнедеятельности. По методологии И. Адизеса, в основе жизненного цикла организации находится фундаментальный закон стадий жизненного цикла и моделей поведения организационных систем как живых организмов [5]. На каждой стадии развития организации система сталкивается с определённым набором вызовов и осложнений. Успех, развитие любой организационной системы, в том числе и моногородов как представителей социально-экономической системы, определяется способностью прогнозировать модель перехода от одной стадии к другой и грамотным планированием управляющих воздействий в виде стратегии развития монопрофильной территории.

Поэтому необходимо рассматривать существующую классификацию моногородов с позиции подхода «жизненных циклов» (рисунок).

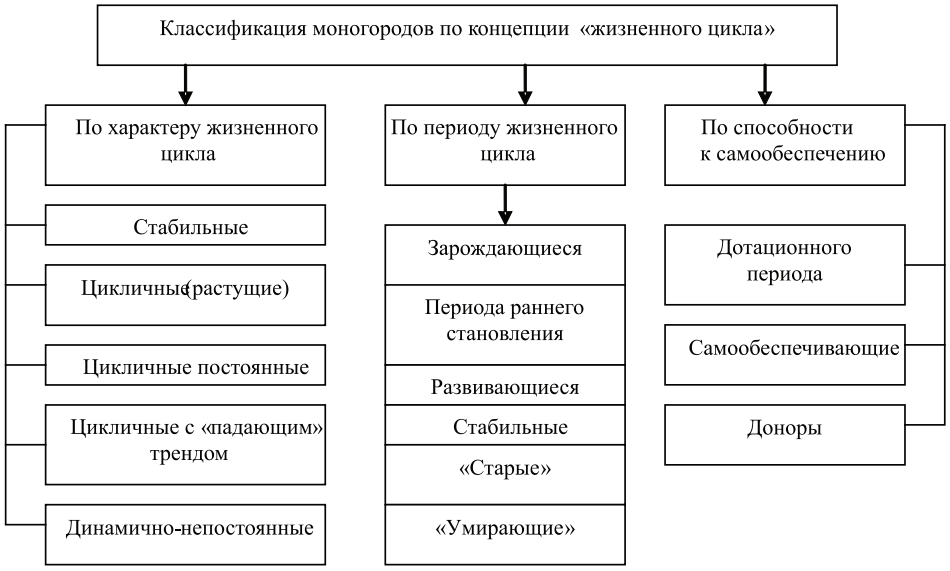
Наиболее интересна классификация моногородов с позиции их жизненного цикла.

Во-первых, классификация монопоселений в зависимости от формы траектории жизненного цикла их функциональной специализации имеет чрезвычайно важное значение для оценки перспектив инновационного развития соответствующей территории. Дело в том, что такая траектория изначально выступает своеобразным сигналом об уровне инновационности градообразующего предприятия на определенный момент времени и о его возможностях по производству инновационной продукции. Кроме того, исследование таких траекторий позволяет оценить, насколько восприимчиво градообразующее предприятие к новейшим научно-технологическим достижениям на разных этапах своего развития.

Во-вторых, классификация моногородов по периоду жизненного цикла позволит сочетать выявленные возможности моногорода с перспективой развития.

В-третьих, классификация моногородов по способности к саморегулированию с учётом этапа жизненного цикла даёт возможность прогнозировать модель развития моногорода в динамике.

Таким образом, несмотря на множество типов моногородов, можно с позиции их классификации по концепции «жизненного цикла моногорода» выделить группы городов с одинаковой моделью развития, следовательно, процесс прогнозирования и планирования социально-экономического развития моно-территории станет не только наиболее



Классификация моногородов по концепции их жизненного цикла

достоверным, но и позволит разработать такие программы развития, которые будут осуществимы и выполнимы в реальных условиях.

Список литературы

1. Большаков С.Н. Кластеры и государственное управление структурными преобразованиями в народном хозяйстве // Регион. проблемы преобразования экономики. – 2010. – № 4. – С. 65–71

2. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 495 с.

3. Гуреева М.А. Экономические проблемы моногородов в условиях мирового финансового кризиса // Вестник Российского Нового университета. – 2011. – С. 37–45.

4. Монопрофильные города и градообразующие предприятия: база данных о градообразующих предприятиях и моногородах России / под ред. к.э.н. И.В. Липсица. – М.: Издательский дом Хроникер, 2000. – С. 254–262.

5. Тургель И.Д. Монофункциональные города России: от выживания к устойчивому развитию. – М.: УрАГС, 2010. – 519 с.

References

1. Bolshakov S.N. Klastery i gosudarstvennoe upravlenie strukturnymi preobrazovanijami v narodnom khozjajstve // Region. problemy preobrazovanija ehkonomiki. 2010. no. 4. pp. 65–71.

2. Granberg A.G. Osnovy regionalnoj ehkonomiki / Uchebnik dlja VUZov. M.: GU VShEh, 2001. 495 p.

3. Gureeva M.A. Ehkonomicheskie problemy monogorodov v uslovijakh mirovogo finansovogo krizisa // Vestnik Rossijskogo Novogo universiteta, 2011. pp. 37–45.

4. Monoprofilnye goroda i gradoobrazujushhie predprijatija: baza dannykh o gradoobrazujushhikh predprijatijakh i monogorodakh Rossii. Pod redakciej k.eh.n. Lipsica I.V. M.: Izdatelskij dom Khroniker, 2000. pp. 254–262.

5. Turgel I.D. Monofunkcionalnye goroda Rossii: ot vyzhivanija k ustojchivomu razvitiju M.: UrAGS, 2010. 519 p.

Рецензенты:

Антамошкин А.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой математического моделирования и информатики института менеджмента и информатики, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск;

Якимова Л.А., д.э.н., профессор, зав. кафедрой предпринимательства и бизнеса института менеджмента и информатики, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск.

УДК 65.012.12

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

[1]Журова Л.И., [2]Топорков А.М.

[1]ОАНО ВО «Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт)», Тольятти, e-mail: zhurova.li@mail.ru;

[2]ЗАО «Авиастар-СП», Ульяновск, e-mail: d640a@aviastar-sp.ru

В настоящее время промышленные предприятия функционируют в условиях высокой динамичности факторов внешней среды, нестабильности экономической конъюнктуры, ужесточения конкуренции, повышения требований потребителей к производимой продукции. Обеспечение успеха на целевых рынках и долгосрочной конкурентоспособности предприятия предопределяет необходимость формирования стратегии его устойчивого развития. Принятие эффективных управленческих решений в области обеспечения устойчивого экономического развития базируется на результатах оценки уровня экономической устойчивости предприятия в процессе его развития и требует формирования эффективной системы мониторинга уровня экономической устойчивости предприятия. В научной литературе предлагаются различные принципы мониторинга, критерии и методы оценки, что обусловливает необходимость дополнительных исследований по данному направлению. В работе представлен анализ существующих подходов к оценке устойчивости предприятия в процессе его развития, на основе результатов проведенного исследования обоснованы этапы мониторинга и модель оценки уровня экономической устойчивости предприятия.

Ключевые слова: устойчивость, экономическая устойчивость, устойчивое развитие, устойчивое экономическое развитие, мониторинг экономической устойчивости

MONITORING THE LEVEL OF ECONOMIC STABILITY OF THE ENTERPRISE

[1]Zhurova L.I., [2]Toporkov A.M.

[1]Volga University named after V.N. Tatischev, Togliatti, e-mail: zhurova.li@mail.ru;

[2]CJSC «Aviastar-SP», Ulyanovsk, e-mail: d640a@aviastar-sp.ru

At present, industrial enterprises operate in a highly dynamic factors external environment, unstable economic conjuncture, increased competition, increased requirements consumers to products. Ensuring success in the target markets and long-term competitiveness of the company determines the need to create a strategy for its sustainable development. The adoption of effective administrative decisions in the field of sustainable economic development is based on an evaluation of the level of economic sustainability of the enterprise in the course of its development and requires the formation of an effective system of monitoring the level of economic stability of the enterprise. In the scientific literature offers a variety of monitoring principles, criteria and methods of evaluation, which necessitates more research in this area. The paper presents an analysis of the existing approaches to the assessment of the sustainability of the enterprise in the course of its development, based on the results of the study grounded stages of monitoring and evaluation model the level of economic stability of the enterprise.

Keywords: stability, economic stability, sustainable development, sustainable economic development, monitoring of economic stability

В условиях высокой нестабильности и динамичности факторов внешней среды, усиления конкуренции на целевых рынках особую значимость приобретает способность предприятий быстро адаптироваться к этим условиям. Одними из наиболее эффективных механизмов управления предприятиями, позволяющих адекватно реагировать на быстро изменяющиеся рыночные условия, снижать риски финансово-хозяйственной деятельности предприятий, обеспечить их сбалансированное развитие и долгосрочную конкурентоспособность, являются механизмы, базирующиеся на использовании концепции устойчивого развития.

Проблематике управления устойчивым развитием предприятий посвящены труды таких ученых, как Л.А. Базарова, А.И. Балашов, Л.В. Бармашова, Л.С. Белоусова, И.П. Богомолова, Г.Н. Лихошерстова, В.А. Козлов, Т.В. Колосова, А.Г. Коряков, А.А. Пешкова, Т.В. Терентьева, Г.Р. Яруллина и др. Процессы управления устойчивым развитием достаточно сложные и требуют детального исследования. В рамках нашей работы рассмотрим задачу, позволяющую определить методологию управления устойчивым развитием предприятия – мониторинг уровня экономической устойчивости предприятия в процессе развития предприятия.

Вопросы мониторинга и оценки уровня устойчивости (в том числе экономической) предприятий рассматривали в своих работах В.Б. Артеменко, А.М. Батьковский, Е.В. Горшенина, О.В. Карпова, Т.В. Колосова, И.А. Костромская, Э.Р. Мисхожев, О.В. Пелымская, М.В. Пименова, О.В. Сараджева, Н.В. Собченко,

Т.В. Терентьева, Ю.В. Трифонов, Н.А. Хомяченкова, П.С. Шалабаев, Г.Р. Яруллина и др. Обзор существующих подходов показывает, что авторы по-разному подходят к содержанию оценки устойчивости предприятий, предлагают различные принципы мониторинга, критерии и методы оценки.

При этом необходимо отметить, что многие авторы не делают различий между оценкой устойчивости (в том числе экономической) и устойчивого (в том числе экономического) развития предприятия. Между тем устойчивость включает в себя два аспекта: состояние (статика) и процесс (динамика). Во втором случае она определяет интервал параметров, в пределах которых сохраняется структура (т.е. статическая устойчивость) и выход за пределы которых угрожает системе переходом в неустойчивое состояние [5]. В работе [4] нами уточнены понятия экономической устойчивости и устойчивого экономического развития предприятия.

Под мониторингом устойчивого развития в научной литературе понимается целенаправленный процесс оптимального выбора методов непрерывного контроля, позволяющих предприятию эффективно функционировать и устойчиво развиваться длительный период времени [3]. Проведем аналитический обзор подходов к формированию методов мониторинга и оценки устойчивости предприятия в процессе его развития.

Так, Е.В. Горшенина и Н.А. Хомяченкова [3] выделяют пять этапов мониторинга устойчивого развития предприятия:

1) формирование основ управления устойчивым развитием предприятия, предусматривающее постановку целей, формулировку функций, принципов и методов управления устойчивым развитием;

2) качественный и количественный анализ факторов внешней и внутренней устойчивости на основе системы показателей текущего состояния и развития предприятия;

3) оценка и анализ уровня устойчивого развития предприятия, определение класса устойчивости, предполагающие формирование системы показателей устойчивого развития, нормировку показателей, расчет интегрального показателя устойчивого развития;

4) разработка управленческих решений, корректировка целей, функций, принципов и методов управления устойчивым развитием по результатам оценки и анализа уровня устойчивого развития;

5) оформление отчетности.

А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, С.В. Гордейко, А.П. Мерзлякова [2] выделяют следующие этапы мониторинга экономической устойчивости предприятий:

1) идентификация хозяйствующего субъекта – объекта мониторинга;

2) формирование системы индикаторов и показателей оценки экономической устойчивости предприятия с учетом специфики его функционирования;

3) сбор и подготовка информации, характеризующей состояние предприятия;

4) проведение анализа показателей экономической устойчивости предприятия;

5) разработка предложений и реализация мер по предупреждению и нейтрализации угроз экономической устойчивости предприятия.

В.Б. Артеменко и О.В. Карпова [1] выделяют четыре укрупненных этапа оценки устойчивости функционирования предприятия:

1) «подготовка» – предполагает постановку цели оценки и определение критериев оценки устойчивости функционирования предприятия, формирование системы количественных и качественных показателей, определяющих устойчивость функционирования предприятия по функциональным составляющим (выделяются рыночная, производственная, финансовая, инвестиционно-инновационная устойчивость), определение их нормативного уровня;

2) «исследование» – включает сбор данных о состоянии внутренней и внешней среды предприятия, определение показателей, характеризующих функциональные составляющие устойчивости функционирования предприятия, сопоставление их качественных и количественных характеристик с нормативными, определение уровня устойчивости функционирования предприятия по функциональным составляющим;

3) «оценка» – заключается в непосредственной оценке устойчивости функционирования предприятия с определением взвешенного показателя по функциональным составляющим и критериям оценки;

4) «результаты» – предполагает формирование итогового заключения об уровне устойчивости функционирования предприятия и разработку мероприятий, направленных на повышение данного уровня.

Т.В. Терентьева [9] предлагает методику оценки устойчивости развития предприятий, включающую три этапа:

1) бухгалтерский этап – предполагает определение «масштабности» деятельности предприятия с использованием показателей объема реализации, стоимости активов, объема капитала и объема прибыли;

2) экспертный этап – предусматривает выбор и обоснование системы показателей

оценки устойчивости развития предприятия, расчет интегральной оценки устойчивости его развития, отнесение предприятия к определенному классу устойчивости развития;

3) аналитический этап – предполагает выявление тенденций и закономерностей развития предприятия.

Ю.В. Трифонов и П.С. Шалабаев [10] предлагают методику оценки устойчивого экономического развития предприятий, основанную на сопоставлении показателей-индикаторов развития предприятия со средними показателями деятельности предприятий в анализируемой отрасли. Процесс оценки реализуется в несколько этапов:

1) выбор показателей – индикаторов устойчивого экономического развития, характеризующих финансовую, рыночную, организационную, технологическую, производственную, инвестиционную, инновационную компоненты устойчивости;

2) расчет темпов роста показателей;

3) нормирование темпов роста по динамике их изменения с учетом минимального и максимального значений темпов роста по каждому из показателей;

4) расчет частных показателей оценки устойчивого экономического развития (интегрального коэффициента по каждому показателю, среднего значения интегральных показателей, среднеквадратического отклонения показателей-индикаторов, значений нижнего и верхнего порогов оценки устойчивого развития);

5) построение лепестковой диаграммы и формулировка выводов по результатам её анализа. На данном этапе происходит сравнение интегрального значения показателя-индикатора предприятия, нижнего и верхнего значений показателя-индикатора.

О.В. Сараджевой [7] выделены следующие этапы оценки уровня экономической устойчивости предприятия:

1) определение составляющих экономической устойчивости;

2) выбор частных показателей оценки уровня экономической устойчивости;

3) выбор базы сравнения;

4) определение направленности и деление частных показателей на группы повышающих и понижающих экономическую устойчивость;

5) расчет значений обобщающих показателей по выбранным группам;

6) расчет значения индикатора уровня экономической устойчивости;

7) определение степени экономической устойчивости;

8) определение динамики уровня экономической устойчивости и характера развития предприятия;

9) факторный анализ экономической устойчивости и определение перспектив развития предприятия.

Н.В. Собченко [8] выделяет следующие этапы оценки уровня экономической устойчивости предприятий:

1) определение цели оценки устойчивого экономического развития;

2) сбор информации о предприятии;

3) формирование системы единичных показателей для оценки экономической устойчивости;

4) стандартизация единичных показателей экономической устойчивости;

5) расчет интегрального показателя экономической устойчивости;

6) интерпретация интегрального показателя экономической устойчивости;

7) разработка соответствующих управленческих решений по результатам оценки устойчивости предприятия.

Как показывают результаты анализа, авторы с различной степенью детализации подходят к процессам мониторинга и оценки устойчивости предприятия. В качестве основных этапов данных процессов выделяют этапы сбора и аналитической обработки информации для оценки уровня устойчивости [1, 2, 3, 8], определения уровня устойчивости предприятия [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10], разработки управленческих решений по результатам оценки уровня устойчивости предприятия [1, 2, 3, 8]. В работах [7, 9] методика оценки устойчивости развития предприятий заканчивается этапом выявления тенденций и закономерностей развития предприятий, в работе [10] – формулировкой выводов по результатам оценки. Кроме того, в работах [1, 3, 8] предусматривается этап постановки целей управления (или оценки) устойчивым развитием предприятия.

С нашей точки зрения, методика оценки уровня экономической устойчивости развития предприятия должна основываться на учете динамики развития предприятия по его базовым направлениям деятельности и обеспечении сбалансированности показателей по компонентам экономической устойчивости (в качестве которых мы выделяем производственную, инновационную, финансовую, организационно-управленческую и маркетинговую устойчивость). В этом случае кроме статических показателей необходимо оценивать и динамические.

На основе анализа подходов к мониторингу и оценке устойчивости предприятия представим следующие обобщенные этапы мониторинга экономической устойчивости предприятия в процессе его развития, сформулированные в виде модели (рисунок).

Модель мониторинга экономической устойчивости предприятия в процессе развития.
*Примечание. *ЭУ – экономическая устойчивость*

Цели мониторинга экономической устойчивости предприятия определяются целями устойчивого экономического развития предприятия.

Обоснование и выбор контролируемых параметров, используемых в процессе оценки экономической устойчивости, должны осуществляться в соответствии с принципами мониторинга экономической устойчивости предприятия (выделяют принципы системности, комплексности, непрерывности, формирования эталонных (нормативных) моделей, адаптивности, учета иерархичности среды, гармонизации внутренней и внешней среды, учета целевой направленности функционирования предприятия, стратегической устойчивости [6]).

Обоснование выбора методики и критериев оценки экономической устойчивости предприятия предполагает определение системы показателей, характеризующих структурные элементы экономической устойчивости, обоснование методов их расчета, метода расчета нормативного интегрального показателя экономической устойчивости предприятия, определение критериев оценки экономической устойчивости.

Сбор и аналитическая обработка информации о внешних и внутренних факторах, влияющих на экономическую устойчивость предприятия, проводятся на основе сформированной системы показателей, характеризующих экономическую устойчивость предприятия в процессе его развития.

Этап оценки экономической устойчивости предприятия заключается в расчете фактических показателей, характеризующих структурные элементы экономической устойчивости, фактического интегрального показателя экономической устойчивости, дополненного темпоральными показателями, сравнение фактических показателей с нормативными значениями (эталонной динамикой), выявлении отклонений фактических и нормативных показателей, анализе причин, их обусловивших, формулировке выводов и рекомендаций по повышению уровня экономической устойчивости предприятия.

Разработка управленческих решений по нормализации деятельности предприятия в соответствии с целями его развития предполагает при необходимости корректировку целей и показателей устойчивого развития, методов и инструментов их достижения в связи с изменением внешней среды и внутренних условий осуществления финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Объективная оценка уровня экономической устойчивости предприятия в итоге позволит выявить факторы, негативно влияющие на уровень устойчивости, и служит основой для определения целей, задач, методов обеспечения устойчивого развития.

Список литературы

1. Артеменко В.Б., Карпова О.В. Оценка устойчивости функционирования организации в условиях освоения инноваций // ИнВестРегион. – 2011. – № 3. – С. 49–54.

2. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Гордейко С.В., Мерзлякова А.П. Оценка экономической устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – № 6. – С. 120–126.

3. Горшенина Е.В., Хомяченкова Н.А. Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия // Российское предпринимательство. – 2011. – № 1. – Вып. 2 (176). – С. 63–67.

4. Журова Л.И., Топорков А.М. Анализ подходов к устойчивому развитию интегрированных корпоративных систем // Вестник Волжского университета им. В.Н.Татищева. Серия «Экономика». – 2015. – № 1 (33) – С. 17–24.

5. Кадышев Е.Н., Семенов В.Л. Модель системной организации процесса обеспечения качества регионального производства. Монография. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2007.

6. Мисхожев Э.Р. Концептуальные основы диагностики экономической устойчивости промышленного предприятия // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – № 3. – С. 156–161.

7. Сараджева О.В. Устойчивое развитие экономики хозяйствующих субъектов России // Проблемы современной экономики. – 2010. – № 3 (35). – С. 142–143.

8. Собченко Н.В. Комплексная методика оценки экономической устойчивости предприятия на основе инновационной активности // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 67 (03). – С. 23–32.

9. Терентьева Т.В. Обеспечение устойчивости развития рыбохозяйственных предпринимательских структур в период кризиса. – СПб.: Санкт-Петербургский Политехнический университет, 2011.

10. Трифонов Ю.В., Шалабаев П.С. Методика оценки устойчивого экономического развития промышленных предприятий // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 1–2. – С. 449–454.

References

1. Artemenko V.B., Karpova O.V. Otsenka ustojchivosti funktsionirovaniya organizatsii v usloviyakh osvoeniya innovatsij // InVestRegion. 2011. no. 3. pp. 49–54.

2. Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A., Gordejko S.V., Merzlyakova A.P. Otsenka ehkonomicheskoj ustojchivosti predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa // Audit i finansovyj analiz. 2011. no. 6. pp. 120–126.

3. Gorshenina E.V., Khomyachenkova N.A. Monitoring ustojchivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya // Rossijskoe predprinimatel'stvo. 2011. no. 1. vol. 2 (176). pp. 63–67.

4. Zhurova L.I., Toporkov A.M. Analiz podkhodov k ustojchivomu razvitiyu integrirovannykh korporativnykh sistem // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N.Tatishheva. Seriya «Ehkonomika». 2015. no. 1 (33). pp. 17–24.

5. Kadyshev E.N., Semenov V.L. Model' sistemnoj organizatsii protsessa obespecheniya kachestva regional'nogo proizvodstva. Monografiya. Cheboksary: Izd-vo Chuvash. un-ta, 2007.

6. Miskhozhev EH.R. Kontseptual'nye osnovy diagnostiki ehkonomicheskoj ustojchivosti promyshlennogo predpriyatiya // Audit i finansovyj analiz. 2011. no. 3. pp. 156–161.

7. Saradzheva O.V. Ustojchivoe razvitie ehkonomiki khozyajstvuyushhikh sub»ektov Rossii // Problemy sovremennoj ehkonomiki. 2010. no. 3 (35). pp. 142–143.

8. Sobchenko N.V. Kompleksnaya metodika otsenki ehkonomicheskoj ustojchivosti predpriyatiya na osnove innovatsionnoj aktivnosti // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2011. no. 67 (03). pp. 23–32.

9. Terent'eva T.V. Obespechenie ustojchivosti razvitiya rybokhozyajstvennykh predprinimatel'skikh struktur v period krizisa. SPb.: Sankt-Peterburgskij Politekhnicheskij universitet, 2011.

10. Trifonov Yu.V., Shalabaev P.S. Metodika otsenki ustojchivogo ehkonomicheskogo razvitiya promyshlennykh predpriyatij // Ehkonomika i predprinimatel'stvo. 2014. no. 1–2. pp. 449–454.

Рецензенты:

Афоничкин А.И., д.э.н., профессор, зав. кафедрой маркетинга и информационных технологий в экономике, ОАНО ВО «Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт)», г. Тольятти;

Искосков М.О., д.э.н., профессор кафедры менеджмента, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти.

УДК 658.14/17:005.52

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ТОРГОВОЙ ФИРМЫ

Иванова Е.А.

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», Орёл, e-mail: altunina.elena@rambler.ru

Эффективность финансово-хозяйственной деятельности торговой организации зависит от формирования действенной политики управления финансовыми и материальными ресурсами. Необходимо проведение текущего контроля за изменением показателей деятельности и устойчивостью развития компании. В системе контрольных мер основная роль отводится анализу финансового состояния с целью снижения риска неплатежей, оптимизации товарных закупок и предупреждения фактов ликвидации фирмы. В силу специфики деятельности торговой организации необходим поиск ключевых показателей, отражающих эффективность деятельности сферы торговли и характеризующих состояние товарных запасов, величину товарооборота, валового дохода и прибыли от продажи товаров. В статье рассмотрены отдельные направления анализа финансового состояния торговой организации на базе аналитических показателей, характерных для отрасли торговли.

Ключевые слова: анализ, валовой доход, товарные запасы, товарооборот, финансовое состояние

DEVELOPPING A SYSTEM OF INDICATORS FOR TRADING COMPANY FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS

Ivanova E.A.

Orel State Institute of Economy and Trade, Orel, e-mail: altunina.elena@rambler.ru

The effectiveness of financial and economic activity of the trade organization depends on the effective financial and material resources management policy development. It is necessary to conduct ongoing dynamics monitoring of the company's performance and stability. The analysis of financial performance plays a major role in the controlling system in order to reduce the risk of non-payment, optimize goods procurement system and prevent company's liquidation. Due to the nature of trading activity, it is necessary to search for the key indicators reflecting the efficiency of the trade sphere and characterizing the state of inventories, the value of turnover, gross profit and income from the sale of goods. The article examines some areas of trade company financial performance analysis based on key performance indicators specific to the sector of trade.

Keywords: analysis, gross income, inventory, turnover, financial performance

Эффективность деятельности торговой фирмы обусловлена формированием и реализацией системы управления корпоративными финансами. Действенным инструментом управления является анализ финансового состояния компании, в основе которого лежит система финансовых показателей. Построение системы показателей, характеризующих финансовое положение организации, вызывает необходимость предварительной классификации показателей, при осуществлении которой следует учитывать специфику торговой деятельности фирмы, особенности раскрытия показателей в бухгалтерской отчетности и их интерпретацию с позиций характеристики деятельности и влияния на изменение финансового положения.

В настоящее время не существует единого механизма отбора и классификации показателей оценки финансового состояния применительно к деятельности торговой организации, что является естественным в силу ряда причин: отраслевая особенность, проводимая финансовая политика, профессионализм финансовых менеджеров и другие.

В числе приоритетных критериев влияния на финансовое положение торговой фирмы, на наш взгляд, следует рассматривать:

– стоимость имущества;
– величину оборотных средств;
– стоимость товарных запасов;
– размер краткосрочных кредитов и займов под финансирование оборотных активов;
– выручку от продажи (товарооборот);
– доходность торговой деятельности;
– рентабельность торговой деятельности.

Следовательно, устойчивость финансового состояния торговой фирмы будут характеризовать абсолютные и относительные показатели финансового анализа, рассчитанные на базе отраслевых критериев, специфичных для сферы торговли.

Методика финансового анализа деятельности торговой организации включает систему аналитических показателей, интегрирующих все направления ее деятельности:

– финансовая устойчивость;
– ликвидность и платежеспособность;

– деловая активность;

– доходность и рентабельность.

Финансовая устойчивость является важнейшей характеристикой финансово-экономической деятельности торговой фирмы. Чем выше устойчивость торговой компании, тем более она независима от изменения рыночной конъюнктуры, риска неплатежей, реализации государственной политики закупок товаров.

Уровень финансовой устойчивости торговли обеспечивают товарные запасы, формирующие базовую долю оборотных активов. Пополнение и сохранение оптимального размера оборотных активов достигается в результате эффективного управления собственными и заемными источниками финансирования. С целью сравнения величины оборотных активов и источников их формирования применяется абсолютный показатель финансовой устойчивости, при расчете которого можно использовать методику трехкомпонентного индикатора, основанного на исчислении величины излишка или недостатка собственных оборотных средств в результате покрытия покупной стоимости приобретенных товаров. Расчеты производятся на основании данных бухгалтерского баланса, что обеспечивает соблюдение принципов объективности и достоверности расчетов и доступности информации для выполнения аналитических процедур.

К примеру, в результате расчета величины излишка (недостатка) собственных оборотных средств для покрытия товарных запасов получены следующие результаты, приведенные в табл. 1.

Излишек (недостаток) СОС рассчитывается как разница между собственными оборотными средствами и величиной товарных запасов и затрат.

Поскольку по результатам анализа наблюдается недостаток собственных оборотных средств, рассчитанных по всем трем применяемым на практике вариантам, финансовое положение торговой фирмы по данному признаку можно охарактеризовать как неудовлетворительное. При этом нужно обратить внимание на тот факт, что все три показателя покрытия собственными оборотными средствами товарных запасов за год ухудшили свои значения.

Определение типа финансовой устойчивости осуществляется на основе трехкомпонентного показателя, который формируется на основе расчета величины покрытия товарных запасов собственными источниками финансирования. Если в результате арифметических манипуляций получен излишек средств, то в трехкомпонентном показателе финансовой устойчивости ему присваивается значение 1, если недостаток средств – то 0. Различают четыре типа финансовой устойчивости, которые приведены в табл. 2.

На основании полученных итогов в анализируемой торговой организации установлено критическое финансовое положение.

Таблица 1

Анализ финансовой устойчивости по величине излишка (недостатка) собственных оборотных средств торговой фирмы

Показатель собственных оборотных средств (СОС)	Значение показателя, тыс. руб.			Излишек (недостаток) тыс. руб.		
	на 31.12.2012	на 31.12.2013	на 31.12.2014	на 31.12.2012	на 31.12.2013	на 31.12.2014
СОС1 (рассчитан без учета долгосрочных и краткосрочных обязательств)	363	2 090	2 188	–3872	–5 131	–6 020
СОС2 (рассчитан с учетом долгосрочных обязательств)	363	2 090	2 188	–3872	–5 131	–6 020
СОС3 (рассчитан с учетом долгосрочных обязательств и краткосрочной задолженности по кредитам и займам)	863	2 750	2 608	–3372	–4 471	–5 600

Таблица 2

Анализ финансовой устойчивости по величине излишка (недостатка) собственных оборотных средств торговой фирмы на основе трехкомпонентного показателя типа финансовой устойчивости

Тип финансовой устойчивости	СОС1	СОС2	СОС3
Абсолютная финансовая устойчивость	1	1	1
Нормальная финансовая устойчивость	0	1	1
Неустойчивое финансовое положение	0	0	1
Критическое финансовое положение	0	0	0

Анализ финансовой устойчивости дополняется исчислением и сравнением финансовых коэффициентов на основании данных бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах за анализируемый период. Применительно к сфере торговли целесообразно рассчитывать:

– коэффициент общей платежеспособности характеризует степень покрытия всех обязательств торговой организации за счет всех активов, основную долю которых составляют именно товарные запасы;

– коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными источниками финансирования показывает достаточность у торговой организации собственных средств для финансирования текущей деятельности. Собственным источником финансирования торговой деятельности является размер торговой наценки, величина которой зависит от покупательной способности населения и спроса на данный товар;

– коэффициент автономии характеризует соотношение общей суммы собственного капитала и всех активов торговой организации, то есть чем выше величина валового дохода организации, зависящего от размера торговой наценки, тем выше будет степень финансовой независимости торговой фирмы от внешних источников финансирования.

Так как величина и размер товарных запасов, их оборачиваемость являются основными факторами успешности и устойчивости развития компании, проводится анализ ликвидности и платежеспособности. Различают долгосрочную и текущую платежеспособность. Долгосрочная платежеспособность – способность предприятия рассчитываться по своим обязательствам в долгосрочной перспективе, способность рассчитываться по краткосрочным обязательствам – текущая платежеспособность.

Для определения степени ликвидности следует сопоставить итоги соответствующих групп активов и пассивов, которые располагаются следующим образом: активы по степени ликвидности, пассивы по срочности оплаты.

Бухгалтерский баланс считается абсолютно ликвидным, если имеют место соотношения

$$A_1 \geq П_1, \quad A_2 \geq П_2, \quad A_3 \geq П_3, \quad A_4 \leq П_4.$$

Сопоставление наиболее ликвидных (A_1) и быстрореализуемых активов (A_2) с наиболее срочными обязательствами ($П_1$) и краткосрочными пассивами ($П_2$) позволяет оценить текущую ликвидность. Сравнение медленно реализуемых активов с долгосрочными пассивами отражает перспективную ликвидность. Выполнение четвертого неравенства свидетельствует о соблюдении минимального условия финансовой устойчивости – наличии у фирмы собственных оборотных средств. Результаты анализа ликвидности представлены в табл. 3.

Таблица 3

Анализ ликвидности бухгалтерского баланса торговой фирмы

Актив	На 31.12.2013 г.		На 31.12.2014 г.		Пассив	На 31.12.2013 г.		На 31.12.2014 г.		Платёжный излишек (+) или недостаток (–)	
	Сумма, тыс. руб.	уд. вес, в % к итогу	Сумма, тыс. руб.	уд. вес в % к итогу		Сумма, тыс. руб.	уд. вес, в % к итогу	Сумма, тыс. руб.	уд. вес, в % к итогу	На конец предыдущего года (гр. 2 – гр.7)	На конец отчетного года (гр. 4 – гр. 9)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А1	197	2,12	331	3,19	П1	5369	57,76	6559	63,17	–5172	–6228
А2	638	6,86	599	5,77	П2	660	7,10	420	4,05	–22	179
А3	7284	78,36	8237	79,33	П3	0	0,00	0	0,00	7284	8237
А4	1176	12,65	1216	11,71	П4	3266	35,14	3404	32,78	–2090	–2188
Итого	9295	100	10383	100	х	9295	100	10383	100	0	0

На протяжении двух лет наблюдается платежный недостаток ликвидных активов для покрытия обязательств, причем финансовую угрозу для обеспечения платежеспособности торговой организации представляет величина медленно реализуемых активов, сформированная за счет остатка нереализованных товарных запасов, явно недостаточных для погашения обязательств в перспективе. Для торговых компаний, на наш взгляд, стоимость запасов, отражаемых по строке «Запасы» бухгалтерского баланса, должна ассоциироваться с показателем товарных запасов, формирующих основную долю ликвидных оборотных активов организации.

В числе влияющих факторов на получение валового дохода и прибыли для торговых фирм рассматривают товарооборот и связанный с ним анализ деловой активности. Анализ деловой активности торговой организации позволяет выявить, насколько эффективно используются финансовые и материальные средства экономического субъекта. Среди абсолютных показателей деловой активности следует выделить товарооборот (или сумму выручки от продажи товаров), валовую прибыль, чистую прибыль, величину активов (имущества). Целесообразно учитывать сравнительную динамику этих показателей.

Учитывая специфику торговой деятельности, оптимальное соотношение между темпами изменения финансовых показателей целесообразно представить следующим образом:

$$Тп > Твд > Тв > Так > 100\%,$$

где Тп – темп изменения чистой прибыли; Твд – темп изменения валового дохода; Тв – темп изменения товарооборота (или выручки от продажи товаров); Так – темп изменения активов (имущества).

В торговой фирме сложились следующие темпы изменения финансовых показателей, определяющие ее финансовую устойчивость и платежеспособность (табл. 4).

По итогам отчетного года сложилось следующее соотношение темпов изменения финансовых результатов и активов: 254,5 > 107,5 < 108,4 < 111,7. Несмотря на то, что темпы роста показателей примерно равны, все же наблюдается некоторое отставание уровня доходов от стоимости имущества фирмы, что свидетельствует о недостаточной организации эффективной политики оборачиваемости товаров и установлении размера торговой наценки для обоснования рыночной цены товара для покупателя. Это также может быть связано с оптимизацией ценовой политики федеральных и местных органов управления на отдельные группы товаров, на продаже которых специализируется торговая точка.

С целью оптимизации финансово-хозяйственной деятельности и максимизации прибыли в торговых организациях может применяться смешанная форма налогообложения, наряду с исчислением ЕНВД производится исчисление налога на прибыль организаций от остальной деятельности. Анализ суммы задолженности по налогам и сборам и величины начисленных и уплаченных налогов осуществляется на основании данных оборотно-сальдовых ведомостей (табл. 5).

Таблица 4

Анализ соотношений между темпами изменения финансовых показателей

Показатель	Значение показателя, тыс. руб.			Отклонение +, –		Темпы изменения, %	
	на 31.12.2012	на 31.12.2013	на 31.12.2014	2013–2012	2014–2013	2013/2012	2014/2013
Чистая прибыль (убыток) отчетного периода	347	123	313	–224	190	35,4	254,5
Валовый доход	12355	15226	16374	2871	1148	123,2	107,5
Товарооборот	53660	73147	79301	19487	6154	136,3	108,4
Стоимость активов	6713	9295	10383	2582	1088	138,5	111,7

Таблица 5

Анализ сумм начисленных налогов в торговой организации

Вид налога	2013		2014		Отклонение, +/–	Темп изменения, %
	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %		
Налог на доходы физических лиц	1069	39,59	1267	40,69	198	118,5
Налог на добавленную стоимость	1020	37,77	1137	36,51	117	111,5
Акцизы	1	0,04	0	0	–1	0
Налог на прибыль	75	2,78	8	0,26	–67	10,7
Налог на имущество	6	0,22	5	0,16	–1	83,3
Прочие налоги и сборы	0	0,00	10	0,32	10	–
Единый налог на вмененный доход	529	19,59	687	22,06	158	130,0
Итого	2700	100,00	3114	100	414	115,3

Для пользователей отчетности формирование отчета о финансовых результатах торговой организации может быть основано на разделении финансовых показателей (выручка, себестоимость, валовая прибыль, коммерческие расходы, прибыль от продаж) с учетом сложившихся сумм по деятельности, находящейся на общей системе налогообложения и по отдельным видам деятельности, подпадающим под единый налог на вмененный доход. Такая методика раскрытия статей отчетности позволяет расширить аналитические возможности отчетности и интерпретацию показателей рентабельности и доходности торговой сферы.

Таким образом, методика анализа финансового состояния торговой фирмы может быть расширена за счет включения в систему показателей индикаторов, отражающих специфику торговой деятельности.

Список литературы

1. Беспалов М.В. Анализ инвестиционной привлекательности розничной торговли по данным бухгалтерской (финансовой) отчетности // Все для бухгалтера. – 2013. – № 6. – С. 21–26.

2. Бухарова Д.Х. Совершенствование анализа и прогнозирования финансового состояния торговой организации // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2009. – № 4. – С. 117–127.

3. Парушина Н.В. Концепция формирования бухгалтерской отчетности, ее анализа и аудита: монография – Орел: Картуш, 2006. – 651 с.

4. Парушина Н.В. Налоговый анализ и его роль в управлении финансово-хозяйственной деятельностью организации // Налоговая политика и практика. – 2009. – № 12. – С. 29–35.

5. Парушина Н.В. Основные направления анализа и прогнозирования финансового состояния по данным бухгалтерской (финансовой) отчетности организаций // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 2. – С. 55–63.

6. Чернов В.А. Экономический анализ: торговля, общественное питание, туристский бизнес: учеб. пособие / В.А. Чернов; под ред. М.И. Баканова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 639 с.

References

1. Bespalov M.V. Analiz investicionnoj privlekatelnosti roznichnoj torgovli po dannym buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti // Vse dlja buhgaltera. 2013. no. 6. pp. 21–26.

2. Buharova D.H. Sovershenstvovanie analiza i prognozirovanija finansovogo sostojanija torgovoj organizacii // Vestnik UrFU. Serija: Jekonomika i upravlenie. 2009. no. 4 pp. 117–127.

3. Parushina N.V. Koncepcija formirovanija buhgalterskoj otchetnosti, ee analiza i audita: monografija Orel: Kartush, 2006. 651 p.

4. Parushina N.V. Nalogovyj analiz i ego rol v upravlenii finansovo-hozjajstvennoj dejatelnostju organizacii // Nalogovaja politika i praktika. 2009. no. 12. pp. 29–35.

5. Parushina N.V. Osnovnye napravlenija analiza i prognozirovanija finansovogo sostojanija po dannym buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti organizacij // Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet. 2012. no. 2. pp. 55–63.

6. Chernov V.A. Jekonomicheskij analiz: torgovlja, obshhestvennoe pitanie, turistskij biznes: ucheb. posobie / V.A. Chernov; pod red. M.I. Bakanova. M.: JuNITI-DANA, 2012. 639 p.

Рецензенты:

Паршутина И.Г., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Товароведение, экспертиза товаров и туризм», ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», г. Орёл;

Парушина Н.В., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», г. Орёл.

УДК 338

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЗАКУПОК МАЛОГО ОБЪЕМА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ СТОЛИЧНОГО МЕГАПОЛИСА

Каневская Л.В., Гладилина И.П.

Московский городской университет управления Правительства Москвы, Москва, e-mail: grafinja13@yandex.ru, e-mail: gladilina.i@yandex.ru

Управление качеством закупок в современных условиях требует от управленцев, осуществляющих закупочную деятельность, кроме специальных знаний предмета управления качества закупок и высоких профессиональных компетенций, определенной методологической подготовки с целью использования разных методов управленческой деятельности. Необходимо обладать знаниями по менеджменту, праву, информатизации, экономике, маркетингу, которые можно использовать для совершенствования управления закупками малого объема. В ходе исследования системы управления закупками ГОУ ДЮЦ «Виктория» г. Москвы установлено, что совершенствование управления качеством закупок малого объема для обеспечения нужд детско-юношеского центра «Виктория» необходимо взаимодействие науки и процесса закупочной деятельности по следующим направлениям: управление качеством закупок должно отвечать критериям инновационной деятельности; микроэкономические подходы должны стать отличительной чертой всех методов управления качеством закупок и др.

Ключевые слова: качество закупок, закупки малого объёма, образовательные учреждения, управление

MAIN AREAS OF IMPROVEMENT OF QUALITY MANAGEMENT PURCHASING SMALL VOLUME EDUCATION CAPITAL METROPOLIS

Kanevskaya L.V., Gladilina I.P.

Moscow Metropolitan Governance University, Moscow, e-mail: grafinja13@yandex.ru, gladilina.i@yandex.ru

Quality management of procurement in modern conditions demands from managers engaged in procurement activities, except for special knowledge of the subject of procurement and quality control of high professional competence, a certain methodological training for the use of different methods of management. You must have knowledge of management, law, information technology, economics, marketing, which can be used to improve the management of small-volume purchases. In the study, procurement management system GOU CYC «Victoria» in Moscow found that the improvement of the quality management of small volume purchases to meet the needs of children and youth center «Victoria» necessary interaction between science and the process of procurement activities in the following areas: quality management of procurement must meet criteria innovation; microeconomic approach should become the hallmark of quality management techniques and other purchases.

Keywords: quality of procurement, procurement of small volume, educational institutions, management

Целью совершенствования процесса управления качеством закупок малого объема для обеспечения нужд образовательных учреждений г. Москвы является научно обоснованная совокупность действий, направленных на оценку результативности использования всех факторов на всех этапах осуществления закупки малого объема для того, чтобы выявленные недочёты ликвидировать путём совершенствования эффективности управления качеством закупок. Управление качеством закупок в современных условиях требует от управленцев, осуществляющих закупочную деятельность, кроме специальных знаний предмета управления качества закупок и высоких профессиональных компетенций, определенной методологической подготовки с целью использования разных методов управленческой деятельности. Необходимо обладать знаниями по менеджменту, праву, информатизации, экономике, маркетингу, которые можно использовать для совершенствования управления закупками малого объема. При этом следует отметить, что такой вывод можно сделать именно как следствие научного обоснования используемых методов: они не специализированы к закупкам малого объема по каким-то конкретным характеристикам и используются при управлении качеством любой закупки (И.П. Гладилина, В.В. Колесник). Творческий подход к управлению качеством закупок имеет общую цель: спроектировать и реализовать изменения, которые бы способствовали эффективности осуществления закупок, их качественному результату, экономии бюджетных средств.

Совершенствование управления качеством закупок, направленных на практическое внедрение в деятельность конкретного образовательного учреждения (в нашем

случае ГОУ ДЮЦ «Виктория» г. Москвы), кардинально влияет на традиционный порядок осуществления закупки. Не всегда это влияние происходит без определенного недопонимания членами коллектива необходимости в изменениях. Для сокращения разрыва между эффектами, предусмотренными совершенствованием управления качеством закупок малого объёма, и фактически достигнутыми эффектами необходимо мотивировать специалистов, осуществляющих закупки, на достижение высоких результатов закупок малого объёма.

В ходе исследования системы управления закупками ГОУ ДЮЦ «Виктория» г. Москвы установлено, что совершенствование управления качеством закупок малого объема для обеспечения нужд детско-юношеского центра «Виктория» необходимо взаимодействие науки и процесса закупочной деятельности по следующим направлениям:

- управление качеством закупок должно отвечать критериям инновационной деятельности;
- микроэкономические подходы должны стать отличительной чертой всех методов управления качеством закупок;
- за основу совершенствования управления качеством закупок малого объема необходимо взять системный подход;
- совершенствование управления качеством закупок малого объема будет эффективным при условии целенаправленного развития профессиональных компетенций управленцев и специалистов, осуществляющих закупки;
- создание методологии управления качеством закупок малого объема для обеспечения нужд образовательного учреждения;
- прогнозирование управленческих решений в процессе управления качеством закупок малого объема.

Остановимся на отдельных направлениях совершенствования управления качеством закупок малого объёма для обеспечения нужд образовательного учреждения как интеграции науки и практики закупок более подробно. Управление качеством закупок малого объема для обеспечения нужд образовательного учреждения должно отвечать критериям инновационной деятельности. Инновационная деятельность основывается на основательных знаниях, опыте, мышлении, являющихся обязательными факторами изменений, которые можно охарактеризовать как новые в сфере закупок. Ряд ученых (И.П. Гладилин, Г.В. Дёгтев, М.М. Чернышов и другие) отмечают, что обязательной характеристикой методов инновационной деятельности в сфере закупок является критерий создания нового как в отношении отдельных этапов закупочного цикла, так и в отношении контрактной системы в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд в целом. Закупочной деятельности свойственны разные управленческие ситуации, требующие инновационных подходов к их решению. В ходе исследования проблемы совершенствования управления качеством закупок малого объема для обеспечения нужд образовательного учреждения столичного мегаполиса были выделены две типичные управленческие ситуации: принципиально новая управленческая ситуация, когда методы и средства для ее решения неизвестны (что было свойственно сфере закупок последние полтора года в связи с вступлением в силу с 1 января 2014 г. Федерального закона № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»); специфическая управленческая ситуация, когда решение конкретной проблемы требует интеграции имеющегося опыта и новых подходов.

Инновационные подходы, способствующие решению задач управления качеством закупок малого объёма для обеспечения нужд образовательного учреждения, необходимы при решении острых проблем эффективности качества закупок.

В ходе опроса специалистов, осуществляющих закупки в сфере образования г. Москвы, на вопрос «Какие направления подготовки специалистов в сфере закупок позволяют сформировать у них потребность в инновационной деятельности?» были получены следующие ответы:

– обучить основам решения вопросов проблемного характера – 94 % опрошенных;

– обучить алгоритмам самостоятельной работы с постоянно меняющимся большим массивом информации – 91 % опрошенных;

– обучить основам процесса научного исследования разных процедур решения управленческих проблем – 87 % респондентов.

После опроса в ходе интервью было уточнено, что для подготовки управленцев и специалистов, осуществляющих закупки, к инновационной деятельности, необходимо создать методологическое обеспечение закупочной деятельности, позволяющее каждому контролировать степени соответствия достигнутых результатов и задач, которые были поставлены.

Микроэкономические подходы к совершенствованию управления качества закупок малого объема должны стать отличительной чертой всех методов управления качеством закупок в целом. Микроэкономический подход предусматривает реализацию принципа, в соответствии с которым все элементы

процесса закупок являются важными. Небольшие, на первый взгляд, ошибки приводят к достаточно серьезным просчетам в расходовании бюджетных средств при осуществлении закупок малого объема для обеспечения нужд образовательного учреждения.

В ходе исследования было выявлено, что микроэкономический подход в совершенствовании управления закупками малого объема для обеспечения нужд образовательного учреждения может быть реализован методами экономического анализа, позволяющими найти решение экономической составляющей той или иной управленческой ситуации. Сложные закупочные процессы необходимо детально рассмотреть, проанализировать, для того чтобы определить неэффективные факторы. Особое значение в данном процессе отводится методам управления качеством.

Совершенствование управления качеством закупок малого объёма будет эффективным при условии целенаправленного развития профессиональных компетенций управленцев и специалистов, осуществляющих закупки, и слаженной профессиональной деятельности всего коллектива образовательного учреждения. Совершенствование управления качеством закупок малого объёма не является обособленным процессом и не входит в компетенции исключительно управленцев и специалистов, осуществляющих закупки. Характерной особенностью определения экономических издержек, мобилизации ресурсов является управляемая активность: вовлечение всех членов коллектива в процессе управления качеством закупок на разных этапах закупочного цикла (обоснование закупки до контроля её результатов). Что касается профессионализма заказчиков, то, являясь одним из основных принципов контрактной системы – принцип профессионализма заказчика на сегодняшний день не нашел своего активного внедрения. Отсутствие образовательного стандарта, профессионального стандарта специалиста в сфере закупок не позволяет говорить о единых общегосударственных требованиях к кадрам, осуществляющим закупочную деятельность. Между тем учёные обосновали предложение о том, что формирование профессиональных компетенций является сложнейшим процессом становления качественно новой личности. Данный процесс рассматривается как интеграция разных видов деятельности конкретного человека, как человека и собственно его профессиональную деятельность в динамике, в приросте новых качеств. Исключительно вербальные методы расширения профессиональных компетенций специалистов без интеграции с прямым выполнением функциональных обязанностей по осуществлению закупок не обеспечивает твёрдых убеждений в необходимости постоянного (а в сегодняшних условиях – ежедневного) пополнения теоретических знаний, анализа опыта коллеги общения с представителями профессионального сообщества. Безусловно, процесс формирования профессиональных компетенций у вчерашних выпускников вузов и опытных взрослых специалистов имеет существенные отличия, но система профессионализма заказчика это совокупность новых профессиональных требований – фундамента сознательного отношения каждого специалиста в сфере закупок к выполнению своих профессиональных обязанностей качественно.

Список литературы

1. Дёгтев Г.В. Международный опыт государственных закупок // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.

2. Землин А.И. Актуальные организационно-правовые вопросы противодействия коррупции при осуществлении закупок для государственных нужд // Государственные и корпоративные закупки как форма государственно-частного партнерства: сборник научных статей. – М.: МГУУ Правительства Москвы, ЦОиНК, 2014. – С. 21–31.

3. Сергеева С.А. Прогнозирование в управлении закупками для обеспечения государственных и муниципальных нужд // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 (часть 3). – С. 565–568.

4. Сергеева С.А. Контракты жизненного цикла в сфере закупок товаров, работ, услуг // Самоуправление. – 2014. – № 3. – С. 20–22.

5. Чернышов М.М. 44-ФЗ: как правильно понимать и применять сроки по процедурам закупок товаров, работ, услуг // Самоуправление. – 2014. – № 3. – С. 14–19.

References

1. Djogtev G.V. Mezhdunarodnyj opyt gosudarstvennyh zakupok // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 6.

2. Zemlin A.I. Aktualnye organizacionno pravovye voprosy protivodejstvija korrupcii pri osushhestvlenii zakupok dlja gosudarstvennyh nuzhd // Gosudarstvennye i korporativnye zakupki kak forma gosudarstvenno chastnogo partnerstva: sbornik nauchnyh statej. M.: MGUU Pravitelstva Moskvy, COiNK, 2014. pp. 21–31.

3. Sergeeva S.A. Prognozirovanie v upravlenii zakupkami dlja obespechenija gosudarstvennyh i municipalnyh nuzhd // Fundamentalnye issledovanija, 2014. no. 5 (chast 3). pp. 565–568.

4. Sergeeva S.A. Kontrakty zhiznennogo cikla v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug // Samoupravlenie, 2014. no. 3. pp. 20–22.

5. Chernyshov M.M. 44-FZ: kak pravilno ponimat i primenjat sroki po proceduram zakupok tovarov, rabot, uslug // Samoupravlenie, 2014. no. 3. pp. 14–19.

Рецензенты:

Глущенко В.М., д.э.н., д.в.н., профессор, Московский городской университет управления Правительства Москвы, г. Москва;

Землин А.И., д.ю.н., профессор кафедры управления государственными и муниципальными заказами, Московский городской университет управления Правительства Москвы, г. Москва.

УДК 331.101.3

УПРАВЛЕНИЕ МОТИВАЦИЕЙ ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА: СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Кирилюк О.М., Легчилина Е.Ю.

ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, e-mail: olgaomgau@yandex.ru, legcelena@yandex.ru

В статье рассмотрены проблемы управления мотивацией персонала ОАО РЖД в условиях внедрения системы бережливого производства. Авторами обоснована необходимость использования синергетического подхода для повышения мотивации персонала работников железнодорожного транспорта в условиях организационных изменений. В статье представлены результаты исследования проводимых организационных изменений в отрасли, проведен анализ причин, выступающих основными препятствиями в процессе организационных изменений на предприятиях железнодорожного транспорта, таких как недооценка роли системы мотивации персонала в реализации организационных изменений и инновационном развитии предприятий и отрасли, неразвитость данной системы. Обоснована необходимость совершенствования системы управления мотивацией персонала. В качестве методологической основы управления мотивацией в этих условиях предложено использовать принципы и требования синергетики и теории систем. По мнению авторов статьи, разработанный методический подход выступает дополнительным инструментом при принятии решений о совершенствовании системы мотивации, позволяет лучше обосновать стратегию развития компании.

Ключевые слова: мотивация персонала, управление мотивацией персонала, организационные изменения, синергетика, синергетический подход

MANAGE STAFF MOTIVATION IN TERMS OF ORGANIZATIONAL CHANGES AT THE ENTERPRISES OF A RAILWAY TRANSPORTATION: A SYNERGISTIC APPROACH

Kirilyuk O.M., Legchilina E.Y.

Omsk State University of Railway Transport, Omsk, e-mail: olgaomgau@yandex.ru, legcelena@yandex.ru

The article considers the problems of management of motivation of the personnel of JSC «RZD» in the conditions of introduction of the Lean production system. The authors substantiate the necessity of using a synergistic approach to improve the motivation of workers of railway transport in the conditions of organizational change. The article presents the results of research conducted by organizational changes in the industry, the analysis of reasons for acting the main obstacles in the process of organizational changes in the railway transport enterprises, such as the underestimation of the system of personnel motivation in the implementation of organizational changes and innovative development of enterprises and industries, the underdevelopment of this system. The necessity of perfection of a control system of staff motivation.As a methodological basis of management motivation in these conditions is proposed to use the principles and requirements of synergetics and systems theory. According to the authors, the approach serves as an additional tool in making decisions about the improvement of the motivation system, allows you to better justify the development strategy of the company.

Keywords: motivation of staff, management of staff motivation, organizational change, synergetic, synergetic approach

Результат любых организационных изменений зависит от деятельности персонала, от того, насколько персонал заинтересован и мотивирован на достижение успеха. Так, в Стратегии развития холдинга РЖД до 2030 года [1] отмечаются угрозы срыва реализации наиболее сложных организационных проектов, в том числе по причине текучести высококвалифицированного персонала.

Несмотря на большое число научных публикаций в области организационного развития и изменений среди зарубежных (Р. Бекхарда, Н. Маргулиса, А. Райа, В. Френча, С. Белла, У. Берка, Д. Порраса, П. Робертсона, Дж. Ваклавски, А. Черча, А. Майнорса, М. Минахана) и российских авторов (Б.З. Мильнера, Г.В. Широковой, Е.М. Панина, А.И. Пригожина), по управлению трудовыми ресурсами на предприятиях железнодорожного транспорта (Б.М. Лапидуса, Д.А. Мачерета, А.П. Абрамова, В.А. Антропова, И.В. Белова, В.И. Галахова, Н.Н. Громова, В.А. Дмитриева, Н.А. Журавлевой, В.А. Козырева, Б.А. Левина, В.Л. Нестерова, Н.П. Терешиной, Л.В. Шкуриной), а также в области исследований мотивации персонала (Дж. Бентхама, Э. Лоулера, Р. Оуэна, М. Портера, Б.М. Генкина, В.И. Герчикова, П.В. Журавлева, Н.М. Кузьминой, Н.Ф. Наумова, Ю.Г. Одегова, И.П. Поварича, Я.Л. Эйдельмана,

В.А. Ядова), ряд теоретических и прикладных вопросов, связанных с управлением мотивацией персоналом предприятий железнодорожного транспорта в условиях организационных изменений, нуждаются в дальнейшем исследовании.

Целью настоящей статьи является исследование мотивации персонала при проведении организационных изменений, а также определение направлений совершенствования системы мотивации персонала на предприятиях железнодорожного транспорта.

Теоретические аспекты мотивации персонала

С точки зрения процессного подхода мотивацию работника можно рассмотреть как процесс взаимосвязанных потребностей и действий, поскольку она возникает единовременно, а разворачивается во времени. Так как в условиях организационных изменений действие работника определяется более сильными мотивами (например, страхом быть уволенным), то это приводит к прерыванию или изменению самого процесса мотивации. Всякое деление процесса мотивации на шаги искусственно и служит для обеспечения понимания поведения, возможности анализа и управления. Данная концепция плохо работает в условиях организационных изменений.

Авторы атрибутивного подхода к мотивации обращают внимание на то, как работники осмысливают события, происходящие с ними, как они объясняют различные явления, которые они наблюдают и переживают в течение рабочего дня. При этом работники с высокой самооценкой воспринимают мотивацию на достижения как успех, связанный с их способностями и усилиями, а неудачу объясняют недостаточным приложением усилий. Работники с низкой самооценкой считают, что причина их успеха – удача, а причиной неудачи является недостаток способностей. Данный подход в основном отражает частные аспекты мотивации персонала и сложно реализуется в условиях организационных изменений.

Представители классических направлений теорий мотивации рассматривают различные варианты пирамид потребностей (Э. Гостик, Ч. Элтон, А. Маслоу), которые достаточно логично объясняют взаимодействие и взаимозаменяемость потребностей работника, а также те их эквиваленты, которые создает организация в соответствии со своими установками, возможностями и результатами труда человека.

Концепция партисипативного управления рассматривает заинтересованность работника в различной внутриорганизационной деятельности, утверждая, что «работник тем самым, получая от этого удовлетворение, работает с большей отдачей, лучше, более качественно и производительно», то есть, предоставляя работнику доступ к принятию решений по вопросам, связанным с его функционированием в организации, мотивирует его к лучшему выполнению своей работы. Данная концепция, на наш взгляд, является весьма спорной, так как данная теория не учитывает внутриличностные мотивы работника.

С точки зрения системного подхода объясняются действия организационных стимулов и последовательных усилий менеджеров всех звеньев управления по мотивации персонала в четком соответствии с организационной стратегией предприятия. При организационных изменениях происходит трансформация части или всей системы управления, соответственно существующая система мотивации, эффективно действующая в обычных условиях, перестает работать.

В результате управление мотивацией в условиях любых организационных изменений требует особого внимания.

Исследование организационных изменений на предприятиях железнодорожного транспорта

В настоящее время на предприятиях железнодорожного транспорта продолжается процесс реформирования. Происходит создание новых структурных подразделений. Так, в июле 2009 года были созданы две дирекции на базе локомотивного хозяйства компании: Дирекция тяги и Дирекция по ремонту тягового подвижного состава в качестве филиалов ОАО РЖД, произошло разделение эксплуатационной и ремонтной сфер деятельности для обеспечения эффективности хозяйственно-экономической деятельности холдинга ОАО РЖД [7, 8].

В июле 2014 года 26 сервисных локомотивных депо ОАО РЖД перешли в управление ООО «СТМ-Сервис». По договору с РЖД компания обслуживает около 5 тыс. конструктивных единиц (8,2 тыс. секций) локомотивов различных серий [8].

Персонал локомотиворемонтных депо также переведен в «СТМ-Сервис». Для всех работников, переходящих в «СТМ-Сервис», были сохранены ранее установленные в РЖД социальные гарантии. Общая численность работников ООО «СТМ-Сервис» составляет более 12 тыс. человек [7].

Созданы самостоятельные коммерческие предприятия, выполняющие одну из важных функций – ремонт и обслуживание

локомотивов различных серий. Интересная особенность заключается в том, что для новых предприятий на рынке существует только один потребитель их услуг – это подразделения ОАО РЖД. Кроме того, система управления холдингом ОАО РЖД осталась прежней – на принципах жесткой централизации.

В 2014 – 1 полугодии 2015 гг. по всей сети локомотивных депо ОАО РЖД наблюдается высокая текучесть персонала среди машинистов и помощников машинистов. Согласно данным исследований, проведенных по Западно-Сибирской, Восточно-Сибирской и Красноярской железным дорогам в рамках 6 дипломных проектов, текучесть персонала связана с новой системой оплаты труда, особенно в части стимулирующих надбавок.

С 2010 года в ОАО РЖД началась работа по снижению эксплуатационных затрат путем внедрения принципов бережливого производства на опытных полигонах железных дорог с последующим тиражированием опыта на всю сеть. Были утверждены и приняты к действию основные документы, определяющие реализацию проекта по внедрению бережливого производства: Концепция применения технологий бережливого производства в ОАО РЖД, Программа поэтапного внедрения бережливого производства в ОАО РЖД, Регламент управления Программой поэтапного внедрения бережливого производства в ОАО РЖД, показатели эффективности внедрения бережливого производства на пилотных подразделениях.

В течение пяти лет в ОАО РЖД были достигнуты определенные результаты, но большинство подразделений до сих пор находятся в стадии внедрения системы бережливого производства. С 2015 года проводится комплексная модернизация информационных технологий холдинга, кроме того, 2015 год объявлен годом процессного управления.

Проводимые компанией преобразования были направлены на повышение эффективности деятельности холдинга и оптимизацию издержек, а также на повышение качества услуг, предоставляемых компанией. На сегодня эти задачи практически не достигаются, издержки сохраняются высокими, качество услуг остается средним и низким.

Кроме того, создание новых структурных подразделений и коммерческих предприятий, каждое из которых действует в своих интересах, привело к дополнительному согласованию договоров, условий перевозки, подачи/уборки вагонов, заполнения документов, подачи заявок, оказания услуг, не предусмотренных тарифами, и т.п. «В результате вместо упрощения и оперативного решения вопросов, связанных с перевозкой, на что была изначально направлена реформа железнодорожного транспорта, пришли к схеме длительных, многоступенчатых согласований, что не соответствует современным требованиям рынка услуг» [7].

Кроме того, с 2011 года в компании отмечается снижение численности персонала с 942,8 тыс. чел. (на 31 декабря 2011 года) до 902,7 тыс. чел. (на 1 января в 2014 года) [12, с. 122], что обусловлено, с одной стороны, проводимыми реформами в ОАО РЖД, с другой – низкой мотивацией персонала. Наблюдается отсутствие понимания у работников, зачем именно это им нужно. Таким образом, акцент смещается на внешне видимые показатели, а не на эффективные. Изменяют рабочие места, но не меняют сознание персонала, а это значит, поддержки и тем более инициативы, креативности от персонала ждать придется очень долго.

Практически не выполняет стимулирующую функцию премиальная система, поскольку фактически система премирования подменена системой штрафов. То есть на железнодорожных предприятиях действует не система премирования, а система депремирования, которая, как показывает мировой опыт, малоэффективна. При данной системе стимулирования персонал сложно заинтересовать на улучшение производственно-технологического процесса и повышение производительности труда.

Еще одним проблемным местом на предприятии в области мотивации персонала является отсутствие возможности использования сэкономленных в результате проведения оптимизационных мероприятий средств самим структурным подразделением. Данная проблема влечет несколько негативных последствий. Первое из них сопряжено с возникновением как пассивного, так и активного сопротивления рабочих при внедрении и реализации принципов и инструментов бережливого производства. Бережливое производство направлено на устранение потерь, в том числе и потерь рабочего времени, а следовательно, ведет к увеличению интенсивности труда отдельно взятого рабочего и как следствие, сокращению штатной численности персонала. Увеличение интенсивности труда требует и определенной материальной компенсации. Однако в структурном подразделении нет дополнительного фонда и дополнительных стимулирующих выплат не предусмотрено, следовательно, и мотивировать работников на не просто формальное выполнение поставленных задач в области бережливого производства, а на совершенствование (изменения) достаточно сложно.

Только административными методами без осознанного взаимодействия с рабочим персоналом можно добиться лишь краткосрочных результатов.

Исследования показали недооценку роли системы мотивации персонала на железнодорожных предприятиях при проведении организационных изменений.

Мотивация на изменение: синергетический подход

Первейшим и необходимым условием любого успешного организационного изменения является достаточно высокая мотивация работников.

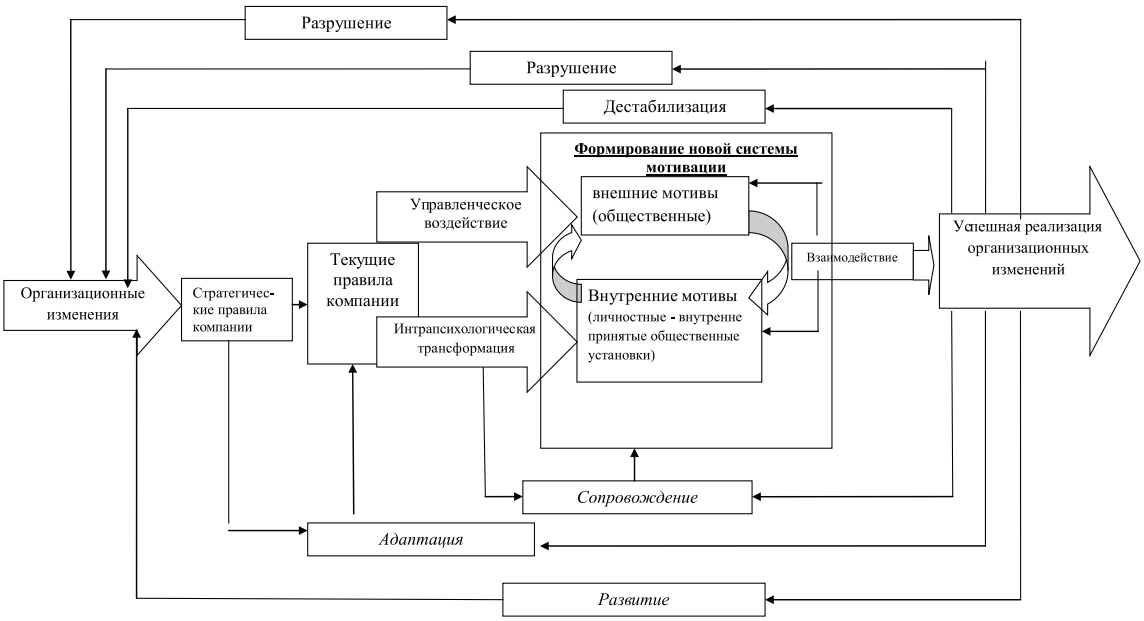
Следует понимать, что любое изменение на предприятии вынуждает работников действовать по-новому, то есть вызывает изменения на уровне личности и влечет за собой стрессовое состояние, что ведет к появлению сопротивления изменениям.

Каждый сотрудник должен осознавать свои убеждения, определять и критически оценивать свои исходные установки с тем, чтобы приступить к изменению собственного поведения и успешно достигать своих целей и целей организации.

Управление системой мотивации с точки зрения синергетической концепции определяется как взаимодействие управляющей и управляемой подсистем, представляя механизм стратегического управления инновационным развитием организации как систему, содержащую два механизма – самоорганизации и управления, – в совокупности образующие единый механизм его адаптации и инновационного развития.

«Чтобы люди изменились, они должны быть недовольны текущим состоянием и представлять желаемое состояние вещей» – утверждает Гэри Кокинз [11].

В рамках синергетической концепции рассмотрим мотивацию в двух проекциях оси: внешние мотивы (общественные) и внутренние мотивы (личностные – внутреннее принятие общественных установок) (рисунок). По мнению ряда специалистов (А.П. Усольцев, Е.В. Макурова), значения внутренних мотивов, формируемых обществом пропорционально внешним мотивам, то есть происходит так называемая интрапсихологическая трансформация. Причем интрапсихологическая трансформация может быть равна нулю, то есть общественные установки не переходят во внутренний план субъекта (работника) или еще не перешли (например, молодой специалист). При организационных изменениях, то есть смене общественных парадигм, данный сотрудник легко принимает новые установки руководства, а работник, внутренне разделяющий старые общественные парадигмы, так быстро не меняется (т.е. не принимает изменения). Как показывает опыт предприятий железнодорожного транспорта, возможна и экстремальная ситуация, когда интрапсихологическая трансформация больше единицы, то есть для данного сотрудника определенный вид работы становится «привычкой», он так привык работать…



Синергетическая модель управления мотивацией в условиях организационных изменений

Поэтому для преодоления сопротивления изменениям необходимо:

увеличить общественную мотивацию, то есть сформировать общественное мнение в коллективе о важности изменений, при этом обосновав их необходимость и целесообразность;

разработать систему поощрения, которая еще больше связывала бы работника с компанией. Примером такой системы может служить создание фонда «Socio-financial benefit». Сама идея пошла из Израиля и уже давно проникает в европейские ведущие компании. Суть в том, что компания и сотрудник договариваются о следующем: сотрудник добровольно из своей заработной платы отчисляет, например, 3 % ежемесячно в специальный свой именной фонд. Компания из своей прибыли отчисляет в этот фонд точно такую же сумму. Таким образом, каждый месяц на «счету» появляются деньги, причем если посмотреть на это, как на депозит сотрудника, то ставка по нему 100 %. Компания устанавливает правила пользования деньгами: сотрудник может поехать на отдых с семьей, пойти учиться и повысить квалификацию, потратить на свое лечение или лечение семьи, покупку/постройку недвижимости. Данные направления использования целевых средств будут полезны для сотрудника и для компании. При этом у сотрудника формируется доверие к компании и ряд необходимых компании мотивов поведения.

Увеличение общественной значимости сотрудника от его отношения к новым условиям и содержанию работы.

Так, например, в одном из подразделений Западно-Сибирской железной дороги была разработана программа по обучению персонала принципам и методам работы системы бережливого производства в малых группах и ориентирована на вовлечение персонала в развитие и реализацию мероприятий, направленных на внедрение системы Lean в Омской дистанции гражданских сооружений. Целью данной программы обучения является формирование и развитие личностной мотивации персонала к внедрению инструментов бережливого производства, формирование активной позиции лидера изменений, развитие бережливого мышления. Были определены основные критерии к кандидатам программы обучения и предложены три направления в рамках системы обучения: обучение в период командировки; обучение на форумах, конференциях; обучение в рамках реализации проекта.

Все три варианта обучения взаимодополняемы и наибольший эффект от реализации будет получен при их параллельном применении.

Если повышение общественной составляющей мотивации является внешним процессом по отношению к работнику, то принятие общественных установок процесс внутренний, поэтому слабо контролируется.

Внутреннее взаимодействие ненаблюдаемых элементов системы мотивации, является основой синергетических процессов, проявляющихся тогда, когда несколько потребностей совпадают таким образом, что их удовлетворение требует одной и той же деятельности работника, соответственно они взаимоусиливаются и могут переориентироваться на другие близкие потребности. Возникает такой «нужный» для организации мотив, как отражение некой совокупности направленных в одну сторону потребностей. В случае благоприятного внешнего воздействия такой мотив становится неким «генератором», создающим некое поле поворачивая векторы других более слабых мотивов и векторов в свою сторону, таким образом происходит процесс самоорганизации интегрального мотива, то есть появление упорядоченной структуры среди хаотичного сочетания потребностей, следовательно, появляется мотивация.

Особенностью синергетических систем является способность управлять извне, лишь изменяя действующие на систему факторы, то есть в основе данной теории лежит принцип «точечные слабые воздействия, но в нужное время и в нужном месте» [8]. Появляется возможность «управлять, не управляя», то есть малым резонансным воздействием подталкивать систему на один из благоприятных для человека и организации путей развития, обеспечить самоуправляемое развитие системы, а употребление термина «управление» необходимо осуществлять в значении «направленное развитие», «корректирующее воздействие».

Итоги

Во-первых, в результате исследований выявлено, что формирование и развитие системы мотивации персонала железнодорожных предприятий на основе синергетического подхода – это основной путь к успешной реализации организационных изменений.

Во-вторых, в сложившихся условиях на предприятиях железнодорожного транспорта вырисовывается целесообразность перехода от системы управления, основанной на принуждении, к системе, основанной на самоорганизации, то есть на принципах синергетики.

Учитывая, что в основе успеха любых организационных изменений значительная роль принадлежит персоналу, представляется невозможным реализовывать данный потенциал, основываясь на сугубо кибернетическом, «субъект-объектном» подходе, при котором процесс управления предполагает приведение объекта в заданное субъектом состояние.

Объективная интеллектуальная ограниченность субъекта управления обусловливает необходимость не принуждать персонал к новому состоянию, а создавать благоприятные условия для того, чтобы система сама достигла будущего естественного состояния наиболее эффективным способом, основанным на синергетическом «субъект-субъектном» подходе как результате кооперативного действия всех уровней управления.

В-третьих, для формирования положительной мотивации работника необходимо усилить его коммуникации в неформальной (социальной) группе с позитивными для компании целевыми установками, постепенно повышая значимость для сотрудника мнения членов группы.

В-четвертых, синергетический подход к управлению мотивацией способствует пониманию взаимосвязи между изменениями, которые нужно реализовывать и необходимыми изменениями в системе мотивации персонала любого предприятия.

Список литературы

1. Алгоритм формирования организационной структуры компании: системно-синергетический подход // infomanagement [электронный ресурс]. – Режим доступа http://infomanagement.ru/referat/44/8, свободный.

2. Дмитриева С. И. Синергетический подход к управлению инновационным развитием организации на основе корпоративной культуры [электронный ресурс]. – Режим доступа http://sibac.info/18740.

3. Иванова Т.Ю. Кибернетико-синергетический подход в теории управления / Т.Ю. Иванова, В.И. Приходько // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 5. – С. 132–137.

4. Катунина И.В. Интеллектуальный ресурс предприятий железнодорожного транспорта // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2012. – № 1. – С. 19–26.

5. Катунина И. В. Системно-синергетическая концепция организационного развития // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 5.

6. Реорганизация РЖД серьезно усложнила решение производственных вопросов – Мурманский порт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.korabel.ru/news/comments/reorganizatsiya_rzhd. html, свободный.

7. Реформационный прагматизм как основа модернизации (Резюме доклада к «Концепции и программе социально-экономического развития России до 2015 г.» группы учёных РАН) // Российский экономический журнал. – 2014. – № 3. – С. 3–35.

8. РЖД создает две новые дирекции [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.gudok.ru/news/transport/zd/?ID=847252, свободный.

9. Стратегия развития холдинга РЖД до 2030 года / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://doc.rzd.ru, свободный.

10. Усольцев А.П., Макурова Е.В. Синергетическая модель мотивации учащихся к учебной деятельность [электронный ресурс]. – Режим доступа http://journals.uspu.ru/i/inst/pedobraz/ped2009/ped_3_2009_14.pdf.

11. Kang S.K. Relational archetypes, organizational learning, and value creation: extending the human resource architecture / S.K. Kang, S.S. Morris, S.A. Snell // Academy of Management Review. – 2007. – № 32 (1). – P. 236–256.

12. Subramaniam M. The influence of intellectual capital on the types of innovation capabilities / M. Subramaniam, M.A. Youndt // Academy of Management Journal. – 2005. – № 48 (3). – P. 450–463.

13. Youndt M.A. Intellectual capital profiles: An examination of investments and returns / M.A. Youndt, M. Subramaniam, S.A. Snell // Journal of Management Studies. – 2004. – Vol. 41. – № 2. – P. 335–362.

References

1. Algoritm formirovanija organizacionnoj struktury kompanii: sistemno-sinergeticheskij podhod//infomanagement [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa http://infomanagement.ru/referat/44/8, svobodnyj.

2. Dmitrieva S.I. Sinergeticheskij podhod k upravleniju innovacionnym razvitiem organizacii na osnove korporativnoj kultury [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa http://sibac.info/18740.

3. Ivanova T.Ju. Kibernetiko-sinergeticheskij podhod v teorii upravlenija / T.Ju. Ivanova, V.I. Prihodko // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2014. no. 5. pp. 132–137.

4. Katunina I.V. Intellektualnyj resurs predprijatij zheleznodorozhnogo transporta/ I. V. Katunina // Vestnik Omskogo universiteta. Serija «Jekonomika». 2012. no. 1. pp. 19–26.

5. Katunina I.V. Sistemno-sinergeticheskaja koncepcija organizacionnogo razvitija // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2009. no. 5.

6. Reorganizacija RZhD serezno uslozhnila reshenie proizvodstvennyh voprosov Murmanskij port [Jelektronnyj resurs]/ Rezhim dostupa: http://www.korabel.ru/news/comments/reorganizatsiya_rzhd. html, svobodnyj.

7. Reformacionnyj pragmatizm kak osnova modernizacii (Rezjume doklada k «Koncepcii i programme socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossii do 2015 g.» gruppy uchjonyh RAN) // Rossijskij jekonomicheskij zhurnal. 2014. no. 3. pp. 3–35.

8. RZhD sozdaet dve novye direkcii [Jelektronnyj resurs]/ Rezhim dostupa: http://www.gudok.ru/news/transport/zd/?ID=847252, svobodnyj.

9. Strategija razvitija holdinga «RZhD» do 2030 goda / [Jelektronnyj resurs]/ Rezhim dostupa: http://doc.rzd.ru, svobodnyj.

10. Usolcev A.P., Makurova E.V. Sinergeticheskaja model motivacii uchashhihsja k uchebnoj dejatelnost [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa http://journals.uspu.ru/i/inst/pedobraz/ped2009/ped_3_2009_14.pdf.

11. Kang S.K. Relational archetypes, organizational learning, and value creation: extending the human resource architecture / S.K. Kang, S.S. Morris, S.A. Snell // Academy of Management Review. 2007. no. 32 (1). pp. 236–256.

12. Subramaniam M. The influence of intellectual capital on the types of innovation capabilities / M. Subramaniam, M.A. Youndt // Academy of Management Journal. 2005. no. 48 (3). pp. 450–463.

13. Youndt M.A. Intellectual capital profiles: An examination of investments and returns / M.A. Youndt, M. Subramaniam, S.A. Snell // Journal of Management Studies. 2004. Vol. 41. no. 2. pp. 335–362.

Рецензенты:

Катунина И.В., д.э.н., профессор, Омский государственный университет, г. Омск;

Никифоров О.А., д.и.н., профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент, маркетинг и коммерция», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск.

УДК 338.49

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ СВОБОДНОГО ПОРТА: АЗИАТСКИЙ ОПЫТ

Лазарев В.А.

ГОУ ВПО «Морской государственный университет им. Г.И. Невельского», Владивосток;
Институт экономических исследований ДВО РАН, Хабаровск, e-mail: vlad.lazarev@list.ru

С древности порто франко, или свободный порт, последовательно доказывал присущую ему способность быть центром роста региональной экономики. Опыт быстро растущих экономик Азии показывает высокий потенциал идеи свободного порта как драйвера экономического роста. Статья выделяет ключевые этапы организации и реализации свободного порта, включая зону свободной торговли, ясные и устойчивые правила и законы, удобное географическое положение, хороший потенциал для превращения в узел глобальной логистической сети, законодательную поддержку прочного финансового основания для деятельности бизнеса в форме локальной финансовой политики. Свободные порты Сингапур, Гонконг, Инчон, Пусан, Цинхай в Шанхае имеют общий путь развития от зоны свободной торговли в главную точку роста экономики региона. Опыт порта Лабуан показывает, что ограничение на свободную торговлю может разрушить свободный порт. Свободный порт генерирует риски и угрозы для местного сообщества, такие как торговля запрещенными к свободному обороту товарами, возникновение преступных сообществ, временное уменьшение налоговых поступлений, трудности с регулированием внешнеэкономической деятельности и защитой национальной экономики. Но выгоды от деятельности свободного порта превосходят кажущиеся потери.

Ключевые слова: порто франко, свободный порт, экономическое развитие, свободная торговля, риски

PORTO FRANCO HIGHLIGHTS: ASIAN EXPERIENCE

Lazarev V.A.

Maritime State University n.a. G.I. Nevelskoy, Vladivostok;
Economic Research Institute FEB RAS, Khabarovsk, e-mail: vlad.lazarev@list.ru

From ancient times porto franco or free port consistently proves inherent ability to develop regional economy. Experience of Asian Tigers demonstrates high potential of free port idea as sustainable driver of economical growth. Article focuses on key milestones of free port organization and realization including free trade, clear and stable rules and regulations, convenient geographical position, good potential for being a node of global logistical network, legislative support of suitable financial basis in form of local financial policy. The most known Asian free ports Singapore, Hong Kong, Incheon, Busan, Qianhai area of Shanghai all have very common way of development from free trade into the core point of regional growth. Experience of Labuan shows how harmful may be the restriction on free trade for free port development. Free port generates risks and menaces to the local society like illegal traffics, rise of organized crime groups, transitional decrease of tax revenues, difficulties in regulation and protection of local economy. But final benefits from free port easily exceed quasi losses.

Keywords: porto franco, free port, economic development, free trade, risks

Общие признаки свободных портов

Явление свободного порта встречается в истории развития экономических формаций с древних времен. Считается, что все формы современных свободных экономических зон представляют собой развитие идеи свободного порта древности [11]. Для обозначения свободного порта используют термины free port, porto franco, free zone, zona franco, bonded area, foreign-trade zone, что соответственно означает свободный порт (англ.), свободный порт (исп.), свободная зона (англ.), свободная зона (исп.), зона хранения на таможенном складе (англ.), зона свободной торговли (англ.). С понятием свободного порта в мировой практике неразрывно связаны следующие признаки:

– специальная таможенная зона или таможенная территория;

– упрощенные таможенные правила;

– отсутствие таможенных платежей;

– неконтролируемый трансшипмент.

Также возможны другие признаки вследствие особенностей национального законодательства или географических особенностей места расположения. Количество свободных портов не связано ни с их успешностью, ни с их влиянием на экономическое развитие государства. Успех свободного порта обеспечивается качеством задуманной и реализованной экономической политики [10]. В мире созданы и функционируют сотни свободных экономических зон, к которым относятся и свободные порты. Они организованы и действуют в наименее развитых странах, в странах с переходной экономикой, в наиболее развитых странах. В целом в Азии насчитывается 88 свободных портов, в том числе 11 на Филиппинах и 39 в ОАЭ. Многие из них характеризуются географической обособленностью и представляют собой остров или полуостров.

Успешные свободные порты Азии

Первым среди свободных портов Азии должен быть упомянут Сингапур. Свободный порт Сингапур существует с 1819 года, когда было установлено, что торговля в этом порту открыта для всех наций и свободна от пошлин. Сингапур не имеет минеральных ресурсов и не имел на момент создания свободного порта развитой промышленности, однако он стал очень удобной площадкой для обмена продукцией между Индокитаем, Тайландом, Малайским полуостровом и Индонезией, обеспечивая торговлю Индии, Китая и Европы. За первые пять лет существования, с 1819 по 1824 годы, свободный порт Сингапур экспортировал товаров на 6 миллионов долларов. В основе успеха однозначные, легко выполнимые и не меняющиеся правила по регистрации захода и отхода судов, а также по пересечению границы грузами и частными лицами. Одновременно были установлены такие же однозначные и постоянные правила и тарифы по стоянке и бункеровке судов в порту Сингапур. Успеху раннего развития порта Сингапур способствовало его выгодное географическое положение, нацеленность правительства на обеспечение наибольшей свободы торговли и отсутствие пошлин на все товары, кроме опиума, алкоголя, табака и нефти [7].

Свободный порт Гонконг – один из организаторов ВТО, продолжает оставаться в ее составе как «Гонконг, Китай», специальный административный район Китайской Народной Республики после 1 июля 1997 года. Торговая политика Гонконга предполагает отсутствие ограничений в торговле, отсутствие импортных и экспортных пошлин. Лицензирование удерживается на минимальном уровне – в рамках, требуемых для выполнения международных договоров. Ограничения установлены только для защиты здоровья, экологии и обеспечения внутренней безопасности [9].

Свободный порт Макао, специальный административный район Китая с 20 декабря 1999 года, сохраняет высокую автономию по крайней мере до 2049 года. Китай обеспечивает территориальную целостность и внешнюю политику, но Макао сохраняет собственную законодательную систему, полицию, денежную систему, таможенную и иммиграционную политики. Территориально САР Макао включает полуостров Макао и два острова, имея сухопутную границу длиной 310 метров с провинцией Гуандун. Экспорт на 75% составляет текстиль и одежда. 50% ВВП и 70% налогов обеспечивают туризм, игровой и гостиничный бизнес. Свободный порт Макао позиционируется как оффшорный финансовый центр и свободный порт с неконтролируемым обменом валюты [3].

Особая экономическая зона Цинхай (Qianhai) со статусом свободного порта в Шанхае, КНР, в настоящее время занимает 29 кв. км на побережье, с возможным увеличением площади до 100 кв. км. Цинхай входит в зону свободной торговли Гуандун (Guangdong Free-Trade Zone). Основная цель, заявленная в развитие порта Цинхай – интернационализация юаня. В планах создание китайской Уолл-стрит, которая будет размещена в Новом районе Пудон. Для работы в ОЭЗ Цинхай привлекают профессионалов финансовых рынков обещанием подоходного налога 15%, который в Шанхае доходит до 45% [4].

Свободный порт Лабуан, Малайзия, расположен на острове в 10 км к северо-западу от побережья Борнео, вблизи оффшорных нефтегазовых месторождений. Решение о режиме свободного порта было принято в 1990 году одновременно с учреждением международного оффшорного финансового центра. В 1998 году, когда контейнерный терминал был приватизирован, началось быстрое развитие свободного порта. Лабуан – беспошлинный порт с ослабленным таможенным контролем. Налогообложение действует только для торговых компаний и составляет либо 3% прибыли, либо фиксированную сумму в 20000 малазийских ринггитов. Выбор в качестве объекта налогообложения доли прибыли требует, по законодательству, ежегодного аудита деятельности для подтверждения суммы прибыли. Портовые тарифы для судов самые низкие в Малайзии. Имеются сведения о собственной монетарной политике зоны свободной торговли Лабуан. В 2012 году бартерная торговля в Лабуане была ограничена в связи с незаконной деятельностью и контрабандой. После этого динамика экономического роста была потеряна. Предполагается, что от трети до половины компаний, зарегистрированных в Лабуане, имеют корейское происхождение, что объясняет значительный поток инвестиций из Лабуана в Республику Корею [6].

Свободный порт Инчон, Республика Корея, представляет собой выделенную зону площадью около 132,9 кв. км с населением 259 тыс. человек, образованную в 2003 году. Порт действует в рамках национальных Закона о таможне, Закона о международной торговле и Закона о размещении и деятельности свободной торговой зоны. Разрешенные виды деятельности в порту Инчон: производство для экспорта, деятельность компаний с полностью иностранным капиталом, оптовая торговля импортными

и экспортными товарами, логистика и связанные с ней области, такие как перегрузка, упаковка, транспортировка, хранение, демонстрация, ремонт, сборка, ремонт и обслуживание судов, судостроение, а также строительство и аренда логистических объектов. В соответствии с планом развития порта Инчон, за 2006–2015 годы обработка контейнеров вырастет с 1,45 миллионов до 2,84 миллиона ДФЭ, будет вновь создано 22000 рабочих мест. Только в 2011 году экономическими субъектами порта Инчон была создана добавленная стоимость 3,64 триллиона корейских вон (101 миллиард рублей на конец 2011 года) [5].

Свободный порт Пусан-Джинхе (Busan-Jinhae), Республика Корея, включает объединенную зону площадью 52,9 кв. км с населением 159 тыс. человек. Свободный порт Пусан-Джинхе реализует принцип развития, основанный на географическом зонировании видов деятельности: Новый порт Пусан (логистика, распределение, иностранный бизнес), Мёнгджи (Myeongji) (иностранный бизнес, медицина, образование), Джиса (Jisa) (передовые исследования, научные центры, разработка технологий), Дудонг (Dudong) (передовые исследования, жилые районы и их обслуживание), Ундонг (Ungdong) (логистика, распределение, зона отдыха, курорт) [8].

Общие принципы создания свободного порта

Опыт успешных свободных портов Азии позволяет сформулировать общий подход к созданию свободного порта.

1. Свободный порт – зона свободной торговли.

Все свободные порты начинались с беспошлинной торговли, бартерной торговли при отсутствии валютного регулирования. Свободная торговля привлекает предпринимателей, в результате появляется источник будущих инвестиций [1]. Несвоевременные ограничения свободной торговли – например, правительство решает бороться с контрабандой или желает получить дополнительный доход от налогообложения – приводят к остановке развития и последующему развалу свободного порта, что показывает опыт порта Лабуан. Вероятно, ограничения на свободную торговлю можно устанавливать только тогда, когда генерируемая ей доля добавленной стоимости станет не очень значительной – менее 10%.

Важная составляющая свободной торговли – возможность безвизового въезда на территорию свободного порта. В целом практика свободных портов не содержит ограничений на срок пребывания иностранного гражданина на территории свободного порта, поскольку это условие может стать препятствием для свободной торговли.

2. Свободный порт – узел глобальной логистической сети.

Свободный порт должен разрешать и поощрять все виды, формы и проявления логистического бизнеса, а также инфраструктурную деятельность по его поддержке: транспорт, включая ремонт и производство транспортных средств, все виды транспортного и логистического сервиса, включая строительство логистических объектов, информационные технологии, страхование, выставочную деятельность.

3. Свободный порт должен иметь локальную финансовую политику.

Локальная финансовая политика свободного порта должна включать локальную таможенную, монетарную и бюджетно-налоговую политику, а также локальное регулирование финансового рынка [2]. Должны быть установлены: нулевые таможенные пошлины, снижение банковских резервов под операции в свободном порту, привлечение средств за счет размещения облигаций или акций свободного порта, низкая ставка рефинансирования для проектов свободного порта, льготное налогообложение компаний и физических лиц.

4. Свободный порт должен реализовать комплекс проектов обеспечения комфортной жизни на собственной территории.

Риски и угрозы свободного порта

Являясь мощным драйвером развития экономики и формирования экономического пространства специфического типа, свободный порт одновременно создает характерную группу проблем, которые при отсутствии должного внимания могут стать угрозой экономической безопасности региона.

1. Минимальный таможенный контроль делает свободный порт привлекательным узлом для трафика наркотиков, оружия и прочей незаконной деятельности, вокруг которой начинается усиленное развитие преступных группировок, в том числе подавляющих законопослушный бизнес в свободном порту.

2. Реализация принципов свободного порта на первых этапах приводит к уменьшению налоговых поступлений. Правительству приходится мириться с временным сокращением доходов в регионе свободного порта.

3. Коренной принцип свободного порта – свободная торговля при почти полном отключении механизмов защиты национального экономического пространства путем регулирования внешнеэкономической деятельности. Правительству приходится мириться с практически нерегулируемой

внешнеэкономической деятельностью в рамках свободного порта, если оно желает получить от свободного порта максимальную пользу. В мировой практике существуют две группы методов регулирования внешнеэкономической деятельности. Первая группа – экономические методы – включает таможенно-тарифное регулирование и нетарифное регулирование. Эта группа методов противоречит принципам свободного порта. Вторая группа – меры, не носящие экономического характера, – применяется для соблюдения общественной морали и правопорядка, для охраны жизни или здоровья граждан, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений, ограничивает импорт или экспорт отдельных товаров, применяется для защиты культурных ценностей или защиты интеллектуальной собственности, соблюдения международных договоров. Эти методы регулирования не противоречат принципам свободного порта и в разной степени реализуются во всех свободных портах мира.

4. Резиденты свободного порта оказываются в более выгодных экономических условиях в сравнении с конкурентами за пределами свободного порта. Локальная финансовая политика, реализуемая в свободном порту, открывает возможность арбитража для резидентов свободного порта на территориях, не входящих в свободный порт.

5. Управление свободным портом – очень точный и выверенный процесс. Существенные экономические различия регионов мира и значительная волатильность экономической среды делают невозможным использование управленческих шаблонов либо лучших практик в управлении свободным портом. От правительства страны и от администрации свободного порта требуется глубокая проработка особых законодательных актов о деятельности свободного порта и их точное соблюдение для обеспечения равенства возможностей для резидентов свободного порта.

Выводы

Свободный порт, являясь одной из древнейших локальных экономических формаций, демонстрирует мощный потенциал развития. Реализация свободного порта влечет характерный набор рисков и угроз, одновременно демонстрируя мгновенный положительный экономический эффект. Если мгновенный эффект не получен, стратегия и тактика свободного порта ошибочны. Дальнейшее развитие такого порта не принесет ожидаемой пользы, если параметры его развития не будут коренным образом изменены.

Список литературы

1. Воронов В.И., Воронов А.В. Международные товаропроводящие сети // Маркетинг. – 2013. – № 6 (133). – С. 20–28.

2. Кривелевич М.Е., Останин В.А. Монетарная экономика. – Владивосток: Российская таможенная академия, Владивостокский филиал, 2015. – 152 с. – ISBN: 978-5-9590-0632-7.

3. Новостной сервис порта Макао. URL: http://www.macauhub.com.mo (дата обращения 01.07.2015).

4. Официальный сайт администрации ОЭЗ Цинхай. – URL: http://www.szqh.com.cn (дата обращения 03.07.2015).

5. Официальный сайт администрации порта Инчон. – URL: http://www.portincheon.go.kr/ (дата обращения 08.07.2015).

6. Официальный сайт администрации порта Лабуан. – URL: http://www.llpm.com.my/ (дата обращения 12.07.2015).

7. Официальный сайт администрации порта Сингапур. – URL: http://www.globalpsa.com (дата обращения 02.07.2015).

8. Официальный сайт администрации СЭЗ Пусан-Джинхе. – URL: http://www.bjfez.go.kr/main/ (дата обращения 03.07.2015).

9. Официальный сайт Департамента торговли и промышленности правительства САР Гонконг. – URL: http://www.tid.gov.hk (дата обращения 01.07.2015).

10. Фисенко А.И. Развитие транспортно-логистического комплекса Приморского края и основные направления реализации концептуального проекта «Портофранко Владивосток» // Транспортное дело России. – 2015. – № 1. – С. 42–45.

11. An Evaluation of Export Processing Zones in Selected Asian Countries. – New York, United Nations, ESCAP/UNCTC Publication Series B, № 8, 1985.

References

1. Voronov V.I., Voronov A.V. Mezhdunarodnye tovaroprovodjashhie seti // Marketing. 2013. no. 6 (133). pp. 20–28.

2. Krivelevich M.E., Ostanin V.A. Monetarnaja jekonomika. Vladivostok: Rossijskaja tamozhennaja akademija, Vladivostokskij filial, 2015. 152 p. ISBN: 978-5-9590-0632-7.

3. Novostnoj servis porta Makao. URL: http://www.macauhub.com.mo (data obrashhenija 01.07.2015).

4. Oficialnyj sajt administracii OJeZ Cinhaj. URL: http://www.szqh.com.cn (data obrashhenija 03.07.2015).

5. Oficialnyj sajt administracii porta Inchon. URL: http://www.portincheon.go.kr/ (data obrashhenija 08.07.2015).

6. Oficialnyj sajt administracii porta Labuan. URL: http://www.llpm.com.my/ (data obrashhenija 12.07.2015).

7. Oficialnyj sajt administracii porta Singapur. URL: http://www.globalpsa.com (data obrashhenija 02.07.2015).

8. Oficialnyj sajt administracii SJeZ Pusan-Dzhinhe. URL: http://www.bjfez.go.kr/main/ (data obrashhenija 03.07.2015).

9. Oficialnyj sajt Departamenta torgovli i promyshlennosti pravitelstva SAR Gonkong. URL: http://www.tid.gov.hk (data obrashhenija 01.07.2015).

10. Fisenko A.I. Razvitie transportno-logisticheskogo kompleksa Primorskogo kraja i osnovnye napravlenija realizacii konceptualnogo proekta «Portofranko Vladivostok» // Transportnoe delo Rossii. 2015. no. 1. pp. 42–45.

11. An Evaluation of Export Processing Zones in Selected Asian Countries. New York, United Nations, ESCAP/UNCTC Publication Series B, no. 8, 1985.

Рецензенты:

Останин В.А., д.э.н., профессор, кафедра «Финансы и кредит», Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток;

Фисенко А.И., д.э.н., профессор, директор Института экономики и управления на транспорте, Морской государственный университет им. Г.И. Невельского, г. Владивосток.

УДК 333,336,338

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРАНЫ

[1]Переверзева Е.С., [2]Макринова Е.И., [3]Григорьева В.В., [1]Капустина И.Ю., [1]Дудаев А.Б.

[1]Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина, Белгород, e-mail: katkatrin200@gmail.com;
[2]Белгородский университет кооперации, экономики и права, Белгород;
[3]Воронежский институт инженерных технологий, Воронеж

Настоящая статья посвящена проблемам обеспечения экономической безопасности и финансовой устойчивости, которые получили в последнее время чрезвычайную актуальность, что связано не только с финансовым кризисом, ростом нестабильности, но и с глобализацией экономического пространства, приводящего к увеличению числа угроз в виде нестабильности финансовых рынков, аномальных вариаций цен на энергоносители, прежде всего на нефть. Соответственно, требуются различные пути для решения такого рода проблем, которые нашли отражение в Стратегии национальной безопасности до 2020 года. Так, в статье приведено понятие «национальная безопасность», сформулированное в Стратегии национальной безопасности до 2020 года, обращено внимание на то, что в Стратегии совсем мало внимания уделено вопросам экономической безопасности, хотя она играет немаловажную роль в системе национальной безопасности страны. В статье отмечены основные критерии безопасного состояния экономики и затронуты правовые аспекты регулирования финансовой устойчивости государства.

Ключевые слова: экономическая безопасность, финансовая устойчивость, эффективность, финансовая система, бюджетная система, баланс, инновационное развитие, платежеспособность, государственная стратегия

THEORETICAL FOUNDATIONS OF ECONOMIC SECURITY AND FINANCIAL STABILITY OF THE COUNTRY

[1]Pereverzeva E.S., [2]Makrinova E.I., [3]Grigoreva V.V., [1]Kapustina I.Y., [1]Dudaev A.B.

[1]Belgorod law Institute of MIA of Russia named after I.D. Putilina, Belgorod, e-mail: katkatrin200@gmail.com;
[2]Belgorod University of cooperation, Economics and law, Belgorod;
[3]Voronezh Institute of engineering technologies, Voronezh

The present article is devoted to the problems of economic security and financial stability that have been the focus of recent extreme importance, due not only to the financial crisis, increased volatility, but with the globalization of economic space, leading to an increase in the number of threats in the form of instability of financial markets, anomalous variations in energy prices, particularly for oil. Accordingly, it is required the different ways to solve such problems, which are reflected in the national security Strategy to 2020. So, in the article, the concept of «national security» as articulated in the national security Strategy to 2020, highlighted that the Strategy very little attention paid to the issues of economic security, although it plays an important role in the national security system of the country. The article highlighted the key criteria for the safe state of the economy and affected legal aspects of regulation of the financial stability of the state.

Keywords: economic security, financial stability, efficiency, financial system, fiscal system, balance, innovation development, solvency, state strategy

Российская Федерация переживает сложный исторический период становления новых социально-экономических отношений. Переход к новым формам государственного управления происходит в условиях постоянного дефицита и противоречивости правовой базы, регулирующей экономические отношения, отставания законодательства от реально происходящих в обществе процессов.

Предшествующий шестилетний период характеризовался глобальным финансово-экономическим кризисом и последующим восстановлением. Российская экономика вследствие высокой зависимости от энергосырьевого сектора, накопленных дисбалансов и диспропорций в большей степени, чем экономики других стран, оказалась подвержена воздействию кризисных факторов.

Существенно изменились внешние условия функционирования российской экономики: ограничен доступ к внешнему финансированию и новым зарубежным технологическим решениям, среднесрочные уровни цен на нефть и другие сырьевые товары прогнозируются ниже, чем ожидалось ранее.

Для нормализации макроэкономической ситуации и выхода на траекторию устойчивого экономического роста Правительству Российской Федерации необходимо реализовать комплекс мероприятий, способствующих росту предпринимательской инициативы и позволяющих существенно нарастить объем частных инвестиций.

Определение национальной безопасности дается в Стратегии национальной безопасности до 2020 г. Национальная безопасность – это состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, которое позволяет обеспечить конституционные права, свободы, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет, территориальную целостность и устойчивое развитие Российской Федерации, оборону и безопасность государства.

Важно обратить внимание на то, что в Стратегии 2020 уделяется совсем немного внимания вопросам экономической безопасности.

Государственная стратегия экономической безопасности Российской Федерации является составной частью национальной безопасности Российской Федерации в целом и ориентирована на реализацию осуществляемых в Российской Федерации экономических преобразований.

Конкретизация вопросов экономической безопасности осуществляется в Государственной стратегии экономической безопасности РФ. Президент РФ принимает решение о применении специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности. В то же время к основным задачам и функциям Совета безопасности относится применение специальных экономических мер и анализ информации об экономической ситуации в стране.

Стратегия экономической безопасности была изначально рассчитана на 3–5 лет, тем не менее нового документа в этой области на сегодняшний день принято не было. В 1999 г. состоялась попытка внесения Закона «Об обеспечении экономической безопасности Российской Федерации», запрещавшего все виды международных финансовых операций Российской Федерации, ее субъектов и муниципальных образований, а также запрещавшего следование принципам и рекомендациям Международного валютного фонда. Проект данного Закона был отклонен. Обеспечение экономической безопасности путем отречения от мирового экономического сообщества и нарушения прав и свобод граждан – это не выход для Российской Федерации [4].

Без обеспечения экономической безопасности практически невозможно решить ни одну из задач, стоящих перед страной, как во внутригосударственном, так и в международном плане.

Реализация Государственной стратегии должна создать необходимые условия для достижения общих целей национальной безопасности. В частности, обеспечить:

– защиту гражданских прав населения, повышение уровня и качества его жизни, гарантирующих социальный мир в стране и спокойствие в обществе;

– эффективное решение внутренних политических, экономических и социальных задач, исходя из национальных интересов;

– активное влияние на процессы в мире, затрагивающие национальные интересы России [2].

Состояние экономики, отвечающее требованиям экономической безопасности Российской Федерации, должно характеризоваться определенными качественными критериями и параметрами (пороговыми значениями), обеспечивающими приемлемые для большинства населения условия жизни и развития личности, устойчивость социально-экономической ситуации, военно-политическую стабильность общества, целостность государства, возможность противостоять внутренним и внешним угрозам.

В современных условиях ключевую роль в обеспечении сбалансированности и инновационного развития экономики играет финансовая система. Для решения этих задач необходима современная, конкурентоспособная, инновационно ориентированная финансовая инфраструктура.

К критериям безопасного состояния экономики относится устойчивость финансовой системы, определяемая, в частности, устойчивостью банковской системы и национальной валюты, степенью защищенности интересов вкладчиков, золотовалютного запаса, развитием российского финансового рынка и рынка ценных бумаг. В этой области выполнение задач по обеспечению экономической безопасности совпадает с целями деятельности Банка России, установленными Федеральным законом «О Центральном банке РФ (Банке России)». А именно: это защита и обеспечение устойчивости рубля; развитие и укрепление банковской системы; обеспечение стабильности и развитие национальной платежной системы.

В настоящее время в нормативно-правовой оборот введено понятие «устойчивость финансовой системы», которое характеризуется уровнем дефицита бюджета, стабильностью цен, нормализацией финансовых потоков и расчетных отношений [3].

Финансовую устойчивость Российской Федерации необходимо рассматривать с по-

зиции как текущей, так и долгосрочной устойчивости. Учитывая переход на долгосрочное программное планирование, несомненно, приоритет необходимо отдавать обеспечению долгосрочной устойчивости.

Проблема обеспечения финансовой устойчивости Российской Федерации является глобальной, многоаспектной и весьма актуальной в настоящее время.

В программных документах Президента РФ и Правительства РФ акцентируется внимание на значимости обеспечения финансовой (бюджетной) устойчивости нашего государства в целях его дальнейшего развития. В частности, отмечается, что прямая или косвенная возможность нанесения ущерба устойчивому развитию Российской Федерации (в том числе финансовому) является прямой угрозой национальной безопасности Российской Федерации.

Финансовая устойчивость Российской Федерации достигается при соблюдении нескольких условий. Основное из них – это сбалансированность объемов доходов и расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, за счет которых обеспечивается их бюджетная самостоятельность и платежеспособность каждого публично-территориального образования в частности и государства в целом [5].

В долгосрочной перспективе повышается роль государственного бюджета как инструмента решения важнейших стратегических экономических и социальных задач, финансового обеспечения инновационного развития экономики при сохранении устойчивости бюджетной системы [3].

В то же время нельзя обойти вниманием и иные условия, выполнение которых позволит достичь финансовой устойчивости Российской Федерации: совершенствование организационно-правовых механизмов, финансово-правовых режимов; четкое соблюдение финансовой дисциплины; совершенствование системы финансового контроля; неотвратимость ответственности за нарушение финансового законодательства и т.д.

К мерам по предотвращению внутренних и внешних угроз можно отнести создание организационно-информационной базы для мониторинга факторов, определяющих угрозы экономической безопасности РФ; разработку критериев экономической безопасности, выход за пределы которых вызывает угрозу.

Деятельность государства по обеспечению экономической безопасности Российской Федерации осуществляется по следующим основным направлениям:

1) выявление угроз;

2) разработка мер по выходу из опасной зоны;

3) реализация разработанных мер.

Данные механизмы разрабатываются и реализуются в рамках программы социально-экономического развития России.

Необходимо отметить, что деятельность по обеспечению финансовой устойчивости, как и любая иная деятельность, предполагает наличие цели. Конечной целью обеспечения различных составляющих устойчивости Российской Федерации, в том числе и финансовой, является гарантирование реализации основных прав и свобод человека, закрепленных в Конституции РФ.

В связи с тем, что обеспечение финансовой устойчивости государства является динамичным процессом, обусловленным необходимостью присутствия адекватного механизма правового регулирования данной категории, большое значение приобретают правовые средства.

Под правовыми средствами понимаются правовые явления, выражающиеся в инструментах (установлениях) и деяниях (технологии), с помощью которых удовлетворяются интересы субъектов права, обеспечивается достижение социально полезных целей. Эти цели могут быть различны, но в конечном счете они сводятся к обеспечению финансовой устойчивости Российской Федерации.

Правовые средства обеспечения финансовой устойчивости Российской Федерации должны сочетать в себе средства-установления и средства-деяния (технологии), при этом их сочетание должно быть соразмерно, эффективно и подчинено основной цели – обеспечению финансовой устойчивости государства.

Учитывая то, что обеспечение финансовой устойчивости государства неразрывно связано и с благополучием всего общества, правовые средства должны рассматриваться в связи общества и государства.

Таким образом, правовые средства обеспечения финансовой устойчивости Российской Федерации – это совокупность нормативных актов, институтов, правовых режимов, правовых принципов, приемов, средств и способов, в которых сформулированы и закреплены финансово-юридические конструкции, необходимые для обеспечения способности противостоять воздействию внутренних и внешних факторов, для ориентирования на позитивную динамику стабильного развития государства, эффективность и результативность использования финансовых ресурсов Российского государства.

Следует отметить, недостатком является то, что экономической безопасности в Стратегии 2020 и в целом в системе национальной безопасности не отводится должного места.

Представляется важным Стратегию 2020 дополнить положениями об экономической безопасности и банковской безопасности.

Обеспечение безопасности осуществляется по основным направлениям деятельности государства (функциям). В Стратегии экономической безопасности важно конкретизировать понятие «банковская безопасность» и добавить критерии банковской безопасности.

К этой гипотезе можно добавить предложение по дополнению компетенции Совета безопасности функциями по обеспечению экономической безопасности, которые на данный момент там отсутствуют. Также в состав Совета безопасности имеет смысл ввести Председателя Центрального банка как постоянного члена.

Задача заключается в том, чтобы структурировать правовое регулирование банковской деятельности таким образом, чтобы предотвратить негативные последствия в деятельности банков. В связи с этим перед государствами стоит важная задача по внедрению международных стандартов, норм-принципов и процедур в национальное банковское регулирование. Это, прежде всего, принципы в сфере защиты мировых финансовых систем от легализации доходов, полученных преступным путем, и финансирования терроризма.

На основании вышесказанного можно заключить, что угрозы экономической безопасности преодолимы при наличии стройной системы обеспечения экономической (банковской) безопасности; имплементации норм-принципов международного права; постоянном мониторинге экономической ситуации в мире; при совершенствовании правового регулирования банковской деятельности. Это еще раз подтверждает усиление роли государства в правовом регулировании экономики и необходимость выделения функции по антикризисному экономическому регулированию как самостоятельной чрезвычайной функции государства.

Список литературы

1. Карагодин А.В., Александров А.Н., Кондрашов И.Б. Направления совершенствования законодательства в сфере валютных правоотношений // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2013. – № 3 (47). – С. 371–373.

2. О государственной стратегии экономической безопасности Российской Федерации (Основных положениях): Указ Президента РФ от 29.04.1996 № 608.

3. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р.

4. Песина Е.А. Роль государства в обеспечении экономической безопасности на фоне вступления Российской Федерации во Всемирную торговую организацию // Право ВТО. – 2012. – № 4. – С. 15–21.

5. Поветкина Н.А. Правовые средства обеспечения финансовой устойчивости Российской Федерации // Журнал российского права. – 2014. – № 6. – С. 31–36.

References

1. Karagodin A.V., Aleksandrov A.N., Kondrashov I.B. Napravlenija sovershenstvovanija zakonodatelstva v sfere valjutnyh pravootnoshenij // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava. 2013. no. 3 (47). pp. 371–373.

2. O gosudarstvennoj strategii jekonomicheskoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii (Osnovnyh polozhenijah): Ukaz Prezidenta RF ot 29.04.1996 no. 608.

3. O Koncepcii dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda: Rasporjazhenie Pravitelstva RF ot 17.11.2008 no. 1662-r.

4. Pesina E.A. Rol gosudarstva v obespechenii jekonomicheskoj bezopasnosti na fone vstuplenija Rossijskoj Federacii vo Vsemirnuju torgovuju organizaciju // Pravo VTO. 2012. no. 4. pp. 15–21.

5. Povetkina N.A. Pravovye sredstva obespechenija finansovoj ustojchivosti Rossijskoj Federacii // Zhurnal rossijskogo prava. 2014. no. 6. pp. 31–36.

Рецензенты:

Роздольская И.В., д.э.н., заведующая кафедрой маркетинга и менеджмента, Белгородский университет кооперации, экономики и права, г. Белгород;

Лобанов К.Н., д.пол.н., профессор кафедры административно-правовых дисциплин, Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина, г. Белгород.

УДК 65.01

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПУТЕМ ИННОВАЦИЙ В БИЗНЕС-МОДЕЛИ КОМПАНИИ

[1]Титов С.А., [2]Титова Н.В., [1]Чернышев В.П., [3]Титаренко Р.Б.

[1]НОУ ВО «Московский технологический институт», Москва, e-mail: s_titov@mti.edu.ru, ch1374@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВПО «Государственный университет управления», Москва, e-mail: titova5nv@mail.ru;

[3]ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет», Москва, e-mail: titar1@mail.ru

Предприятия и компании вынуждены сегодня постоянно искать новые подходы к управлению, способные обеспечить им конкурентные преимущества. Одной из интересных концепций, которая направлена на повышение эффективности управления инновациями и создание стратегических конкурентных преимуществ, является концепция стратегических инноваций. Концепция стратегических инноваций в определенной степени сходна с концепцией «голубого океана» Ч. Кима и Р. Моборна. Рассмотрению отдельных взглядов на эту концепцию и выявлению ее важнейших характеристик посвящена настоящая статья. Основное отличие стратегических инноваций от других типов инноваций заключается в их интегральном, общеорганизационном характере. В статье рассматриваются модели стратегических инноваций и основные источники стратегических инноваций. Отдельное внимание уделяется рассмотрению практически реализуемых методик управления стратегическими инновациями.

Ключевые слова: инновации, инновационный менеджмент, стратегия, стратегический менеджмент, стратегическая инновация

STRATEGIC INNOVATIONS: INTEGRATED APPROACH TO THE CREATION OF THE COMPETITIVE ADVANTAGES BY BUSINESS MODEL INNOVATIONS

[1]Titov S.A., [2]Titova N.V., [1]Chernyshev V.P., [3]Titarenko R.B.

[1]Moscow Technological Institute, Moscow, e-mail: s_titov@mti.edu.ru, ch1374@mail.ru;

[2]State University of Management, Moscow, e-mail: titova5nv@mail.ru;

[3]Russian State Social University, Moscow, e-mail: titar1@mail.ru

Nowadays companies and organizations are seeking for new approaches to management that can provide competitive advantages for them. One interesting concept that offers effective competitive advantage creation is the concept of strategic innovations. This concept is somehow similar to the concept of 'blue ocean strategy' offered by Kim C. and Mauborne R. The article describes the views of some writers on the topic of strategic innovations and elaborates the main features of this concept. The main feature of strategic innovations is their integral and holistic nature. Different models of strategic innovations and typical sources of these innovations are analyzed in the article. The special attention is paid to the practical techniques of strategic innovation management.

Keywords: innovation, innovation management, strategy, strategic management, strategic innovations

Жизненный цикл конкурентных преимуществ современных компаний становится все короче и короче по причине их имитируемости и динамичного изменения конкурентного ландшафта [3]. По мнению Р. Д'Авени, современные компании существуют в условиях «гиперконкуренции», успех в которой зависит от способности создавать неожиданные новые и успешные модели ведения бизнеса [7]. Одной из недавно появившихся, но уже активно развивающихся концепций, связанных с разработкой проблем комплексных организационных инноваций, является концепция стратегических инноваций. Настоящая статья рассматривает отдельные подходы к осмыслению данной концепции некоторыми зарубежными авторами.

Согласно взглядам М. Меллера, К. Столлы и А. Дужака, изложенным в [9], в основе любой стратегической инновации лежат принципы ускорения роста корпорации и избегания конкуренции путем создания новых бизнес-моделей и новых рынков. Как и многие другие разработчики концепции стратегических инноваций, М. Меллер, К. Столла и А. Дужак связывают ее частично со стратегическим и частично с инновационным поведением компании. Прежде всего, они рассматривают стратегические инновации как особого рода стратегию роста, отличную от роста посредством слияний и поглощений и отличную от органического роста в рамках границ и установок сложившейся концепции ведения бизнеса (рис. 1).

Рис. 1. Альтернативные возможности реализации стратегии роста компании

Органический рост в рамках устойчивых бизнес-концепций приемлем в ситуации растущего рынка, что имеет место далеко не всегда и не везде. Кроме этого, даже в ситуации растущего рынка, а уж тем более по мере того как рынок становится все более и более зрелым и менее динамичным, обостряется ценовая конкуренция между участниками рынка, которые становятся более агрессивными по отношению друг к другу и склонными действовать путем присвоения или перераспределения создаваемой в отрасли стоимости, нежели путем создания дополнительной стоимости. Чтобы преодолеть данную тенденцию, компании могут выходить в другие отрасли путем слияний и поглощений, либо оставаться в существующей отрасли, но при этом стремиться к тому, чтобы серьезно изменить условия и правила конкурентной борьбы путем осуществления стратегических инноваций, т.е. путем создания новых видов бизнеса, новых бизнес-концепций, новых рыночных пространств.

Другой особенностью стратегических инноваций, выделяемой М. Меллером, К. Столлой и А. Дужаком, является их сквозной общеорганизационный характер. В то время как обычные инновации направлены на создание новых товаров, новых бизнес-процессов, новых технологий управления по отдельности, новых рынков, стратегические инновации предполагают изменения сразу во всех этих компонентах (рис. 2). Как говорят М. Меллер, К. Столла и А. Дужак, «стратегические инновации интегрируют и пронизывают все измерения и виды инноваций в рамках поиска новых концепций ведения бизнеса».

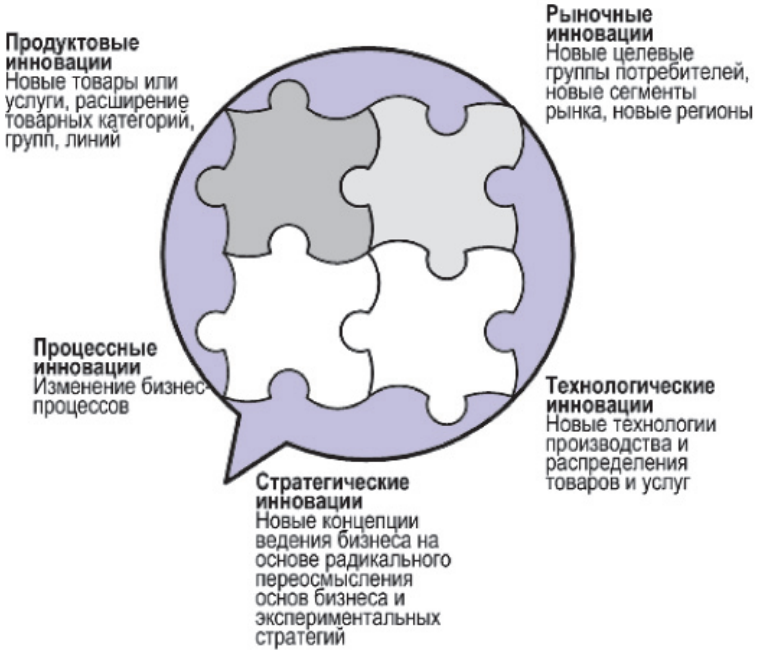


Рис. 2. Интегральный, общеорганизационный характер стратегических инноваций

М. Меллер, К. Столла и А. Дужак, вслед за Д. Абелем [4], полагают, что в основе любого бизнеса лежат концептуальные ответы на три основных вопроса:

● Что? Что является предметом бизнеса, т.е. какую потребность клиента стремится удовлетворить компания или какую потребность удовлетворяет клиент посредством использования продукции или услуг компании?

● Кто? Кто является потребителем продукции или услуг компании?

● Как? Как, каким образом, посредством каких товаров, технологических и организационных решений, нужды и потребности покупателей удовлетворяются?

Эти вопросы рассматриваются в качестве трех основных измерений, в рамках которых исследуются и/или создаются новые хозяйственные возможности. Ответы на данные три вопроса определяют границы бизнеса, возможности и ограничения его роста. Используя терминологию К. Маркидеса [2], можно сказать, что ответы на эти вопросы образуют коллективную ментальную модель самого высокого уровня, которая определяет и ограничивает поиск стратегических альтернатив развития. Отсюда данные вопросы образуют три измерения любой стратегической инновации, так как она ищет новые ответы на данные вопросы. Эти же вопросы образуют три принципиальных источника или области поиска стратегических инноваций (таблица).

В рамках практически реализуемой методики управления стратегическими инновациями М. Меллер, К. Столла и А. Дужак предлагают выделять три основных области или «рычага» стратегического инновационного развития:

● постоянное и последовательное исследование возможностей для стратегических изменений в каждом из выделенных трех концептуальных измерений бизнеса;

● совершенствование процесса управления инновационными проектами на различных стадиях их жизненных циклов – от идеи до разработки концепции и от выхода на рынок до достижения устойчивого рыночного успеха;

● трансформация модели функционирования (*modus operandi*) организации в целях совершенствования организационных инновационных способностей.

Во многом сходных с позицией М. Меллера, К. Столлы и А. Дужака взглядов на стратегические инновации придерживается швейцарский исследователь М. Снюкас, как они изложены в публикациях на его персональном сайте. Он объединяет концепцию стратегических инноваций с концепцией инноваций бизнес-моделей и концепцией «голубого океана», а точнее он показывает принципиальное единство этих трех концепций. Так же как и М. Меллер и его коллеги, М. Снюкас полагает, что традиционный подход к формулировке и реализации стратегии больше не дает возможностей достичь конкурентных преимуществ и что

Основные источники стратегических инноваций

Стратегическое измерение бизнеса	Области стратегических изменений	Направления стратегических инноваций
Что?	Новые потребности	Создание новых потребностей в результате изменения вкусов и приоритетов потребителей или демографических сдвигов Создание новых потребностей посредством новых маркетинговых решений
	Существующие предпочтения потребителей	«Разогрев» популярности посредством рекламы или инновационных решений Выявление потребностей рынка, не замеченных конкурентами
Кто	Возникающие новые сегменты потребителей	Возникновение новых потребителей в результате изменения предпочтений или демографических сдвигов Создание новых потребителей в результате фрагментации массового рынка Создание новых групп потребителей путем творческой ресегментации существующей клиентской базы
	Существующие сегменты потребителей	Выявление сегментов, пренебрегаемых конкурентами
Как	Новые методы производства, дистрибуции и продаж	Использование новых технологий Совершенствование существующих технологий

стратегические инновации базируются на поиске новых подходов к концептуальным вопросам, определяющим бизнес (что? кто? как?). В качестве результатов стратегической инновации М. Снюкас выделяет создание новых рынков, создание новых бизнес-моделей, создание новой стоимости для потребителей и компании. Он полагает, что концепция стратегических инноваций включает в себя и служит обобщением концепций «голубого океана» и инноваций бизнес-моделей. Концепция «голубого океана» была разработана профессорами французской бизнес-школы INSEAD Ч. Кимом и Р. Моборном [1]. Основная их идея заключается в том, что компании могут избегать обострения конкуренции между собой и создавать новую стоимость для всех участников посредством создания нового рыночного пространства, так называемых «голубых океанов». Ключевым моментом данной стратегии является инновация в цепочки создания стоимости (value innovation), предполагающая одновременные дифференциацию и снижение издержек. Концепция инноваций бизнес-модели базируется на взглядах А. Остервальдера, который разработал инструментарий для описаний и объяснения общих моделей ведений бизнеса [10]. А. Остервальдер предлагает любой бизнес декомпозировать в виде четырех основных блоков – инфраструктура, предложение для клиента, клиент, финансы. Внутри этих четырех блоков выделяется восемь ключевых элемента – ключевые способности, партнерская сеть, конфигурация продукции (инфраструктура), предлагаемая стоимость для клиента (value proposition), отношения с клиентом, каналы распространения, целевые клиенты (клиент), структура затрат и потоки доходов (финансы). Этот же инструментарий можно использовать также и для создания новых моделей бизнеса. М. Снюкас полагает, что подход А. Остервальдера принципиально близок подходу К. Кристенсена, М. Джонсона и Х. Кагермана [8], которые разработали инструментарий для «переизобретения» бизнес-моделей на основе концепции революционных (или «дисраптивных») технологий, ранее предложенной К. Кристенсеном [6].

По результатам рассмотрения взглядов М. Меллера, К. Столлы и А. Дужака, а также М. Снюкаса можно в концепции стратегической инновации выделить следующие характеристики:

- нацеленность на такие изменения и нововведения, которые приводят к достижению долгосрочных конкурентных преимуществ и роста компании;
- интегральный и системный характер изменений, которые базируются на связанных между собой инновациях сразу в нескольких элементах организации – продукция, технология, процессы, рынки;
- в качестве объекта инноваций выступает вся организация в целом в виде либо бизнес-концепции, либо бизнес-модели.

В отличие от взглядов А. Афуаха, Д. Палмера и С. Каплана, стратегические инновации по М. Меллеру, К. Столле, А. Дужаку и М. Снюкасу не обязательно приводят к революционному изменению конкурентной ситуации, хотя такого рода цели подразумеваются при осуществлении стратегических инноваций. Кроме этого, важнейшим следствием, вытекающим из анализа взглядов М. Меллера, К. Столлы, А. Дужака и в особенности М. Снюкаса, является то, что концепции «голубого океана» и инноваций в бизнес-моделях, разрабатываемые такими авторами, как Ч. Ким и Р. Моборн, А. Остервальдер, К. Кристенсен, также можно по своей сути отнести к концепции стратегических инноваций.

Список литературы

1. Ким У.Ч., Моборн Р. Стратегия голубого океана. Как создать свободную рыночную нишу и перестать бояться конкурентов. – М.: Hippo, 2007.

2. Маркидес К.К. Все верные решения. Руководство по созданию стратегий прорыва. – СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2005.

3. Суетин С.Н., Объедкова Л.П., Матосян В.А., Суетин А.Н., Ильин С.Ю. Современные тенденции развития корпораций // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–2. – С. 6.

4. Abell D.E. Defining the Business – the Starting Point of Strategic Planning. Prentice Hall, 1980.

5. Afuah A. Strategic innovation: new game strategies for competitive advantage. New York, NY: Routledge, 2009.

6. Christensen C.M. & Overdorf M. Meeting the Challenge of Disruptive Change. Harvard Business Review, March-April, 2000.

7. D'Aveni R.A. Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering. New York, Free Press, 1994.

8. Johnson M.W., Christensen C.M. & Kagermann H. Reinventing Your Business Model. Harvard Business Review, December, 2008.

9. Moeller M., Stolla C. & Doujak A. Strategic Innovation: Building New Growth Business. Wien, Beratergruppe Neuwaldegg, Goldegg Verlag, 2008.

10. Osterwalder A. The Business Model Ontology: a Proposition in a Design Science Approach. Diplome postgrade en Informatique et Organisation de l'Ecole des HEC de l'Universite de Lausanne pour l'obtention du grade de Docteur en Informatique de Gestion. Lausanne, 2004.

11. Palmer D. & Kaplan S. A Framework for Strategic Innovation: Blending strategy and creative exploration to discover future business opportunities. Innovation Point, 2007. – URL: http://www.innovation-point.com.

References

1. Kim U.Ch., Moborn R. Strategija golubogo okeana. Kak sozdat svobodnuju rynochnuju nishu i perestat bojatsja konkurentov. M.: Hippo, 2007.

2. Markides K.K. Vse vernye reshenija. Rukovodstvo po sozdaniju strategij proryva. SPb.: Stokgolmskaja shkola jekonomiki v Sankt-Peterburge, 2005.

3. Suetin S.N., Obedkova L.P., Matosjan V.A., Suetin A.N., Ilin S.Ju. Sovremennye tendencii razvitija korporacij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1–2. pp. 6.

4. Abell D.E. Defining the Business the Starting Point of Strategic Planning. Prentice Hall, 1980.

5. Afuah A. Strategic innovation: new game strategies for competitive advantage. New York, NY: Routledge, 2009.

6. Christensen C.M. & Overdorf M. Meeting the Challenge of Disruptive Change. Harvard Business Review, March-April, 2000.

7. DAveni R.A. Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering. New York, Free Press, 1994.

8. Johnson M.W., Christensen C.M. & Kagermann H. Reinventing Your Business Model. Harvard Business Review, December, 2008.

9. Moeller M., Stolla C. & Doujak A. Strategic Innovation: Building New Growth Business. Wien, Beratergruppe Neuwaldegg, Goldegg Verlag, 2008.

10. Osterwalder A. The Business Model Ontology: a Proposition in a Design Science Approach. Diplome postgrade en Informatique et Organisation de lEcole des HEC de lUniversite de Lausanne pour lobtention du grade de Docteur en Informatique de Gestion. Lausanne, 2004.

11. Palmer D. & Kaplan S. A Framework for Strategic Innovation: Blending strategy and creative exploration to discover future business opportunities. Innovation Point, 2007. URL: http://www.innovation-point.com.

Рецензенты:

Кещян В.Г., д.э.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», г. Москва;

Емельянов С.В., д.э.н., Институт США и Канады Российской академии наук (ИСКРАН), г. Москва.

УДК 65.01

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ КОМПАНИЙ

[1]Титова Н.В., [2]Титов С.А., [2]Чернышев В.П., [3]Титаренко Р.Б.

[1]ФГБОУ ВПО «Государственный университет управления», Москва, e-mail: titova5nv@mail.ru;
[2]НОУ ВО «Московский технологический институт»,
Москва, e-mail: s_titov@mti.edu.ru, ch1374@mail.ru;
[3]ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»,
Москва, e-mail: titar1@mail.ru

Управление инновациями для современных компаний и организаций становится неотъемлемой частью их повседневной деятельности. Успешные инновационные продукты могут создать для компаний серьезные конкурентные преимущества. В поиске конкурентных преимуществ компании стремятся к созданию новых представлений о самих инновациях. Примеры многих успешных компаний говорят о том, что они предлагают не отдельные инновационные продукты или услуги, а инновационные бизнес-модели. Они осуществляют кардинальное изменение всей модели ведения бизнеса, что ставит их в преимущественное положение по отношению к конкурентам. Для описания такого стратегического поведения в настоящее время часто используется концепция стратегических инноваций. В статье рассматривается данная, достаточно новая для российской науки концепция. На основе обобщения различных точек зрения на стратегические инновации авторы выявляют характерные признаки данного типа инноваций.

Ключевые слова: инновация, управление инновациями, стратегия, стратегическое развитие, стратегическая инновация

STRATEGIC INNOVATIONS AS A TOOL FOR CREATION OF NEW STRATEGIC ADVANTAGES FOR COMPANIES

[1]Titova N.V., [2]Titov S.A., [2]Chernyshev V.P., [3]Titarenko R.B.

[1]State University of Management, Moscow, e-mail: titova5nv@mail.ru;
[2]Moscow Technological Institute, Moscow, e-mail: s_titov@mti.edu.ru, ch1374@mail.ru;
[4]Russian State Social University, Moscow, e-mail: titar1@mail.ru

Innovation management for modern companies and organizations is the necessary part of their daily life. Successful innovative products and services are able to develop for companies serious competitive advantages. In search of additional competitive edge companies try to create new concepts of innovations. The examples of many successful companies show that they do not offer particular new products and services, but they cardinally change the whole model of their businesses. For the description of such strategic behavior some researchers suggest to use the concept of strategic innovations. The article analyzed the concept of strategic innovations. As a result of the analysis the authors formulate the most important characteristics of strategic innovations.

Keywords: innovation, innovation management, strategy, strategic management, strategic development, strategic innovation

Отечественные и зарубежные коммерческие организации находятся сегодня в достаточно сложных условиях, которые заставляют их постоянно искать новые подходы к управлению, способные обеспечить им конкурентные преимущества [2, 6]. Большую помощь при этом им оказывают представители университетов, бизнес-школ, исследовательских центров и консультационных фирм. Одной из интересных концепций, которая появилась и разрабатывается теоретиками и практиками менеджмента и которая направлена на повышение эффективности управления инновациями и создание стратегических конкурентных преимуществ, является концепция стратегических инноваций. Рассмотрению отдельных взглядов на эту концепцию и выявлению ключевых ее характеристик посвящена настоящая статья.

Российские ученые Э. Уткин, Г. Морозова и Н. Морозова в своей классификации инноваций выделяют помимо всего прочего стратегические инновации, под которыми они понимают инновации упреждающего характера, направленные на создание новых конкурентных преимуществ [3]. В своем исследовании Е. Кузнецов также выделяет стратегические инновации как особую разновидность, но при этом он понимает их как инновации, направленные на достижение стратегических, долгосрочных результатов организации [1]. Но российские ученые не останавливаются более подробно на содержательных характеристиках понятия

стратегической инновации. Более подробно данная концепция разрабатывается зарубежными учеными.

Одна группа зарубежных авторов полагает, что стратегические инновации отличаются от всех других инноваций результатами своего воздействия на состояние рынка. В частности, А. Афуах [4] считает, что стратегическая инновация – это инновация, изменяющая «правила игры» посредством создания и выпуска нового продукта или услуги, освоения новых бизнес-процессов или бизнес-систем, изменения стратегической позиции по отношению к конкурентам. Стратегическая инновация базируется на стратегии новой игры (new game strategy), которая представляет собой набор действий, которые позволяют новым образом создавать и распределять добавочную стоимость на том или ином рынке. Таким образом, стратегическая инновация подразумевает изменение всей цепочки создания стоимости путем создания новых звеньев, устранения или изменения существующих. При этом здесь важно не только изменение, но и занятие компанией такой позиции, которая способствует извлечению прибыли и других выгод от производимого изменения. Также важно отметить, что А. Афуах считает, что успех при реализации стратегической инновации не обязательно связан с фактом, что компания первая предлагает новый продукт, услуги, использует новый бизнес-процесс и так далее. Очень часто успехов в стратегической инновации достигают последователи, которые лучше, чем компании-изобретатели, воплощают требуемые характеристики. Говоря языком А. Афуах, конкурентные преимущества возникают не только (и, наверное, не столько) по причине введения «новых правил игры», но и по причине умения играть и выигрывать на основе этих правил. Кроме этого, А. Афуах подчеркивает, что, несмотря на то, что в основе стратегической инновации может находиться инновационный товар, услуга, бизнес-процесс или иное, по своей природе стратегическая инновация предполагает изменение сразу нескольких компонентов бизнеса. Например, вывод на рынок нового товара предполагает также и инновационный подход к его продвижению, что приводит к серьезному изменению всей цепочки создания стоимости.

Концепция стратегической инновации, разрабатываемая А. Афуах, имеет две интересные особенности. Во-первых, первичным фактором является желание компании сознательно изменить «правила игры» между конкурентами, поставщиками, потребителями, потенциальными новыми игроками. Затем следует определение стратегии «новой игры». Только после этого определяются внутриорганизационные инновации, которые могут обеспечить реализацию стратегии «новой игры». Получается так, что стратегическая инновация становится стратегической по причине четкой взаимосвязи с попыткой изменить ситуацию на рынке. Если традиционно инновация развивается «изнутри наружу», от новой идеи или решения к изменению организации, а затем к изменению ситуации на рынке, то концепция стратегической инновации развивается наоборот: от модели новой ситуации, новых «правил игры» на рынке, к поиску инновационных решений и продуктов, которые могут привести к установлению новой ситуации. Во-вторых, разработка стратегических инноваций по А. Афуах базируется на теории игр и сами стратегические инновации по своему содержанию в первую очередь направлены на изменение отношений между участниками рынка путем изменения «правил игры» и улучшения своих способностей «играть по новым правилам».

Сходные позиции занимают Д. Палмер и С. Каплан [6]. Они полагают, что стратегическая инновация – это создание новых стратегий роста, новых продуктовых категорий, новых бизнес-моделей, которые изменяют ситуацию на рынке и создают существенную новую стоимость для покупателей, потребителей и самой компании. Как и А. Афуах, Д. Палмер и С. Каплан подчеркивают изменение «правил игры» и ситуации на рынке, создание новой стоимости, а также то, что в центре стратегической инновации может лежать любая инновация – продукта, услуги, процесса и прочего. Подход Д. Палмера и С. Каплана носит более прагматический характер, что в общем не удивительно, так как они являются консультантами. Поэтому они фокусируют свое внимание не на различных трактовках понятия стратегических инноваций, но на конкретных методах успешного управления ими. Но при этом, так же как и А. Афуах, Д. Палмер и С. Каплан всячески подчеркивают интеграционный, мультидисциплинарный, «холистический» характер любой стратегической инновации.

Д. Палмер и С. Каплан считают, что концепция стратегической инновации находится на стыке точек стратегического менеджмента и инновационного менеджмента, но при этом данная концепция характеризуется рядом признаков, отличающих ее от традиционных подходов стратегического и инновационного менеджмента. Сравнение традиционных подходов к стратегическому менеджменту и концепции стратегической инновации показано в таблице.

Традиционный стратегический менеджмент и стратегические инновации

Традиционный стратегический менеджмент	Концепция стратегических инноваций
Подход «от настоящего к будущему», который предполагает, что текущее состояние рассматривается как отправная точка для всех размышлений и предположений о будущем	Подход «от будущих результатов к настоящему состоянию», который базируется на идентификации долгосрочных будущих возможностей и устройством «мостов от будущего к настоящему»
Базируется на адаптивном или защитном подходе к формулировке стратегии (компания приспосабливается к ситуации на рынке)	Базируется на «революционном» подходе, в силу которого компания сознательно стремится к изменению ситуации на рынке
Компания принимает существующую структуру рынка, границы между товарными категориями, отношения между участниками рынка	Компания стремится создать новые пространства для конкуренции (новые товарные категории, новые сегменты рынка, новые отношения между участниками)
Инновации в основной своей массе носят инкрементальный характер (улучшение уже существующих товаров или решений посредством большого количества небольших изменений)	Компании стремятся к «прорывным» инновациям
Используются линейные модели планирования	Линейные модели планирования соединяются с креативным подходом к определению будущего
Предполагается использование традиционно доступных ресурсов и источников знаний	Стремится к оригинальному соединению новых ресурсов и использованию нетрадиционных источников знаний
В основе лежат идентифицируемые и анализируемые потребности покупателей	Компании пытаются предугадать или создать неартикулируемые потребности покупателей
Стратегическое развитие отталкивается от доступных технологий и стремится к удовлетворенности потребителей	Стратегия полностью вдохновляется потребителем и стремится к созданию восторга у него
Часто используются типовые бизнес-модели для различных компаний	Бизнес-модели рождаются в ходе экспериментального и предпринимательского подхода

Рис. 1. Сравнение стратегических инноваций с другими видами инноваций по Д. Палмеру и С. Каплану

Д. Палмер и С. Каплан также показывают разницу между стратегическими и традиционными инновациями. Они говорят, что «инновация становится стратегической, когда она базируется на сознательном, планомерном и повторяемом процессе, который создает существенные положительные изменения в добавочной стоимости для потребителей, покупателей, партнеров и самой компании. Стратегическая инновация

инициирует создание портфеля «прорывных» инициатив, способствующих росту бизнеса, на основе четкого, но вместе с тем и творческого процесса. Д. Палмер и С. Каплан подчеркивают, что «прорывные» стратегические инновации всегда базируются не на случайном научном открытии, техническом новшестве или стечении обстоятельств на рынке, но на сознательном, упорядоченном процессе. Стратегические инновации отличаются от всех других своим «прорывным» и сознательным характером, как это показано на рис. 1.

Пространство, предложенное Д. Палмером и С. Капланом, состоит из двух измерений – характер изменений, вызываемых инновациями (революционные или инкрементальные), а также характер возникновения инноваций (случайное или сознательно-планомерное). Стратегические инновации возникают по причине сознательных усилий и в рамках планомерного, но в то же время творческого процесса, и вызывают революционные фундаментальные изменения в отношениях между участниками конкурентной «игры» и в их внутреннем устройстве.

Другим важным аспектом стратегических инноваций, всячески подчеркиваемым Д. Палмером и С. Капланом, является их связь с устойчивым, долгосрочным развитием компании. Стратегические инновации по Д. Палмеру и С. Каплану являются устойчивыми инновациями (sustainable innovation). Организации, которые реализуют стратегические инновации, создают, развивают и институциализируют процессы и культуру, которые поддерживают постоянное, повторяющееся, устойчивое обновление во всех аспектах деятельности организации, которая становится фундаментом для создания долгосрочных конкурентных преимуществ.

Д. Палмер и С. Каплан в своей концепции стратегических инноваций делают акцент на прагматической стороне вопроса и предлагают собственную методику управления стратегическими инновациями или, лучше сказать, управления процессом стратегического «инновирования». Они выделяют семь основных измерений стратегических инноваций, т.е. семь основных компонентов системы управления стратегическими инновациями:

– Управляемый интегрированный инновационный процесс, объединяющий традиционные и нетрадиционные подходы к формулировке и реализации бизнес-стратегии с подходами к управлению инновациями; данный элемент является центральным звеном всей концепции Д. Палмера и С. Каплана, определяющим успешность всех других усилий по разработке и реализации стратегической инновации (рис. 2).

– Стратегическое упорядочение, которое направлено на согласование всех компонентов организации с ее стратегией, равно как и согласование всех инновационных инициатив в организации в рамках единой стратегической инновации, а также на поддержку стратегической инновации со стороны ключевых заинтересованных сторон.

– Прогнозирование тенденций в отрасли, включая не только анализ сложившихся трендов, но и исследование комплексных факторов изменений, возникающих и соединяющихся трендов, динамики конкурентных отношений, а также рассмотрение альтернативных сценариев развития ситуации на рынке.

– Глубокое понимание артикулируемых и неартикулируемых потребностей покупателей и клиентов.

– Развитие ключевых организационных компетенций, ресурсов и технологий.

– Мобилизация всей организации для осуществления радикальных действий на основе широкой и активной поддержки со стороны всех сотрудников и заинтересованных лиц.

– Методическое и дисциплинированное управление всем процессом осуществления стратегической инновации, начиная с выработки вдохновляющей идеи и заканчивая стратегическими изменениями.

Результатами стратегических инноваций являются новые стратегии роста компании, новые товары и услуги, новые предприятия, новые рынки, новые бизнес-модели, новые партнерские сети, новые организационные способности и умения. Все эти результаты должны соединяться и давать единый системный стратегический результат в виде устойчивого стратегического «инновирования» как постоянного процесса разработки и воплощения крупных многоаспектных организационных инноваций, существенно изменяющих не только внутренние компоненты и системы организации, но и внешнюю ситуацию на рынке.

Обобщая взгляды А. Афуаха, Д. Палмера и С. Каплана, в качестве характеристик стратегических инноваций можно выделить следующие:

● изменение не только отдельных аспектов организации (процессов, товаров, рынков, клиентов), но и всей бизнес-модели организации в целом;

● направленность на создание изменений не столько внутри компании, сколько в ее внешнем окружении, в поведении конкурентов, в системе отношений с поставщиками и покупателями и прочее;

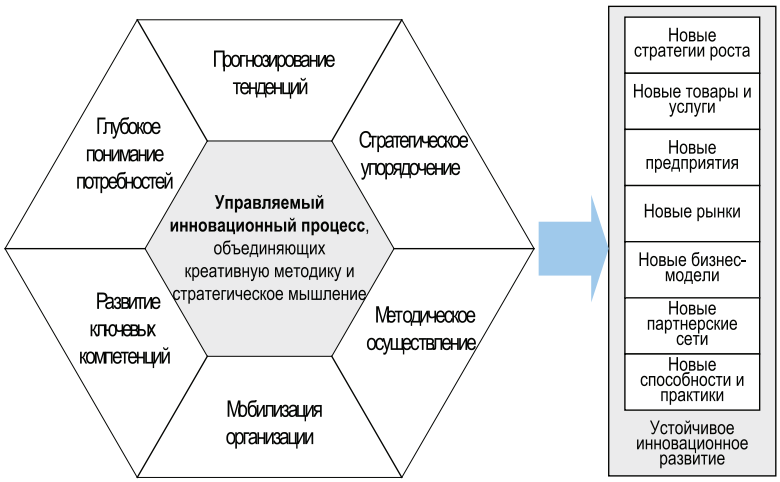


Рис. 2. Общая схема подхода Д. Палмера и С. Каплана к управлению стратегическими инновациями

● создание в результате стратегической инновации конкурентных преимуществ для компании;

● многоаспектный и интегральный характер, который предполагает соединение в одной инновации товарных, рыночных, коммерческих, производственных и организационных инноваций.

Список литературы

1. Кузнецов Е.Ю. Инновации и их роль в экономическом развитии: Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Санкт-Петербургский государственный университет. – СПб., 2000.

2. Суетин С.Н., Объедкова Л.П., Матосян В.А., Суетин А.Н., Ильин С.Ю. Современные тенденции развития корпораций // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–2. – С.6.

3. Уткин Э.А., Морозова Г.И., Морозова Н.И. Инновационный менеджмент. – М.: Акалис, 1996.

4. Afuah A. Strategic innovation: new game strategies for competitive advantage. New York, NY: Routledge, 2009.

5. D'Aveni R.A. Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering. – New York, Free Press, 1994.

6. Palmer D., Kaplan S. (2007). A Framework for Strategic Innovation: Blending strategy and creative exploration to discover future business opportunities. Innovation Point, available at www.innovation-point.com.

References

1. Kuznecov E.Ju. Innovacii i ih rol v jekonomicheskom razvitii: Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskih nauk. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet. SPb., 2000.

2. Suetin S.N., Obedkova L.P., Matosjan V.A., Suetin A.N., Ilin S.Ju. Sovremennye tendencii razvitija korporacij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1–2. pp. 6.

3. Utkin Je.A., Morozova G.I., Morozova N.I. Innovacionnyj menedzhment. M.: Akalis, 1996.

4. Afuah A. Strategic innovation: new game strategies for competitive advantage. New York, NY: Routledge, 2009.

5. DAveni R.A. Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering. New York, Free Press, 1994.

6. Palmer D., Kaplan S. (2007). A Framework for Strategic Innovation: Blending strategy and creative exploration to discover future business opportunities. Innovation Point, available at www.innovation-point.com.

Рецензенты:

Кещян В.Г., д.э.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», г. Москва;

Емельянов С.В., д.э.н., Институт США и Канады Российской академии наук (ИСКРАН), г. Москва.

УДК 330.133:332.72

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА СТОИМОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Урбан Н.А., Порохин А.В.

Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Новокузнецк, e-mail: urban-iq@yandex.ru, avp151@yandex.ru

В статье предложена модель прогнозирования стоимости коммерческой недвижимости на основе тенденций и факторов, определяющих стоимость на рынке коммерческой недвижимости на примере г. Новокузнецка. Модель прогнозирования построена на основе исследований малого и среднего бизнеса и ретроспективных данных анализа рынка коммерческой недвижимости г. Новокузнецка за период с 2006 года по настоящее время. В модели отражена связь стоимости коммерческой недвижимости всех основных сегментов: торговой, офисной, производственной, складской, – которая определяется двумя основными факторами: фактором влияния внешней экономической среды и фактором влияния внешнего и внутреннего потенциала развития МСБ. Предложено математическое описание алгоритма прогнозирования и рассмотрены граничные условия применимости модели прогноза.

Ключевые слова: коммерческая недвижимость, модель стоимости, прогноз стоимости, малый и средний бизнес, факторы стоимости

MODEL AIMED AT PREDICTING THE VALUE OF COMMERCIAL REAL ESTATE

Urban N.A., Porokhin A.V.

Novokuznetsk Institute (branch of Kemerovo State University), Novokuznetsk, e-mail: avp151@yandex.ru, avp151@yandex.ru

The paper is about a model aimed at predicting the value of commercial real estate. The prediction is based on trends and factors that determine the value of the commercial property market. Novokuznetsk is taken as an example. This model is based on research of small and medium enterprises (SMEs), and retrospective data analysis of real property market in Novokuznetsk in the period from 2006 to the present time. The model shows the connection of value of commercial real estate of all major segments: retail, office, industry and warehouse. This connection is determined by two main factors: the external economic environment and internal and external potential of SMEs. The mathematical description of the prediction algorithm and the possibilities of usage of the model are considered as well.

Keywords: cost, commercial property, cost model, the forecast cost, small and medium-sized businesses, cost factors

Будущее теперь уже не то, что раньше.

Великий физик Нильс Бор

Одним из условий эффективной реализации Комплексного инвестиционного плана развития г. Новокузнецка в целом будет рост доли малого и среднего бизнеса (МСБ) в реальном секторе. Структура промышленного производства за последние несколько лет не претерпела значительных изменений [1]. В настоящее время одной из ключевых проблем г. Новокузнецка является низкая доля реального сектора в сфере МСБ. Социально-экономическое состояние ведущих отраслей промышленности региона, от которого зависит уровень жизни населения, выступает заметным фактором стимулирования или сдерживания развития сектора МСБ и определяет возможности его роста. Возможности экстенсивного расширения МСБ в традиционных сферах деятельности достигли своего естественного предела [3].

Одним из направлений инновационного развития и создания новых рабочих мест является развитие МСБ. Однако инновационный потенциал предприятий МСБ недостаточен и существуют системные ограничения развития инновационного предпринимательства [6].

В структуре малого и среднего бизнеса (МСБ) по видам деятельности доминируют торговля и услуги (три четверти). Реальный сектор составляет менее 10% [1]. Отраслевая структура МСБ, в которой индустриальная и научно-инновационная составляющие занимают незначительное место при преобладании отраслей торговли, общественного питания, посредническо-сбытовой деятельности, ограничивает возможности МСБ в создании новых рабочих мест, особенно в периоды спада промышленного производства в базовых отраслях промышленности [6].

Коммерческая недвижимость, позиционирующаяся на рынке недвижимости г. Новокузнецка, является в основном активом МСБ. Поэтому спрос на коммерческую недвижимость определяется экономическим положением (настоящее время) и инвестиционным потенциалом (будущее время) МСБ, а стоимость коммерческой недвижимости определяется ценообразующими

факторами. В процессе мониторинга было выявлено, что потенциал развития МСБ ограничивается, во-первых, качеством менеджмента на МП, производного от профессиональной компетентности действующих предпринимателей; во-вторых, качеством трудовых ресурсов; в-третьих, профессиональной неподготовленностью потенциальных предпринимателей. Все это определяет внутренний потенциал развития МСБ [7]. Социальный потенциал МСБ в регионе (предпринимательский, кадровый) можно оценить как недостаточный для реализации в целом государственной стратегии развития МСБ. Поэтому, учитывая, что развитие приоритетных для Кузбасса видов деятельности МСБ (инновационная и научно-техническая, производственная и пр.) требуют совершенно иного уровня инвестиций, который не под силу субъектам предпринимательства, следует вывод о возрастающей роли государства (всех уровней власти) в развитии малых бизнес-структур. Целенаправленная, комплексная политика властей может дать положительный результат при условии согласования интересов власти, предпринимателей, населения и территории в целом [5]. Эти процессы определяют внешний потенциал развития МСБ.

Все это определяет ценообразование на рынке коммерческой недвижимости г. Новокузнецка. Стоимость недвижимости определяется действием совокупности следующих факторов [2]: факторы, обусловленные представлениями владельца недвижимости (полезности, замещения, ожидания); факторы, связанные с рыночной средой (внешнего воздействия, соответствия между спросом и предложением, конкуренции, изменения стоимости, соответствия); факторы, связанные с эксплуатацией недвижимости (производства, остаточной продуктивности земельного участка, предельной продуктивности, пропорциональности, лучшего и наиболее эффективного использования).

На основании проведенного анализа МСБ, для которого коммерческая недвижимость является активом генерации стоимости и рынка коммерческой недвижимости, можно утверждать, что ключевым фактором, определяющим стоимость коммерческой недвижимости, из существующих в приведенной выше классификации будет являться фактор, связанный с рыночной средой – внешнего воздействия (внешней экономической среды или макроэкономический фактор). Это главный неуправляемый фактор, который будет существенно определять стоимость коммерческой недвижимости на ближайшую перспективу. Фактор соответствия между спросом и предложением не оказывает существенного влияния на цены предложения. На рынке продаж для всех сегментов цена предложения не зависит от количества предложения, спрос не эластичен. Возможно, это объясняется тем, что коммерческая недвижимость рассматривается не только как актив генерации стоимости бизнеса, но и как инструмент хеджирования капитала в условиях нестабильности рынка. Факторы, обусловленные представлениями владельца недвижимости, не являются определяющими и классифицируются как управляемые. Влияние этих факторов проявляется главным образом в дифференцировании цен по объектам коммерческой недвижимости. Индикаторами измерения влияния фактора внешнего воздействия являются показатели промышленного производства, занятость, инвестиции в основной капитал, реальные доходы населения, инфляция и др. Таким образом, стоимость коммерческой недвижимости всех основных сегментов: торговой, офисной, производственной, складской на ближайшую перспективу будет существенно определяться двумя основными факторами: фактором влияния внешней экономической среды и фактором влияния внешнего и внутреннего потенциала развития МСБ. Следует отметить, что фактор внешней экономической среды будет оказывать более сильное влияние на стоимость коммерческой недвижимости всех основных сегментов по сравнению с фактором внешнего и внутреннего потенциала развития МСБ. Как показали исследования, внутренний потенциал развития МСБ недостаточен для интенсивного развития и, следовательно не будет оказывать сколь-либо существенного влияния на стоимость коммерческой недвижимости. Внешний потенциал развития МСБ определяется стратегией государства и может оказать влияние в том случае, если программы развития МСБ будут финансироваться на уровне, который обеспечивает опережающий рост доли МСБ в реальном секторе, так как ресурсы развития МСБ в торговле и услугах исчерпали себя и ограничены в перспективе емкостью рынка. При этом рост доли МСБ в реальном секторе возможен при условии, что продукция, производимая МСБ, будет поставляться за пределы города.

Приведенные выше рассуждения находят отражение в результатах исследования рынка коммерческой недвижимости г. Новокузнецка, осуществляемых автором на регулярной основе и представленных на рис. 1 и 2 в сопоставлении с индексами цен на строительно-монтажные работы (индексам СМР), которые измеряются

ООО «Центр инвестиционных программ и ценообразования в строительстве» и публикуются в журнале «Цены в строительстве», г. Кемерово. По изменению индексов номинальной средней цены предложения можно выделить период относительной стабильности цен: с 2006 года до 1 кв. 2009 г. на рынке продаж и до 2 кв. 2008 г. на рынке аренды. В этот период цены в основных сегментах в целом определялись соотношением спроса и предложения, а изменение цен хорошо коррелировало с изменением значений индексов СМР. По всем сегментам даже наблюдалось превышение темпов изменения цен по отношению к темпам изменения индексов СМР, в силу наличия потенциала спекулятивных тенденций. Окончание этого периода с некоторым временным лагом совпадает с началом экономического кризиса в стране и мировой экономике. Второй период (до 2 кв. 2010 г. для рынка продаж и 4 кв. 2009 г. для рынка аренды), как видно из рис. 1 и 2, характеризуется резким спадом индексов цен в основных сегментах. Для рынка продаж характерен временной лаг задержки реакции продавцов из-за эффекта хеджирования длительностью два квартала. Рынок аренды более чувствителен к изменению экономической ситуации и временной лаг задержки реакции арендодателей составляет не более квартала. Этот период характеризуется падением спроса на коммерческую недвижимость, снижением цен предложения при возросшем количестве предлагаемых объектов. Далее можно выделить посткризисный период 2 кв. 2010...4 кв. 2014, когда наблюдаются слабые положительные тенденции. И начиная с 4 кв. 2014 (рынок продаж) и 2 кв. 2014 г. (рынок аренды) по настоящее время вновь наблюдается кризисный период. Характерно, что в сегментах недвижимости складского и производственного позиционирования в период с 3 кв. 2010 г. до 4 кв. 2011 г. наблюдались аномальные тренды индексов. Изучение рынка в период кризиса выявило тенденции переноса торговли и управленческой деятельности в складские и производственные помещения с целью снижения затрат и высвобождения денежных средств. Подобный эффект для складских помещений в менее выраженной форме наблюдался и период продолжающегося последнего кризиса.

По результатам исследования рынка коммерческой недвижимости г. Новокузнецка в основных сегментах – производственной, складской, торговой и офисной недвижимости – выделены и экспертно оценены основные факторы, влияющие на динамику цен на рынке продаж и аренды (рис. 1, 2; табл. 1).

Измерить влияние факторов *внешней экономической среды и внешнего и внутреннего потенциала развития МСБ* на динамику цен коммерческой недвижимости г. Новокузнецка можно через оценку в относительных единицах (баллах) без учета весов.

К основным факторам *внешней экономической среды относятся:* инвестиционный потенциал; деятельность градообразующих предприятий; монопрофильная структура г. Новокузнецка; платежеспособность и занятость населения; маркетинговый потенциал. К основным факторам *внешнего и внутреннего потенциала развития МСБ относятся:* политика государства; политика региональной власти; рост числа МСБ; менеджмент МСБ; ресурсы МСБ. Значения факторов изменяются в интервале ± 10 баллов.

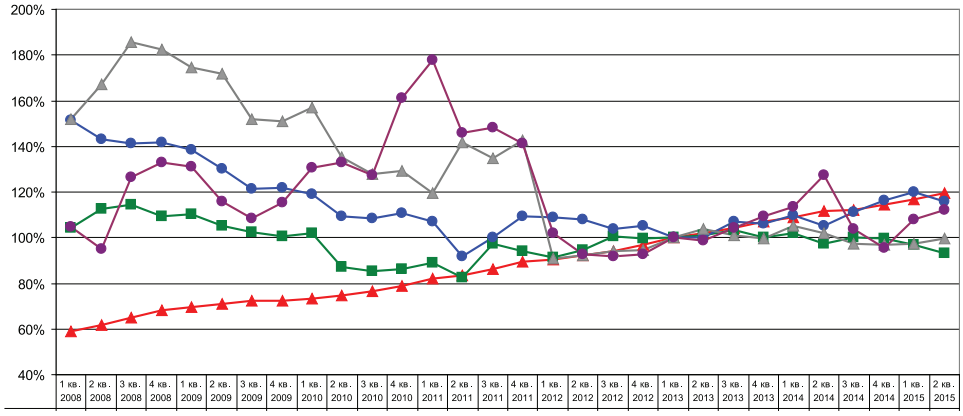


Рис. 1. Динамика индексов средней номинальной цены предложения 1 кв. м объектов в номинальных (текущих) ценах на рынке продажи и инфляции в строительстве по индексам СМР (за 100% взят 1 кв. 2013 г.) Условные обозначения рис. 1:
– базовый индекс стоимости строительно-монтажных работ (инфляция в строительстве);
– сегмент торговых помещений; – сегмент офисных помещений;
– сегмент производственных помещений; – сегмент складских помещений

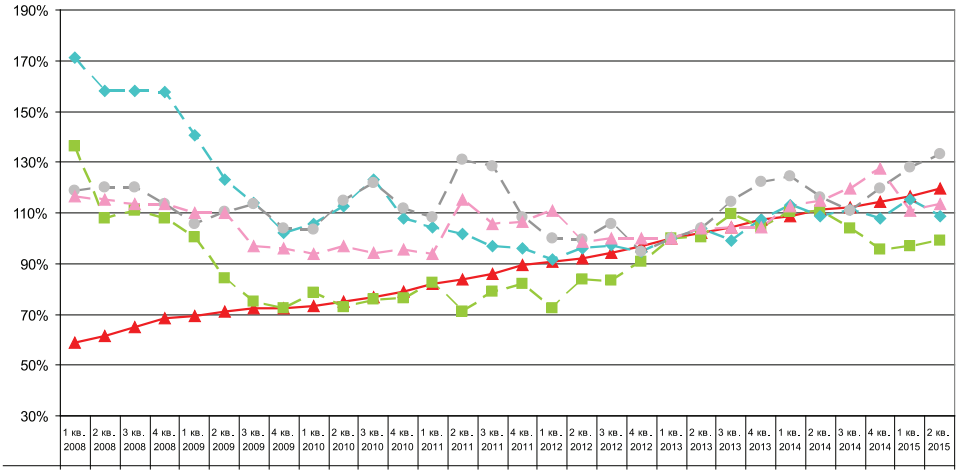


Рис. 2. Динамика индексов средней цены предложения 1 кв. м объектов в номинальных (текущих) ценах на рынке аренды и инфляции в строительстве по индексам СМР (за 100 % взят 1 кв. 2013 г.)
Условные обозначения рис. 2:
– базовый индекс стоимости строительно-монтажных работ (инфляция в строительстве);
– сегмент торговых помещений; – сегмент офисных помещений;
– сегмент производственных помещений; – сегмент складских помещений

Таблица 1

Факторы внешней экономической среды

Периоды	Докризисный	Кризисный	Посткризисный	Кризисный
Фактор влияния	2 кв. 2006 – 1 кв. 2008	1 кв. 2008 – 2 кв. 2010	2 кв. 2010 – 4 кв. 2014	4 кв. 2014 – настоящее время
Внешней экономической среды: Σ, n_b	2	–6	–2	–10
Внешнего и внутреннего потенциала развития МСБ: Σ, n_b	6	–2	3	–6
ИТОГО, n_b	8	–8	1	–16

Динамика цен предложения рынка продаж и аренды коммерческой недвижимости коррелировала с изменением значений оценок факторов влияния. Выявленные закономерности по изменению индексов СМР, индексов цен коммерческой недвижимости на рынке продаж и аренды и влиянию основных факторов, влияющих на динамику цен коммерческой недвижимости г. Новокузнецка, позволяют сформулировать модель прогнозирования цен коммерческой недвижимости. Суть предлагаемой модели заключается в расчете цен (индексов цен) коммерческой недвижимости на период прогноза с использованием функции изменения индексов СМР на основе экспертной оценки основных факторов, влияющих на динамику цен. Горизонт и точность прогнозирования определяется наличием статистической информации, компетентностью экспертов при оценке результирующего вклада всех факторов для конкретного сегмента и временными лагами влияния основных факторов. Временные лаги влияния основных факторов можно оценить по данным анализа рынка коммерческой недвижимости, проводимого авторами. Горизонт и точность прогнозирования также будут определяться перспективами выхода из кризиса экономики РФ и действиями власти на федеральном и региональном уровнях. Угол наклона индексов средней цены предложения относительно базового индекса стоимости строительно-монтажных работ (инфляция в строительстве) отражает тенденции на рынке коммерческой недвижимости: спекулятивный рост – положительный; рыночное равновесие – значение угла наклона близко к нулю или ноль; кризис – отрицательный.

Изменение стоимости недвижимости и ее компонентов во времени можно описать уравнениями прогноза стоимости для соответствующего сегмента. Подстрочный

знак t означает изменение параметра во времени и значение параметра в точке прогноза, 0 – значение параметра в точке отсчета периода, b – означает влияние параметра: балл, bt – означает влияние параметров: балл и время, зу – земельный участок, окс – объект капитального строительства.

Таблица 2

Уравнения прогноза стоимости объекта недвижимости на рынке продаж

Элемент объекта недвижимости	Уравнение прогноза	Связь параметров
Объект недвижимости (ЗУ + ОКС)	$V = (I_t/I_0)(V_0F_{bt} \pm \Delta V_t)$	$V = V_{зу} + V_{окс}$
Земельный участок (ЗУ)	$V_{зу} = X_{зу}(I_t/I_0)(V_0F_{bt} \pm \Delta V_t)$	$X_{зу} = 1 - X_{окс}$
Улучшение (ОКС)	$V_{окс} = X_{окс}(I_t/I_0)(V_0F_{bt} \pm \Delta V_t)$	$X_{окс} = 1 - X_{зу}$

где $X_{зу}$; $X_{окс}$ – доля стоимости ЗУ, ОКСа в стоимости недвижимости;

$V_{зу}$; $V_{окс}$ – стоимость доли ЗУ, ОКСа в прогнозном периоде t;

V_0 – стоимость недвижимости в начале периода;

t – номер периода прогноза, отсчет номера периода $t = x$, соответствует I_0 и V_0;

I_t – индекс СМР для t-периода прогноза, $y = 0{,}0744x + 9{,}4016$; $R^2 = 0{,}9933$; x – номер месяца прогноза; $x = 1$ соответствует, например, для данного уравнения, январю 2015;

I_0 – индекс СМР для начального периода прогноза (текущий период);

F_{bt} – коэффициент влияния основных факторов, определяющих динамику цен;

ΔV_t – интервал фактического колебания цен предложения по данным рынка: до ±25 %.

Уравнения прогноза стоимости дают значение стоимости в соответствии с оценкой основных факторов, влияющих на динамику цен коммерческой недвижимости г. Новокузнецка.

Коэффициент влияния основных факторов, определяющих динамику цен F_{bt}, является функцией вклада всех факторов, имеет характер, близкий к линейному: $F_{bt} = f(n_b)$, где n_b – оценка в баллах результирующего вклада всех факторов; α – коэффициент в функции результирующего вклада всех факторов, устанавливающий связь баллов экспертной оценки для конкретного сегмента с коэффициентом влияния основных факторов и определяемый эмпирически по данным анализа рынка коммерческой недвижимости.

Наиболее вероятный сценарий определяется для конкретного объекта влиянием всех значимых факторов, зависит от маркетингового потенциала объекта, который будет генерировать стоимость, являясь активом бизнеса. Основными факторами влияния в ближайшей перспективе на три – пять лет будут факторы, связанные с рыночной средой. Учитывая восстановление экономики и платежеспособности населения за три – пять лет, следует полагать, что произойдет восстановление уровня цен к докризисному уровню. Совершенствование модели прогноза цен на рынках продажи и аренды требует изучения вклада каждого фактора на основе весового анализа и учета политики власти в сфере МСБ.

Таблица 3

Коэффициент влияния основных факторов, определяющих динамику цен F_{bt}

Ситуация на рынке	Значение n_b	Область значений F_{bt}	Вид функции $F_{bt} = f(n_b)$	Значения коэффициента α
Спекулятивный рост	$n_b > +2$	$F_{bt} > 1$	$F_{bt} = 1 + \boldsymbol{\alpha}\, In_bI$	0,1–0,30
Равновесие	–2...+2	$F_{bt} = 1$	$F_{bt} = 1 \pm \boldsymbol{\alpha}\, n_b$	0,0–0,1
Кризис	$n_b < -2$	$F_{bt} < 1$	$F_{bt} = 1 - \alpha\, In_bI$	0,1–0,30

Список литературы

1. Администрация города Новокузнецка. Комплексный инвестиционный план модернизации моногорода. – Новокузнецк, 2010. –151с.

2. Тарасевич Е.И. Управление эксплуатацией недвижимости. – СПб.: Изд-во «МКС». –2006. – 840 с.

3. Урбан Н.А., Урбан О.А. Факторы стоимости на рынке коммерческой недвижимости г. Новокузнецка /

Н.А. Урбан, О.А. Урбан // Вестник КемГУ. – 2010. – № 1 (41). – С. 90–96.

4. Урбан О.А. Малое предпринимательство в условиях реструктуризации предприятий / О.А. Урбан, И.А. Дейч // Государственная служба. – 2006. – № 4. – С. 110–115.

5. Урбан О.А. Малый бизнес Кузбасса в свете социологического мониторинга / О.А. Урбан, В.В. Барыльников, И.М. Гензель // Уголь. – 2008. – № 9. – С. 39–41.

6. Урбан Н.А., Урбан О.А. Инновационный потенциал предприятий малого и среднего бизнеса Кузбасса / О.А. Урбан, Н.А. Урбан // Вестник КемГУ. – 2012. – № 1. – С. 295–299.

7. Шилова А.Л. Сущность, методы оценки и факторы влияния на инвестиционную привлекательность объекта промышленной недвижимости // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 1 (21). – С. 42.

References

1. Administracija goroda Novokuznecka. Kompleksnyj investicionnyj plan modernizacii monogoroda. Novokuzneck. 2010. 151 p.

2. Tarasevich E.I. Upravlenie jekspluataciej nedvizhimosti. Spb.: Izdatelstvo «MKS». –2006. –840 p.

3. Urban N.A., Urban O.A. Faktory stoimosti na rynke kommercheskoj nedvizhimosti g. Novokuznecka / N.A. Urban, O.A. Urban // Vestnik KemGU. 2010. no. 1 (41) pp. 90–96.

4. Urban O.A. Maloe predprinimatelstvo v uslovijah restrukturizacii predprijatij / O.A. Urban, I.A. Dejch // Gosudarstvennaja sluzhba. 2006. no. 4. pp. 110–115.

5. Urban O.A. Malyj biznes Kuzbassa v svete sociologicheskogo monitoringa / O.A. Urban, V.V. Barylnikov, I.M. Genzel // Ugol. 2008. no. 9. pp. 39–41.

6. Urban N.A., Urban O.A. Innovacionnyj potencial predprijatij malogo i srednego biznesa Kuzbassa. O.A. Urban, N.A. Urban // Vestnik KemGU. 2012. no. 1. pp. 295–299.

7. Shilova A.L. Sushhnost, metody ocenki i faktory vlijanija na investicionnuju privlekatelnost obekta promyshlennoj nedvizhimosti // Problemy sovremennoj jekonomiki. 2007. no. 1 (21). pp. 42.

Рецензенты:

Степанов И.Г., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Новокузнецкий институт (филиал), ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк;

Затепякин О.А., д.э.н., профессор кафедры экономики и финансов, Новокузнецкий филиал, ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет», г. Новокузнецк.

УДК 332.025.13

О РОЛИ ГОСУДАРСТВЕННОГО АУДИТА В СИСТЕМЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ

Шалыгина Н.П., Селюков М.В., Корнева Ю.А.

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: maxisel@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с необходимостью повышения эффективности подходов к осуществлению государственного аудита в системе отечественного здравоохранения, его роли в стратегическом управлении развитием данной сферы национального хозяйства. Описывается природа организационных и финансово-экономических мероприятий, целесообразного и эффективного распределения и использования ресурсов, направленных на развитие российской системы здравоохранения. Исследуются особенности государственного аудита и государственного финансового контроля в системе здравоохранения на региональном уровне. Особое внимание уделено рассмотрению государственного аудита как одного из основных средств осуществления финансово-правовой политики, важнейшего рычага финансового механизма, позволяющего объективно оценить состояние системы здравоохранения и ее субъектов, эффективность реализации государственной политики, в том числе по каждому субъекту Российской Федерации.

Ключевые слова: государственный аудит, государственный финансовый контроль, механизм государственного аудита, система здравоохранения

ON THE ROLE OF PUBLIC AUDIT IN THE SYSTEM OF STRATEGIC MANAGEMENT OF DEVELOPMENT OF HEALTH OF RUSSIA

Shalygina N.P., Selyukov M.V., Korneva Y.A.

Belgorod state national research university, Belgorod, e-mail: maxisel@mail.ru

The article discusses issues related to the need to improve approaches to the implementation of the state audit in the national health care system, its role in strategic management of development of this sector of the national economy. Describes the nature of the organizational and financial-economic activities, efficient and effective allocation and use of resources aimed at the development of Russian healthcare system. Examines the features of the state audit and state financial control in the health care system at the regional level. Keywords: state audit, state financial control, the mechanism of the state audit, the health care system. Special attention is paid to consideration of the state audit, as a major means of implementation financial and legal policy, the most important financial lever mechanism to objectively assess the state of the health system and its subjects, the effectiveness of government policy implementation, including for each subject of the Russian Federation.

Keywords: public audit, public financial control, the mechanism of the state audit, the health care system

Развитие здравоохранения является одним из ключевых направлений обеспечения качества жизни населения России, поскольку ее глобальные стратегические интересы требуют сохранения и улучшения здоровья нации, показатели состояния которого значительно ниже, чем в большинстве развитых стран. С состоянием здоровья населения тесным образом связаны темпы социально-экономического развития страны, эффективность и качество трудовой деятельности, воспроизводство человеческого капитала.

В настоящее время здравоохранение как объект государственного регулирования представляет собой систему социально-экономических, организационно-правовых и медико-санитарных мероприятий, направленных на обеспечение высокого уровня общественного здоровья, и является важным фактором национальной безопасности страны [2]. Однако современное развитие отечественной системы здравоохранения знаменуется, прежде всего, ее реформированием, главной движущей силой которого является комплекс проблем национальной системы здравоохранения, включая проблему низкой социально-экономической эффективности ее деятельности. Вместе с тем объективные социально-экономические и политические причины пока не позволили создать систему управления, которая бы обеспечивала стабильное и полноценное развитие здравоохранения в России.

Для устранения негативных явлений необходимы в первую очередь совершенствование организации здравоохранения и управления им, разработка правовой регламентации этого процесса, повышения качества и эффективности работы органов и учреждений здравоохранения [4].

Улучшение показателей здоровья населения и деятельности организаций системы

здравоохранения требует постоянной модернизации технологической базы отрасли, развития медицинской науки и образования, улучшения кадрового состава. Все это, в свою очередь, требует увеличения доли государственных расходов на развитие системы здравоохранения, что непосредственно повышает значимость осуществления со стороны государства функций контроля и надзора в сфере здравоохранения, разработки действенного механизма государственного аудита в системе стратегического управления развитием здравоохранения на государственном и региональном уровнях.

В последние годы государством инвестированы существенные средства в развитие сферы здравоохранения, ее материально-технической базы. Однако они не позволили значительно улучшить ситуацию, поскольку не сопровождались масштабными и высокоэффективными организационными и финансово-экономическими мероприятиями, целесообразным и эффективным распределением и использованием финансовых ресурсов, направленных на развитие отечественной системы здравоохранения. В связи с этим особое значение в системе стратегического управления развитием здравоохранения приобретают вопросы, связанные с повышением эффективности государственного аудита как одного из основных средств осуществления финансово-правовой политики, важнейшего рычага финансового механизма, позволяющего объективно оценить состояние системы здравоохранения и ее субъектов, эффективность реализации государственной политики, в том числе по каждому субъекту Российской Федерации.

Государственный аудит является неотъемлемым элементом системы стратегического управления системой здравоохранения, обеспечивая обратную связь, предоставляя информацию о процессе ее развития и, соответственно, позволяя устранять и предупреждать нарушения, связанные с использованием государственных средств, в целом способствует обеспечению законности финансовой деятельности государства и дает оценку ее целесообразности в системе здравоохранения.

Государственный аудит и контроль – необходимые и взаимодополняющие элементы любой современной системы управления общественными ресурсами. При этом под понятием «государственный аудит» понимается все, что относится к системе внешнего, независимого публичного контроля деятельности органов государства, а понятие «государственный контроль» используется для институтов и процедур, связанных с осуществлением внутреннего самоконтроля государства (прежде всего органов исполнительной власти) [6]. Таким образом, государственный аудит представляет собой систему независимого внешнего публичного аудита деятельности органов государственной власти по управлению общественными ресурсами (финансовыми, материальными, интеллектуальными), один из современных институтов социального контроля, который возникает в условиях распространения идей гуманизма и свободы как институциональный отклик на изменение представлений людей об иерархии взаимоотношений государства, общества и человека [7].

Особенности организации государственного аудита в системе здравоохранения, прежде всего, связаны со спецификой ее функционирования, с инструментарием стратегического развития отечественного здравоохранения. Следует отметить, что государственная система здравоохранения призвана обеспечить равенство граждан в получении медицинской помощи. При такой системе основная часть медицинских учреждений принадлежит государству. Вследствие этого особую значимость в эффективном управлении здравоохранением имеют центральные и местные государственные органы.

Именно за счет государства ведется строительство медицинских учреждений – больниц, поликлиник и др., приобретается медицинское оборудование, что повышает значимость финансового контроля целесообразности освоения средств, направленных на развитие системы здравоохранения. Тем более что государственная (бюджетная) система финансируется из общих налоговых поступлений в государственный бюджет. Следует признать тот факт, что правительство не всегда располагает возможностью расширения фондов здравоохранения и если выделенных сумм недостаточно для удовлетворения потребностей, то возможности привлечения дополнительных средств весьма ограничены.

Из-за недостатка ресурсов страны с бюджетным финансированием здравоохранения намного уступают в технической оснащенности медицины государствам с таким же уровнем социально-экономического развития, но с другим финансированием (страховым или частным). Не хватает современного оборудования, новейших медицинских учреждений с современными технологиями; пациенты зачастую вынуждены ждать очереди на госпитализацию; существует значительный разрыв между первичной медицинской помощью, об-

щей практикой, госпиталями, местными службами здравоохранения. Кроме того, государственное здравоохранение неподотчетно населению: налогоплательщики не располагают информацией о том, на что и сколько расходуется средств, отсутствуют четкие критерии качества медицинской помощи. Система здравоохранения оценивает себя сама, а публикуемые сведения в основном нацелены на пропаганду достижений. В этой связи повышается значимость так называемого внешнего государственного аудита, который осуществляется специализированными государственными органами, на которые возложена внешняя проверка деятельности национальных правительств по управлению общественными финансами и другими публичными ресурсами (государственная собственность, природные, интеллектуальные ресурсы и пр.).

Высшим органом государственной власти по осуществлению внешнего государственного аудита (контроля) является Счетная палата РФ [5], задачами которой при проведении контроля за расходами федерального бюджета на здравоохранение являются:

– организация и осуществление контроля за своевременным исполнением расходных статей федерального бюджета на здравоохранение по объемам, структуре и целевому назначению;

– определение эффективности и целесообразности расходов федерального бюджета на здравоохранение и использования федеральной собственности;

– оценка обоснованности расходных статей проектов федерального бюджета по разделу «Здравоохранение, физическая культура и спорт»;

– финансовая экспертиза проектов федеральных законов, а также нормативных правовых актов федеральных органов государственной власти, предусматривающих расходы на здравоохранение, покрываемые за счет средств федерального бюджета, или влияющих на формирование и исполнение расходов федерального бюджета на здравоохранение;

– анализ выявленных отклонений от установленных показателей расходов федерального бюджета на здравоохранение и подготовка предложений, направленных на их устранение, а также на совершенствование бюджетного процесса в целом;

– контроль за законностью и своевременностью движения средств федерального бюджета, направляемых на здравоохранение, в Центральном банке РФ, уполномоченных банках и иных финансово-кредитных учреждениях Российской Федерации;

– регулярное представление Совету Федерации и Государственной Думе Федерального Собрания РФ информации о ходе исполнения расходов федерального бюджета на здравоохранение и результатах проводимых контрольных мероприятий в данной сфере [1].

В процессе реализации этих задач Счетная палата РФ осуществляет контрольно-ревизионную, экспертно-аналитическую, информационную и иные виды деятельности, обеспечивает единую систему контроля за исполнением расходов федерального бюджета на здравоохранение.

Финансовый контроль за расходами федерального бюджета на здравоохранение, осуществляемый федеральными органами исполнительной власти (внутренний государственный аудит), осуществляют: Федеральное казначейство, Федеральная служба финансово-бюджетного надзора, главные распорядители средств федерального бюджета (в нашем случае – это Министерство здравоохранения России и др.) и распорядители средств федерального бюджета [3].

Оценивая результаты как внешнего, так и внутреннего государственного аудита развития отечественной системы здравоохранения за последние годы, следует говорить о ярко выраженных негативных тенденциях, складывающихся в этой сфере народного хозяйства РФ. Так, согласно данным проверки Счетной палаты РФ в настоящее время только пять субъектов РФ (Кировская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Челябинская область, Республика Саха (Якутия) и Хабаровский край) достигли всех плановых значений, характеризующих развитие системы здравоохранения. Более того, проверка показала, что планирование мероприятий по оптимизации проводилось каждым регионом самостоятельно при отсутствии единой методологии и общих подходов к оценке неэффективно работающих медицинских организаций, расчета потребности в объемах медицинской помощи по профилям и необходимых ресурсов [8].

Основа для планирования деятельности медицинских организаций и финансирования медпомощи – территориальные программы госгарантий. В то же время анализ территориальных программ, утвержденных на 2015 г. и на плановый период 2016 и 2017 гг., показал несбалансированность их финансового обеспечения, в том числе по видам медицинской помощи. По сравнению с 2014 г. установлен рост дефицита средств территориальных программ за счет консолидированного

бюджета региона. В 2014 г. дефицит был выявлен в 59 регионах в размере 102 млрд рублей, а в 2015 г. – в 62 регионах в размере 127 млрд рублей, в том числе по 5 регионам, не являющимся дотационными. Также на 2015 г. 9 регионов утвердили свои территориальные программы с дефицитом средств обязательного медицинского страхования (далее – ОМС) в общем объеме 4,93 млрд рублей из-за неисполнения обязательств регионов по финансированию медпомощи, оказываемой сверх базовой программы ОМС.

По информации, представленной всеми регионами, под мероприятия по оптимизации подпадают 952 медицинских организации, из них 472 – в 2015 г. (49,6 %). Из 952 медицинских организаций за 2014–2018 гг. предполагается ликвидировать 41 медицинскую организацию, реорганизовать в качестве филиалов 911 медицинских организаций. В 2014 г. в мероприятиях по оптимизации участвовало 359 медицинских организаций, из них было ликвидировано 26. 330 потеряли свою самостоятельность. До конца 2018 г. планируется закрыть еще 15 медицинских организаций и реорганизовать 581. В основном это больницы и поликлиники. В результате к концу 2018 г. по сравнению с 1 января 2014 г. численность больничных организаций сократится на 11,2 %, амбулаторно-поликлинических организаций – на 7,2 %. Кроме того, до 2018 г. регионы планируют сократить фельдшерские и фельдшерско-акушерские пункты (ФАПы), заместив их частично офисами врачей общей практики [8].

В целом можно констатировать – основные цели оптимизации сети медицинских организаций государственной и муниципальной систем здравоохранения не были достигнуты – ожидаемого роста эффективности и доступности медицинской помощи пока не произошло. Одним из важнейших факторов, оказывающих негативное влияние на складывающуюся ситуацию, является неэффективное расходование бюджетных средств, направленных на развитие отечественного здравоохранения, некачественное планирование и недостаточный контроль государственных бюджетных и автономных учреждений по использованию средств, субсидий на выполнение государственного задания и иные цели по развитию здравоохранения в России.

Особо следует отметить недостаточную эффективность освоения средств на развитие здравоохранения на региональном уровне. В ряде регионов выделяемые государством средства не «отрабатываются», при этом выдаются новые средства на одни и те же проекты в этой сфере. К сожалению, в некоторых регионах России уже стало тенденцией нарушение сроков сдачи в эксплуатацию медицинских учреждений, что влечет за собой последующее удорожание стоимости их строительства. И соответственно растет объем незавершенного строительства. Причины такого положения вещей не являются секретом, это и коррупция, и нецелевое использование средств, а также низкий уровень квалификации управленческого персонала. Поэтому встает вопрос о совершенствовании механизма выделения средств на реализацию проектов в сфере здравоохранения на региональном уровне, повышения качества технико-экономического обоснования предлагаемых мероприятий, а также повышения административной и уголовной ответственности лиц за эффективное расходование государственных средств на развитие отечественной системы здравоохранения. При этом, несомненно, существенное значение приобретают аспекты совершенствования технологий и методов как внешнего, так и внутреннего государственного аудита сферы здравоохранения. Прежде всего, должна быть усовершенствована соответствующая законодательная, нормативная, правовая, методическая база, требуется разработать единые стандарты контрольных мероприятий. Необходимо четко разграничить полномочия финансового контроля в сфере здравоохранения, как по горизонтали, так и по вертикали. Особую значимость в системе стратегического развития отечественного здравоохранения приобретает совершенствование инструментария государственного аудита эффективности данной сферы хозяйствования, что позволит повысить качество определения результативности деятельности органов исполнительной власти в сфере здравоохранения на уровне субъекта Федерации, территориального фонда обязательного медицинского страхования, государственных и муниципальных учреждений здравоохранения, страховых медицинских организаций, работающих в системе обязательного медицинского страхования при выполнении ими поставленных задач по реализации конституционного права граждан Российской Федерации на бесплатную медицинскую помощь за счет средств бюджетов всех уровней, системы обязательного медицинского страхования и других поступлений.

Список литературы

1. Ахмедова И.Ш. Вопросы правового регулирования деятельности органов государственного финансового контроля за расходами федерального бюджета на здравоохранение [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». Информ. банк. «Версия Проф». Разд. «Законодательство».

2. Батиевская В.Б. Повышение качества государственного управления здравоохранением как необходимое условие его успешного развития // Социогуманитарный вестник. – 2013. – № 2. – С. 42–44.

3. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 145-ФЗ [Электронный ресурс]: Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/popular/budget/.

4. Ерохина, Т.В. Государственное управление здравоохранением в Российской Федерации. – М., 2008.

5. О Счетной палате Российской Федерации: Федеральный закон от 5 апреля 2013 г. № 41-ФЗ [Электронный ресурс]: Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170581/.

6. Селюков М.В. Система государственного и муниципального финансового контроля как фактор укрепления национальной безопасности РФ / М.В. Селюков, В.А. Могилевская, А.С. Могилевский // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7 (часть 1). – С. 207–211.

7. Степашин, С.В. Государственный аудит и экономика будущего. – М., 2008.

8. Счетная палата проверила оптимизацию в сфере здравоохранения, культуры, образования и социального обслуживания [Электронный ресурс]: Офиц. сайт Счетной палаты РФ. – Режим доступа: http://www.ach.gov.ru/press_center/news/21297.

References

1. Ahmedova I. Sh. Voprosy pravovogo regulirovaniya deyatelnosti organov gosudarstvennogo finansovogo kontrolya za raskhodami federalnogo byudzheta na zdravoohranenie-[Ehlektronnyj resurs] // Spravochno-pravovaya sistema konsultantplyus inform-bank versiya prof razd zakonodatelstvo.

2. Batievskaya V.B. Povyshenie kachestva gosudarstvennogo upravleniya zdravoohraneniem kak neobhodimoe uslovie ego uspeshnogo razvitiya // Socio-gumanitarnyj vestnik 2013-2. pp. 42–44.

3. Byudzhetnyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 31 iyulya 1998g. № 145-FZ [Ehlektronnyj resurs]: Spravochno-pravovaya sistema konsultantplyus. – Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/popular/budget/.

4. Erohina T.V. Gosudarstvennoe upravlenie zdravoohraneniem v rossijskoj federacii. M, 2008.

5. O schetnoj palate Rossijskoj Federacii federalnyj zakon ot 5 aprelya 2013 g. № 41-FZ [Ehlektronnyj resurs]: Spravochno-pravovaya sistema konsultantplyus. – Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170581/.

6. Selyukov M.V. Sistema gosudarstvennogo i municipalnogo finansovogo kontrolya kakfaktor ukrepleniya nacionalnoj bezopasnosti rf / M.V. Selyukov, V.A. Mogilevskaya, A.S. Mogilevskij // Fundamentalnye-issledovaniya 2015, 7 chast 1. pp. 207–211.

7. Stepashin S.V. Gosudarstvennyj audit i ehkonomika budushchego. M., 2008.

8. Schetnaya palata proverila optimizaciyu v sfere zdravoohraneniya kultury obrazovaniya i socialnogo obsluzhivaniya [Ehlektronnyj resurs] / ofic sajt schetnoj palaty rf. Rezhim dostupa: http://www.ach.gov.ru/press_center/news/21297.

Рецензенты:

Растворцева С.Н., д.э.н., профессор кафедры мировой экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород;

Зимакова Л.А., д.э.н., профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород.

УДК 332.145

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Якупова Н.М., Андреев А.В.

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, e-mail: Aleksey_Andreev_mail@mail.ru

Используемая в настоящее время методика прогнозирования потребности бюджетных учреждений в электрической энергии, основанная на применении усредненных нормативов по субъекту федерации, не отражает влияние определенных внешних и внутренних факторов деятельности учреждения на объем электропотребления, что приводит в конечном итоге к неэффективному использованию бюджетных средств. Эта проблема особенно актуальна для местных бюджетов, так как многочисленная сеть учреждений образования, культуры финансируется за счет средств этих бюджетов. В статье анализируется степень влияния факторов внутренней и внешней среды на потребление электрической энергии в общеобразовательных организациях на примере муниципальных районов Республики Татарстан. По результатам проведенного исследования сделан вывод о том, что потребление электрической энергии общеобразовательными организациями характеризуется выраженной сезонностью, в связи с чем форма отображения модели представлена как мультипликативная тренд-сезонная модель, для которой определены значения компонент на основе корреляционно-регрессионного анализа. Аналогичные расчеты проведены по другим муниципальным районам Республики Татарстан, по итогам которого построены тренд-сезонные модели для каждого исследуемого района.

Ключевые слова: электроэнергия, бюджетные учреждения, энергопотребление, нормативы потребления энергоресурсов, внутренние и внешние факторы среды, тренд-сезонная модель, корреляционно-регрессионный анализ

IMPROVEMENT OF METHODS OF PLANNING LIMITS ELECTRICITY CONSUMPTION IN BUDGETARY INSTITUTIONS

Yakupova N.M., Andreev A.V.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: Aleksey_Andreev_mail@mail.ru

The currently used method of forecasting the needs of public institutions in electricity, based on the use of standards for the average of the Federation, does not reflect the impact of certain internal and external factors of the institution on the amount of electricity that leads, ultimately, to an inefficient use of budgetary funds. This issue is particularly relevant for local budgets, as a large network of institutions of education, culture funded by these budgets. The article analyzes the degree of influence of factors internal and external environment on the consumption of electric energy in educational institutions on the example of the municipal districts of the Republic of Tatarstan. As a result of the Exploration concluded that the consumption of electricity general education organizations characterized by marked seasonality, and therefore the shape of the display model is presented as a multiplicative trend-seasonal model, for which the values of the components based on correlation – regression analysis. Similar calculations are performed for other municipal districts us the Republic of Tatarstan, the results of which are constructed trend-seasonal model for each study area.

Keywords: electricity, budgetary institutions, energy consumption, energy consumption standards, internal and external environmental factors, the seasonal trend model of correlation – regression analysis

Продолжая цикл статей, посвященных применению методов экономико-математического моделирования при планировании потребления энергоресурсов, авторы публикуют итоги исследования, посвященного выявлению степени и направления влияния факторов среды на потребление электроэнергии. Отметим, что 50–70% потребленной электроэнергии расходуется на нужды освещения [2].

Изучение влияния внутренних и внешних факторов среды на потребление электроэнергии проводилось на основе данных по общеобразовательным организациям, предоставленных отделами образования ряда муниципальных районов РТ: Спасского, Алексеевского, Новошешминского и Чистопольского – за период с 2009 по 2013 годы. Для построения и идентификации экономико-математической модели в качестве примера нами рассмотрены общеобразовательные организации Спасского муниципального района.

На первом этапе исследования определены внутренние и внешние факторы среды, оказывающие влияние на потребление электроэнергии. Выдвинута гипотеза, что к таким факторам относятся:

– продолжительность светового дня;

– доля общеобразовательных организаций, требующих капитального ремонта,

в общем количестве общеобразовательных организаций;

– доля общеобразовательных организаций, оснащенных приборами учета электрической энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций;

– доля общеобразовательных организаций, с которыми заключены энергосервисные контракты, в общем количестве общеобразовательных организаций;

– доля общеобразовательных организаций, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве общеобразовательных организаций.

Следующим этапом определяются количественные характеристики внутренних и внешних факторов среды и потребления электрической энергии. Анализ временного ряда удельного потребления электроэнергии с января 2009 года по декабрь 2013 года выявил наличие сезонного характера потребления электроэнергии. Так, в зимние месяцы при сокращенной продолжительности светового дня удельное потребление электрической энергии увеличивается до 2,5–2,8 кВт/ч на квадратный метр в месяц в летний период происходит сокращение потребления на 1,4–2,1 кВт/ч на квадратный метр в месяц.

Изучение потребления электроэнергии общеобразовательными организациями Спасского муниципального района показало, что оно носит сезонный характер. В связи с чем модель зависимости потребления электроэнергии от внутренних и внешних факторов среды имеет вид мультипликативной тренд-сезонной модели [5].

Для расчета количественных характеристик сезонной компоненты был определен период сезонных колебаний на основе анализа коэффициента автокорреляции n-го порядка для каждого месяца.

Для первого порядка значение коэффициента автокорреляции составило $r_1 = 0{,}8$, второго – 0,5, третьего – 0,06 и т.д. Наибольшее значение коэффициента автокорреляции соответствует декабрю (0,9), что позволяет считать периодичность сезонного колебания потребления электроэнергии равной 12 месяцам.

Согласно методике построения тренд-сезонных моделей рассчитывается скорректированная сезонная компонента на основе скользящей средней и центрированной скользящей средней. В мультипликативной модели сумма значений сезонной компоненты по всем месяцам должна быть равна числу периодов в цикле. Для выполнения этого требования нами определен корректирующий коэффициент по анализируемому муниципальному району и произведена соответствующая корректировка. Скорректированные значения сезонной компоненты по удельному потреблению электроэнергии представлены в табл. 1.

Таблица 1

Числовые значения скорректированной сезонной компоненты по потреблению электроэнергии для общеобразовательных организаций Спасского муниципального района

Месяц	Числовые характеристики скорректированной сезонной компоненты, кВт/ч на квадратный метр в месяц
Январь	1,5533
Февраль	1,5555
Март	1,3187
Апрель	0,9485
Май	0,6722
Июнь	0,5167
Июль	0,2204
Август	0,3398
Сентябрь	0,7574
Октябрь	1,0874
Ноябрь	1,3046
Декабрь	1,7256
Итого	12

Анализ табл. 2 позволяет говорить о том, что наблюдается определенная динамика значений скорректированной сезонной компоненты: с приближением теплого времени года происходит снижение значений сезонной компоненты.

Таким образом, в табл. 2 нами определены числовые характеристики сезонной компоненты (S). Далее определим значения переменной тренда (Т), под которой мы понимаем потребление электроэнергии, не подверженное влиянию сезонности.

С целью проведения проверки качества экономико-математической модели необходимо исследование на выполнимость предпосылок, одной из которых является отсутствие мультиколлинеарности [3, 4]. Проверка показала, что между фактором «продолжительность дня» и сезонной компонентой существует мультиколлинеарность. В связи с чем из дальнейшего рассмотрения нами был исключен фактор «продолжительность дня».

Далее для выявления «чистого» влияния факторов внутренней среды на тренд потребления электроэнергии производится исключение фактора сезонности из потребления электроэнергии. Для установления числовых характеристик тренда определяется разность

между величиной помесячного удельного потребления электроэнергии и величиной сезонной компоненты за соответствующий месяц.

Следующим шагом является проведение корреляционного анализа определения тесноты связи между трендом и факторами внутренней среды.

Для удобства расчетов нами введены следующие обозначения:

– зависимая переменная (трендовая компонента) – удельное потребление электрической энергии, не подверженное влиянию сезонности (кВт/ч на квадратный метр в месяц).

Независимые переменные нами обозначены как:

– доля общеобразовательных организаций, требующих капитального ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций – Sh.rep;

– доля бюджетных учреждений, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве бюджетных учреждений – Sh.audit;

– доля бюджетных учреждений, с которыми заключены энергосервисные контракты, в общем количестве бюджетных учреждений – Sh.service;

– доля бюджетных учреждений, оснащенных приборами учета электрической энергии, в общем количестве бюджетных учреждений – Sh.device.

Предварительный анализ массива данных позволил нам исключить такие независимые переменные, как доля бюджетных учреждений, оснащенных приборами учета электрической энергии, в общем количестве бюджетных учреждений и доля бюджетных учреждений, с которыми заключены энергосервисные контракты, в общем количестве бюджетных учреждений. Целесообразность исключения этих переменных продиктована тем, что количественные значения переменных за анализируемый период являлись константами: приборы учета электроэнергии установлены во всех бюджетных учреждениях района (доля = 1), а энергосервисные договоры не заключались (доля = 0).

В табл. 2 представлена матрица корреляционного анализа по оставшимся переменным.

Таблица 2

Матрица корреляционного анализа

	T	Sh.rep	Sh.audit
T	1		
Sh.rep	0,701346	1	
Sh.audit	–0,5942	–0,47848	1

Из данных табл. 3 видно, что связь между удельным потреблением электронергии на квадратный метр и независимыми переменными по шкале Чеддока [4] характеризуется как: с переменной Sh.rep – прямая высокая; с переменной Sh.audit – обратная заметная.

В табл. 3 представлены результаты регрессионного анализа эконометрической модели.

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа эконометрической модели потребления электроэнергии

Показатель	Значение
Множественный R	0,760676
R-квадрат	0,578629
Нормированный R-квадрат	0,563844
Стандартная ошибка	0,263202
Наблюдения	60

Из данных табл. 4 видно, что коэффициент детерминации равен 0,578629, что говорит о необходимости дальнейшего исследования качества модели. Информация о результатах многофакторного дисперсионного анализа представлена в табл. 4.

Результаты проведенного многофакторного дисперсионного анализа показывают высокое качество полученной модели. Иными словами, модель и ее параметры статистически значимы с вероятностью $P = 95\,\%$.

В табл. 5 представлены рассчитанные коэффициенты регрессии.

Таблица 4

Результаты многофакторного дисперсионного анализа

Показатель	df	SS	MS	F	Значимость *F*
Регрессия	2	5,422351	2,711176	39,1363	2,01E-11
Остаток	57	3,948687	0,069275		
Итого	59	9,371038			

Таблица 5

Коэффициенты регрессии

	Y-пересечение	Sh.rep	Sh.audit
Коэффициенты	1,203967	2,240451	–0,31329
Стандартная ошибка	0,153128	0,405603	0,091459
t-статистика	7,862516	5,523751	–3,42546
P-Значение	1,16E-10	8,54E-07	0,001144
Нижние 95%	0,897335	1,428244	–0,49644
Верхние 95%	1,5106	3,052657	–0,13015
Нижние 95%	0,897335	1,428244	–0,49644
Верхние 95%	1,5106	3,052657	–0,13015

Таким образом, для общеобразовательных организаций Спасского муниципального района РТ нами была построена модель зависимости трендовой компоненты от внутренних факторов среды:

$$T = 1{,}20397 + 2{,}24045 \cdot Sh.rep - 0{,}3133 \cdot Sh.audit + E, \quad (1)$$

где Т – удельное потребление электрической энергии, не подверженное влиянию сезонности, (кВт/ч на квадратный метр в месяц); Sh.rep – доля общеобразовательных организаций, требующих капитального ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций; Sh.audit – доля общеобразовательных организаций, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве общеобразовательных организаций.

Из формулы (2) видно, что при увеличении на 1 пункт доли общеобразовательных организаций, требующих капитального ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций удельное потребление электроэнергии увеличивается на 2,24045 кВт/ч на квадратный метр в месяц. Увеличение доли общеобразовательных организаций, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве общеобразовательных организаций на 1 пункт влечет за собой уменьшение удельного потребления электроэнергии на 0,3133 кВт/ч на квадратный метр в месяц.

Следовательно, тренд-сезонная модель для общеобразовательных организаций Спасского муниципального района имеет вид

$$У = S \cdot (1{,}20397 + 2{,}24045 \cdot Sh.rep - 0{,}3133 \cdot Sh.audit)\ E, \quad (2)$$

где У – удельное потребление электроэнергии (кВт/ч на квадратный метр в месяц); S – сезонная компонента; E – случайная компонента.

С одной стороны, определение норматива потребления электроэнергии на основе ретроспективных данных подвержено влиянию ошибок прошлого, заключающихся в не всегда эффективном электропотреблении, но с другой стороны, как отмечает Р.Г. Баширов, нормирование без фактических данных означало бы отрыв планируемых показателей от реальной действительности. Поэтому определение норматива потребления электроэнергии на основе ретроспективных данных следует считать одним из методологических принципов нормирования [1].

Аналогичные расчеты, проведенные по Новошешминскому, Алексеевскому и Чистопольскому муниципальным районам, также позволили построить тренд-сезонные модели (табл. 6).

Таблица 6

Тренд-сезонные модели потребления электроэнергии в общеобразовательных организациях Чистопольского, Алексеевского, Новошешминского муниципальных районов РТ

№ п/п	Муниципальный район РТ	Модель
1	Чистопольский	$У = S \cdot (1{,}52909 + 1{,}147859 \cdot Sh.rep) \cdot E$
2	Алексеевский	$У = S \cdot (1{,}485866 + 1{,}045356 \cdot Sh.rep) \cdot E$
3	Новошешминский	$У = S \cdot (0{,}962438 + 1{,}1479 \cdot Sh.rep) \cdot E$

В трех анализируемых районах проведение энергетического аудита не повлияло на удельное потребление электроэнергии, что объясняется отсутствием вариативности переменной «доля общеобразовательных организаций, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве общеобразовательных организаций».

Таким образом, планирование потребления электроэнергии на основе применения тренд-сезонных моделей учитывает фактические условия функционирования общеобразовательных организаций и позволяет выявить внутренние и внешние факторы среды, которые оказывают влияние на потребление электроэнергии, что дает возможность воздействовать на них в целях снижения их негативного воздействия и повышения эффективности бюджетных расходов.

Список литературы

1. Баширов М.Г. Экономика электропотребления в промышленности: учеб. пособие для вузов / М.Г. Баширов и др. / под ред. М.Г. Баширова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2 004. – 156 с.

2. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б., Солнцев Е.Б., Шмелев М.Е., Фитасов А.Н. Энергоаудит организаций бюджетной сферы Нижегородского региона // Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. – Вып. 1. – 1999

3. Мхитарян В.С. Статистика: кчебник / под ред. В.С. Мхитаряна. – М.: Экономистъ, 2005. – 671 с.

4. Назаров М.Г. (ред.) Курс социально-экономической статистики. – М.: Финстатинформ, Юнити-Дана, 2000. – 771 с.

5. Осипов А.Л., Храпов В.Н. Эконометрика: учебно-методический комплекс для дистанционного обучения. – Новосибирск: СибАГС, 2002. – 172 с.

References

1. Bashirov M.G. EHkonomika ehlektropotrebleniya v promyshlennosti: Ucheb. posobie dlya vuzov / M.G. Bashirov i dr. Pod red. M.G. Bashirova. Ufa: Izd-vo UGNTU, 2004. 156 p.

2. Vagin G.Y., Loskutov A.B., Solncev E.B., SHmelev M.E., Fitasov A.N. EHnergoaudit organizacij byudzhetnoj sfery Nizhegorodskogo regiona. EHnergoehffektivnost: opyt, pro-blemy, resheniya. Vypusk 1. 1999

3. Mhitaryan V.S. Statistika. Uchebnik / Pod red. V.S. Mhitaryana. M.: EHkonomist, 2005. 671 p.

4. Nazarov M.G. (red.) Kurs socialno-ehkonomicheskoj statistiki. M.: Finstatin-form, YUniti-Dana, 2000 g. 771 p.

5. Osipov A.L., Hrapov V.N. EHkonometrika: Uchebno-metodicheskij kompleks dlya di-stancionnogo obucheniya. Novosibirsk: SibAGS, 2002. 172 p.

Рецензенты:

Шигаев А.И., д.э.н., старший преподаватель кафедры управленческого учета и контроллинга, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;

Кундакчян Р.М., д.э.н., профессор, зав. кафедрой экономической теории, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.

УДК 336.71.078.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

[1,2]Янова Е.А., [1,3]Певцов Е.Д., [1,4]Сухов Д.А.

[1]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: yanova.ea@gmail.com;

[2]Северо-Западный филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия», Санкт-Петербург, e-mail: yanova.ea@gmail.com;

[3]ОАО АКБ «Авангард», Санкт-Петербург, e-mail: pevcov@list.ru;

[4]ООО «Фаэтон – топливная сеть № 1», Санкт-Петербург, e-mail: dmitry.a.suhov@gmail.com

Настоящая статья посвящена исследованию деятельности кредитных организаций в РФ и выявлению перспектив их развития. Актуальность работы заключается в том, что формирование устойчивой банковской системы необходимо для успешной интеграции страны в мировую систему хозяйственных отношений. В ходе исследования были проанализированы такие показатели, как количество банковских организаций, их соответствие нормам достаточности капитала, объемы привлеченных и выданных кредитов, просроченная задолженность, а также сравнены ставки по кредитам с инфляцией. Выявлен ряд негативных явлений, в том числе ослабление конкуренции, ухудшение условий кредитования, недостаточное количество источников долгосрочного фондирования. В числе мер, направленных на улучшение ситуации, представлены: усиление надзора со стороны ЦБ, качественное изменение законодательства, а также разработка мер по поддержке системно значимых банков.

Ключевые слова: кредитные организации, банковская система, ЦБ, активы банков, достаточность капитала, кредиты, депозиты, задолженность, надзор, инфляция

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF CREDIT ORGANIZATIONS IN RUSSIAN FEDERATION

[1,2]Yanova E.A., [1,3]Pevtsov E.D., [1,4]Sukhov D.A.

[1]University ITMO, St. Petersburg, e-mail: yanova.ea@gmail.com;

[2]Northwest Branch of FGBOUVO «Russian State University of Justice», St. Petersburg, e-mail: yanova.ea@gmail.com;

[3]JSC JSB Avangard, St. Petersburg, e-mail: pevcov@list.ru;

[4]JSC Faeton – a fuel network № 1, St. Petersburg, e-mail: dmitry.a.suhov@gmail.com

This article is devoted to the activities of credit organizations in Russia and identify prospects for their development. Relevance of the work lies in the fact that the formation of a stable banking system is necessary for successful integration into the global system of economic relations. This article includes analysis of such indicators as the number of banking institutions, capital adequacy ratio, volume of loans issued, arrears and the interest rates on loans compared with inflation. Russian banking system has a number of negative effects including the weakening of competition, tighter credit conditions, insufficient number of long-term funding sources. Among the measures aimed at improving the situation presented supervision by the Central Bank, qualitative change in the legislation and the development of measures to support systemically important banks.

Keywords: credit institutions, banking system, Central Bank, assets, capital adequacy, loans, deposits, debt, inflation

В последние десятилетия в мировой экономике происходят значительные изменения, связанные со стремительным развитием международных рынков, их сближением, углублением международного разделения труда. Национальные рынки объединяются в общее мировое финансовое пространство.

Основным элементом финансовой системы являются банки. Стабильность и эффективность работы последних во многом определяют развитие экономики страны. Именно поэтому формирование устойчивой банковской системы является одной из важнейшей задач государства.

Для Российской Федерации этот вопрос очень актуален в связи со сравнительно небольшим опытом применения рыночных механизмов регулирования банковской системы, а также интеграцией в мировую хозяйственную систему. В данный момент перед этим сектором экономики страны стоит задача усиления своих позиций как внутри, так и вне ее пределов, выражающаяся в повышении доверия к банковским учреждениям и создании благоприятного инвестиционного климата, укреплении своих позиций на рынке и расширении спектра предоставляемых услуг.

Таблица 1

Количество зарегистрированных кредитных организаций в РФ в 2000–2015 гг.

Год	Общее количество участников (банковских и небанковских организаций)		Иностранные кредитные организации		Участники АСВ (с 01.11 2005 г.)	Количество филиалов	
	Всего банков	в том числе небанковских кредитных организаций	Всего	в том числе со 100 %-ным иностранным участием		Всего	Из них входящих в Сбербанк
2000	1349	34	133	20	-	3923	1689
2001	1311	37	130	22	-	3793	1529
2002	1319	43	126	23	-	3433	1233
2003	1329	47	126	27	-	3326	1162
2004	1329	52	128	32	-	3219	1045
2005	1299	50	131	33	-	3238	1011
2006	1253	48	136	41	930	3295	1009
2007	1189	46	153	52	924	3281	859
2008	1136	44	202	63	909	3455	809
2009	1108	50	221	76	893	3470	775
2010	1058	51	226	82	859	3183	645
2011	1012	57	220	80	832	2926	574
2012	978	56	230	77	806	2807	524
2013	956	59	244	73	793	2349	239
2014	923	64	251	76	762	2005	95
2015	834	51	225	75	698	1987	90

Примечание. Таблица составлена на основе данных [5].

На протяжении последних 15 лет в банковской сфере произошел ряд институциональных изменений, на которые, по нашему мнению, следует обратить внимание (табл. 1).

На основании данных табл. 1 можно сделать следующие выводы:

– количество кредитных организаций к 2015 г. сократилось на 39,2 % по сравнению с 2000 г. Причинами подобного сокращения служат как ужесточившаяся политика ЦБ РФ в части требований по соблюдению законодательства, предоставлению более прозрачной отчетности, а также повышение требований к ликвидности и достаточности капитала, так и негативные явления, связанные с мировым финансовым кризисом и его последствиями, которые затронули отечественные банки;

– увеличилось количество иностранных кредитных организаций и их доля в общем количестве зарегистрированных банков в России. Если в 2000 г. удельный вес иностранных кредитных организаций составлял лишь 9,8 % от общего числа банков (со 100 %-ным иностранным участием – 1,5 %), то в результате постепенного увеличения их числа к 2015 г. доля составляла уже 27 % (соответственно 8,9 со 100 %-ным иностранным участием). С одной стороны, это свидетельствует о международной привлекательности российских банков, однако, в то же время усиление позиций иностранных КО может навредить развитию отечественных банков, замедлить темпы их развития;

– доля участников Ассоциации по страхованию вкладов (АСВ) за рассматриваемый период увеличилась с 74,2 % в 2000 г. до 83,7 % по состоянию на 01 января 2015 года. Это позитивный момент, поскольку участие кредитной организации в АСВ повышает ее надежность в глазах вкладчиков – физических лиц;

– произошло серьезное (почти двукратное) сокращение филиалов банков в регионах нашей страны. Яркий пример происходящих изменений – ОАО «Сбербанк России», чья филиальная сеть сократилась с 1689 филиалов в 2000 г. до 90 в 2015 г.

Степень значимости банковского бизнеса подтверждается и динамикой объемов банковских активов. Банк размещает средства в те или иные активы, чтобы получить доход и успешно рассчитываться по своим обязательствам, оставаясь при этом с прибылью (табл. 2).

Таблица 2

Показатели уставного капитала, банковских активов и ВВП России в 2000–2014 гг.

Год	ВВП, млрд руб.	Банковские активы, млрд руб.	В % к ВВП	Зарегистрированный УК банков, млрд руб.	В % к ВВП
2000	7 306	2 261	30,9%	111,1	1,5%
2001	8 944	3 048	34,1%	207,4	2,3%
2002	10 831	3 916	36,2%	261,0	2,4%
2003	13 243	5 351	40,4%	300,4	2,3%
2004	16 752	6 595	39,4%	362,0	2,2%
2005	21 610	8 999	41,6%	380,5	1,8%
2006	26 917	12 667	47,1%	444,4	1,7%
2007	33 248	18 278	55,0%	566,5	1,7%
2008	41 277	25 276	61,2%	731,7	1,8%
2009	38 786	27 999	72,2%	881,4	2,3%
2010	46 309	31 908	68,9%	1 244,4	2,7%
2011	55 967	38 464	68,7%	1 186,2	2,1%
2012	62 176	47 096	75,7%	1 214,3	2,0%
2013	66 190	54 981	82,4%	1 341,4	2,0%
2014	71 406	57 423	80,4%	1 463,9	2,5%

Примечание. Таблица составлена на основе данных [5].

За рассматриваемые 15 лет объем банковских активов увеличился более чем в 24 раза. Однако самый важный факт состоит в другом: отношение банковских активов к ВВП увеличивалось практически каждый год и с отметки 30,9% в 2000 году достигло значения 80,4% в 2014 году. Подобное увеличение объемов банковских активов свидетельствует о развитии банковского бизнеса в России, роста банковской активности в целом.

Рассматривая ситуацию с объемом привлеченных средств, необходимо обратить внимание на такое понятие, как «достаточность капитала». Норматив достаточности собственных средств (капитала) Н1.0 – основной норматив, который обязаны соблюдать все кредитные организации.

За последние 2 года именно несоблюдение данного норматива послужило основным поводом для отзыва лицензий на проведение банковской деятельности ЦБ РФ у ряда российских банков. Ситуация с соблюдением данного норматива на 01 января 2015 года представлена в табл. 3.

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что в наиболее уязвимом состоянии находятся банки, входящие в ТОП-50 по величине активов. Отзыв лицензии у любой из кредитных организаций этой группы способен сильно негативно повлиять на банковскую систему страны, в связи с чем ЦБ уже неоднократно заявлял о предоставлении финансовой помощи данным банкам в части их докапитализации и предоставлении кредитов на льготных условиях с целью повышения их финансовой устойчивости.Однако важным считаем и изучение динамики привлеченных средств экономических агентов национальной экономики России, представленных в табл. 4.

В области привлечения ресурсов также наблюдается ряд структурных изменений:

– во-первых, это изменение соотношения источников фондирования, т.е. привлечение ресурсов на внутреннем рынке страны. Различные проявления экономического кризиса в прошлом, а сейчас экономические санкции на некоторые крупные банки страны ограничивают возможность в получении краткосрочных займов на европейских рынках.

– во-вторых, совокупный депозитный портфель банков за период с 2000–2014 гг. возрос приблизительно в 48 раз. Это может быть связано с увеличением приоритета депозитов для банков как самого простого источника фондирования.

Таблица 3

Показатель достаточности капитала кредитных организаций, сгруппированных по величине активов, на 01 января 2015 года

Наименование показателя	1–5	6–20	21–50	51–200	201–500	501–830	Итого
Достаточность капитала Н1,0, %	11,4	12,0	10,5	14,3	17,3	30,7	12,0

Таблица 4

Объемы привлеченных средств физических лиц и организаций в банковском секторе РФ в 2000–2014 гг.

Год	Привлеченные средства физических лиц, млн руб.	Процент в пассивах	Привлеченные средства организаций, млн уб.	Процент в пассивах
2000	461 630	20,4	118 360	5,2
2001	453 204	14,9	212 030	7,0
2002	690 056	17,6	252 404	6,4
2003	1 030 807	19,3	383 047	7,2
2004	1 519 454	23,0	509 093	7,7
2005	1 977 193	22,0	757 931	8,4
2006	2 754 561	21,7	1 271 137	10,0
2007	3 809 714	20,8	2 146 735	11,7
2008	5 159 200	20,4	3 520 009	13,9
2009	5 906 990	21,1	4 945 434	17,7
2010	7 484 970	23,5	5 466 580	17,1
2011	9 818 048	25,5	6 035 603	15,7
2012	11 871 363	25,2	8 367 397	17,8
2013	14 251 046	25,9	9 619 503	17,5
2014	16 957 531	25,3	10 838 319	16,2

Примечание. Таблица составлена на основе данных [5].

Таблица 5

Объемы выданных кредитов организациям, кредитным организациям и физическим лицам в России в 2000–2014 гг.

Год	Организациям		Кредитным организациям		Физическим лицам	
	млн руб.	процент от общего объема выданных кредитов	млн руб.	процент от общего объема выданных кредитов	млн руб.	процент от общего объема выданных кредитов
2000	763 346	83,6	104 714	11,5	44 749	4,9
2001	763 346	83,6	104 714	11,5	44 749	4,9
2002	1 191 452	84,1	129 929	9,2	94 653	6,7
2003	1 708 097	80,9	291 416	13,8	112 540	5,3
2004	2 474 290	82,8	263 734	8,8	248 663	8,3
2005	3 406 785	77,9	425 820	9,7	538 161	12,3
2006	4 484 376	72,2	667 974	10,8	1 055 822	17,0
2007	6 298 067	68,3	1 035 601	11,2	1 882 704	20,4
2008	9 532 561	68,5	1 418 099	10,2	2 971 125	21,3
2009	12 843 519	66,3	2 501 238	12,9	4 017 212	20,7
2010	12 879 199	67,2	2 725 931	14,2	3 573 752	18,6
2011	14 529 858	67,5	2 921 119	13,6	4 084 821	19,0
2012	18 400 917	65,9	3 957 996	14,2	5 550 884	19,9
2013	20 917 365	63,6	4 230 398	12,9	7 737 071	23,5
2014	23 678 043	61,1	5 130 641	13,2	9 957 094	25,7

Примечание. Таблица составлена на основе данных [5].

Теперь рассмотрим объемы кредитования физических лиц и организаций, в том числе кредитных организаций.

В табл. 5 представлена динамика объемов кредитования организаций, физических лиц, а также межбанковского кредитования. В результате анализа приведенных статистических данных можно сделать следующие выводы:

– доля кредитов юридическим лицам преобладает над кредитами физических лиц, несмотря на более высокую доходность

розничного кредитования. Это объясняется более высокими рисками при выдаче кредитов физическим лицам;

– наблюдается пятикратное увеличение относительной доли кредитов физическим лицам в 2014 г. (25,7 %) по сравнению с 2000 г. (4,9 %). Положительным моментом является факт экономической активности населения, берущего займы и кредиты, что в свою очередь увеличивает спрос на товары и услуги в целом по экономике (табл. 5);

– рынок межбанковского кредитования развивается схожими темпами с объемами выдаваемых кредитов в целом по стране. Подобный вид кредитования в первую очередь важен для средних и небольших кредитных организаций, у которых в распоряжении имеются сравнительно небольшие объемы собственных средств для развития бизнеса, поскольку доступ к кредитам Банка России для таких банков достаточно затруднен.

Рассмотрение одних лишь объемов кредитования является неполным без анализа существующей ситуации, связанной с просрочкой по выданным кредитам (табл. 6).

Значительные изменения просроченной задолженности вызваны кризисными явлениями. Доля просроченной задолженности у юридических лиц с января 2007 г. по январь 2013 г. увеличилась в 3,75 раза. А развитие доли просроченной задолженности у физических лиц не имеет явно выраженной тенденции развития. Причина этого: низкая эффективность механизмов возврата, отсутствие специализированных законов о коллекторской деятельности, слабо развитая система риск-менеджмента и пр.

Помимо этого, наблюдается отрицательная реальная доходность банковских депозитов для собственников ресурсов. Обратимся к данным из табл. 7.

Средневзвешенная ставка по депозитам сроком до 1 года и для предприятий, и для физических лиц во всех годовых периодах, кроме 2012 г., находится на уровне ниже инфляции. Одной из причин этого является чрезмерная волатильность таких ресурсов для кредитования, т.е. их изменчивость и повышенная рискованность, связанная с их оттоком.

Подводя итоги, можно говорить о процессе государственной монополизации в банковской системе, сокращению конкуренции, что может привести к снижению качества предоставляемых услуг и их доступности.

В качестве комплекса мер по изменению подобной ситуации можно предложить качественное изменение роли государства в банковской деятельности, методов его участия в регулировании банковского сектора экономики страны.

Обнаруженные проблемы с источниками фондирования банков, замедлением темпов кредитования и рост просроченной задолженности обнажают системные проблемы в банковской системе нашей страны.

В продолжение темы возможных мероприятий по поддержке банковского сектора страны необходимо определить новые источники долгосрочного фондирования, а также механизмы, дающие гарантии того, что банки будут вкладывать получаемые ресурсы в кредитование реального сектора экономики.

Таблица 6

Показатели просроченной задолженности кредитования по банковской системе РФ

Наименование показателя	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Доля просроченной задолженности юридических лиц, %	1,2	0,9	2,1	6,0	5,2	4,3	4,5
Доля просроченной задолженности физических лиц, %	2,4	3,1	3,8	6,7	6,8	5,4	3,9

Примечание. Таблица составлена на основе данных [5].

Таблица 7

Средневзвешенные ставки по срочным продуктам до 1 года в рублях и уровень инфляции в РФ в 2007 – 2013 гг.

Наименование показателя	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Уровень инфляции	11,9	13,3	8,8	8,8	6,1	6,6	6,5
Ставка по депозитам физ. лиц, %	4,0	5,2	7,0	8,2	4,9	5,7	6,1
Ставка по депозитам юр. лиц, % год	4,3	4,2	6,9	4,9	3,0	5,4	6,1
Ставка по кредитам физ. лиц, % год	17,9	20,9	27,0	29,3	24,7	24,6	23,7
Ставка по кредитам юр. лиц, % год	10,5	10,8	15,5	13,7	9,1	9,3	9,4

Примечание. Таблица составлена на основе данных [5].

Продолжающаяся череда отзыва лицензий на осуществление банковской деятельности, сокращение темпов роста кредитования, увеличение доли просроченных кредитов – это лишь часть обозначенных проблем сегодняшней банковской системы РФ. Требуется широкая реорганизация бизнеса большинства действующих в России банков, усиление надзора со стороны ЦБ, качественное изменение законодательства, а также разработка мер по поддержке системно значимых банков.

Список литературы

1. Белоглазова Г.Н. Банковское дело: учебник / Г.Н. Белоглазова, Л.П. Кроливецкая. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 592 с.

2. Певцов Е.Д., Сухов Д.А. Базель III и его влияние на современную банковскую систему Российской Федерации // VII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» (01 декабря 2014 – 20 февраля 2015 г.) / Российская Академия Естествознания. – 2015. – Экономические науки: Современные проблемы экономического развития предприятий.

3. Певцов Е.Д., Янова Е.А. Нормативное правовое обеспечение банковской деятельности в России // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 268 с. – http://research.ifmo.ru/file/stat/194/almanah_tom_3.pdf.

4. Сухов Д.А. Монетизация и ее роль в экономическом развитии России // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб.: Университет ИТМО, 2015.

5. Обзор банковского сектора РФ [Электронный ресурс]: Центральный банк Российской Федерации – Режим доступа к сайту: http://www.cbr.ru/analytics/bank_system/obs_1509.pdf.

6. Янова Е.А., Певцов Е.Д. Современное состояние и перспективы развития платежной системы Банка России // XXII международная научно-практическая конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Москва 01.02.2014 г. Аналитический центр «Экономика и финансы», 2014. – 166 с.

References

1. Beloglazova G.N. Bankovskoe delo: uchebnik / G.N. Beloglazova, L.P. Krolivec-kaja. M.: Finansy i statistika, 2006. 592 p.

2. Pevcov E.D., Suhov D.A. Bazel III i ego vlijanie na sovremennuju bankovskuju sistemu Rossijskoj Federacii // VII Mezhdunarodnaja studencheskaja jelektronnaja nauchnaja konferencija «Studencheskij nauchnyj forum» (01 dekabrja 2014 20 fevralja 2015 g.) / Rossijskaja Akademija Estestvoznanija. 2015. Jekonomicheskie nauki: Sovremennye pro-blemy jekonomicheskogo razvitija predprijatij.

3. Pevcov E.D., Janova E.A. Normativnoe pravovoe obespechenie bankovskoj deja-telnosti v Rossii // Almanah nauchnyh rabot molodyh uchenyh Universiteta ITMO. SPb.: Universitet ITMO, 2015. 268 s. http://research.ifmo.ru/file/stat/194/almanah_tom_3.pdf.

4. Suhov D.A. Monetizacija i ee rol v jekonomicheskom razvitii Rossii // Sbornik tezisov dokladov kongressa molodyh uchenyh. Jelektronnoe izdanie. SPb.: Universitet ITMO, 2015.

5. Obzor bankovskogo sektora RF [Jelektronnyj resurs]: Centralnyj bank Ros-sijskoj Federacii Rezhim dostupa k sajtu: http://www.cbr.ru/analytics/bank_system/obs_1509.pdf.

6. Janova E.A., Pevcov E.D. Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija pla-tezhnoj sistemy Banka Rossii // XXII mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija dlja studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, g. Moskva 01.02.2014 g. Analiticheskij centr «Jekonomika i finansy», 2014. 166 p.

Рецензенты:

Будрин А.Г., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой маркетинга и коммуникаций, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург;

Очередько В.П., д.ю.н., к.э.н., профессор, заместитель директора по научной работе, Северо-Западный филиал, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия», г. Санкт-Петербург,