ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 9 2017
Часть 2
ISSN 1812-7339

Журнал издается с 2003 г.

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

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

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

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

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

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Журнал «Фундаментальные исследования» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий, и массовых коммуникаций.
Свидетельство – ПИ № ФС 77-63397.

Все публикации рецензируются.
Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Импакт-фактор РИНЦ (двухлетний) = 1,252.

Учредитель, издательство и редакция:
ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

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

Подписано в печать 29.09.2017
Дата выхода номера 29.10.2017

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

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

Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 30,75
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2017/9

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБИРОВАНИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПРОДУКТА АЗОТНОКИСЛОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА – ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ БИОСИНТЕЗА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
Байбакова О.В. *261*

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ
Березнякова А.В., Безуглов Д.А. *266*

ПОЛНОСТЬЮ ОЦИФРОВАННОЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО: СЛЕЖЕНИЕ, АНАЛИТИКА, МОДЕЛИРОВАНИЕ
Беренов Д.А., Белан С.Б., Аксенов К.А., Перескоков С.А. *272*

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОЛОТ РЕЖУЩЕ-ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С МНОГОРЯДНЫМ ВООРУЖЕНИЕМ
Гилев А.В., Бовин К.А., Шигин А.О., Белозеров И.Р. *278*

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МИСКАНТУСА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
Гисматулина Ю.А. *284*

БИОСИНТЕЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ФЕРМЕНТАТИВНОМ ГИДРОЛИЗАТЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО МАТЕРИАЛА МИСКАНТУСА
Гладышева Е.К. *290*

ОБЗОР МЕТОДОВ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В ГЕТЕРОГЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМАХ
Дворников В.С., Долгов В.В., Венцов Н.Н. *295*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В НАЛОГОВОЙ СЛУЖБЕ
Заболотникова В.С., Ромашкова О.Н. *303*

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ КОММУНИКАЦИЙ В ЛОКАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
Зверева О.М. *308*

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ВАЛА ВОЗДУШНОГО ВИНТА АМФИБИЙНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ДВИЖИТЕЛЕМ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
Киркин С.Ф., Коротков П.А., Осипов В.И. *313*

РЕЦЕПТ ПОИСКА И ВЫБОРА В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА
Клебанов Б.И., Парфенов Ю.П., Антропов Т.В. *317*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА
Клевцов С.И., Клевцова А.Б. *322*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ КВАЗИСАМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА С МИКРОКРЕМНЕЗЕМОМ
Кононова О.В., Смирнов А.О. *327*

ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ
Крыгина Е.Г., Клейменова Н.Л., Орловцева О.А., Назина Л.И. *332*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДХОДА
Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. *337*

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА КОЛЬЦЕВОМ ПЕРЕСЕЧЕНИИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ
Наумова Н.А., Домбровский А.Н. 342

ДВУМЕРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОЖЕСТВА ДОПУСТИМЫХ ПОРТФЕЛЕЙ
Николаева Е.А., Карнадуд О.С., Грибанов Е.Н. 347

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т
Пушин В.Г., Мурышев Е.Ю., Белослудцева Е.С., Куранова Н.Н., Пушин А.В., Свирид А.Э., Уксусников А.Н., Ананьев А.И., Шевченко В.Г. 351

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОГРАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНО ХОЛОДНОГО КЛИМАТА
Слободчиков Е.Г., Рожин В.Н., Местников А.Е. 357

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЕЩЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В МАССИВЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ – «МЕТОД ДВОЕК»
Тютюнов Д.Н., Федоров С.С., Бойцова Е.А., Студеникина Л.И., Зарубина Н.К., Конорева Н.А., Гнездилова О.А., Щедрина Г.Г. 362

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ЕДКОНАТРОВОГО УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ
Федотов Р.В., Чепкасова Н.И., Щукин С.А., Лапина И.А., Кузнецов М.С. 367

ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ НА ОСНОВЕ АВТОВОКЗАЛОВ Г. ХАНОЙ
Хо Тху Фыонг, Щербина Е.В. 373

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕГИСТРАЦИИ РАССЕЯННОГО ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СТРУКТУРОЙ С СОХРАНЕНИЕМ ФАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
Чулюков В.А. 379

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЕРРИТОВ И ХРОМИТОВ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИСУТСТВИИ ГАЛОГЕНИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ
Шабельская Н.П., Кузьмина Я.А., Миюц Е.В. 386

Экономические науки (08.00.00)

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКЛАМНОЙ И ОРИЕНТИРУЮЩЕЙ ПОКУПАТЕЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВЛИ
Ананьева Н.В. 391

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АУТСОРСИНГОВО-СЕРВИСНОГО КЛАСТЕРА
Балдин О.В., Иванов Г.И. 399

ИНВЕСТИЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ: ФАКТОРЫ РОСТА
Бондаренко В.В., Одинцов Н.В. 405

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
Голованов А.А. 413

ПОВЫШЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Горбунова В.В., Иванов Н.П., Киселева И.Н. 418

МОДЕЛЬ КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ
Заворотин Е.Ф., Гордополова А.А., Тюрина Н.С., Потоцкая Л.Н. 423

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ
Земсков В.М. *428*

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТНОЙ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ
Каллагов Б.Р., Комаева Л.Э., Тедеева З.Б. *433*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМОВ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ НА РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЕЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ
Касимова Т.М., Гасанова Н.Р. *438*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
Клипина Е.А. *444*

АГЛОМЕРАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА
Косинский П.Д., Меркурьев В.В., Харитонов А.В. *450*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КАК ФАКТОР ДОСТИЖЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА
Косякова И.В., Капмар В.В. *455*

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МИГРАЦИЕЙ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В НАПРАВЛЕНИИ СОДЕЙСТВИЯ ДОБРОВОЛЬНОМУ ПЕРЕСЕЛЕНИЮ СООТЕЧЕСТВЕННИКОВ
Неживых О.В., Кулькова И.А. *460*

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ
Матвеева М.В., Чупров А.П. *466*

ТЕХНОЛОГИЯ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СОВРЕМЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Петров В.Ю., Рудашевская Е.А. *471*

ТРУДОВАЯ ЗАНЯТОСТЬ МОЛОДЕЖИ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
Радковская Е.В., Кочкина Е.М. *477*

АНАЛИЗ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЕГИОНА
Таршилова Л.С., Ержанова Ж.К. *482*

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНОВ ТРАНСГРАНИЧНОГО БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ
Чибилёв А.А. (мл.), Григоревский Д.В. *487*

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ (МСФО) ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАТРАТ НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ) И ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
Шогенцукова З.Х., Эфендиева Г.А., Мирзоева Ж.М., Кокова Л.А., Мисрокова А.О. *493*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

SCALE-UP PROBLEMS OF AQUEOUS ENZYMATIC HYDROLYSIS OF NITRIC-ACID PRETREATMENT PRODUCT OF OAT HULLS AS A NUTRIENT BROTH FOR BACTERIAL CELLULOSE BIOSYNTHESIS
Baybakova O.V. *261*

IDENTIFICATION OF IMAGES AS PROTECTED INTELLECTUAL PROPERTY: PROBLEMS AND SOLUTIONS
Bereznyakova A.V., Bezuglov D.A. *266*

DIGITALLY OF METALLURGICAL PRODUCTION: MONITORING, ANALYTIC, MODELING
Berenov D.A., Belan S.B., Aksenov K.A., Pereskokov S.A. *272*

THE JUSTIFICATION KINEMATICAL AND REGIMENT PARAMETERS OF CUTTING-ROTATING DOING WITH MULTI-ARMED ARMAMENT
Gilev A.V., Bovin K.A., Shigin A.O., Belozerov I.R. *278*

CHEMICAL PRETREATMENT OF MISCANTHUS FOR SUBSEQUENT BACTERIAL CELLULOSE SYNTHESIS
Gismatulina Yu.A. *284*

BACTERIAL CELLULOSE BIOSYNTHESIS ON ENZYMATIC HYDROLYZATE OF LIGNOCELLULOSIC MISCANTHUS FEEDSTOCK
Gladysheva E.K. *290*

REVIEW OF LOAD BALANCING METHODS IN HETEROGENEOUS DISTRIBUTED FILE SYSTEMS
Dvornikov V.S., Dolgov V.V., Ventsov N.N. *295*

ANALYSIS OF CLUSTERING TECHNIQUES FOR EFFECTIVE PROCESS MANAGEMENT IN THE TAX SERVICE
Zabolotnikova V.S., Romashkova O.N. *303*

METHODOLOGY OF COMMUNICATION NETWORK CONTROL IN LOCAL ECONOMIC SYSTEMS
Zvereva O.M. *308*

THE CALCULATION OF LONGEVITY OF A PROPELLER SHAFT OF AN AMPHIBIOUS VEHICLE WITH AERODYNAMIC PROPELLING SCREW
Kirkin S.F., Korotkov P.A., Osipov V.I. *313*

THE RECIPE OF THE SEARCH AND SELECTION IN THE MULTIAGENT MODEL OF THE SOCIETY DEVELOPMENT
Klebanov B.I., Parfenov Yu.P., Antropov T.V. *317*

USING A POLYNOMIAL TIME SERIES MODEL TO ESTIMATE THE PARAMETERS OF TECHNICAL OBJECTS
Klevtsov S.I., Klevtsova A.B. *322*

ALMOST SELF-COMPACTING CONCRETE WITH MICROSILICA STRENGTH FORMING INVESTIGATION
Kononova O.V., Smirnov A.O. *327*

ASSESSMENT OF SATISFACTION OF CONSUMERS FOR EXAMPLE ON THE STOP VALVES
Krygina E.G., Kleymenova N.L., Orlovtseva O.A., Nazina L.I. *332*

CREATING AN ENTERPRISE MANAGEMENT MODEL BASED ON THE FUNCTIONAL APPROACH
Lelyukhin V.E., Kolesnikova O.V. *337*

THE TRAFFIC MANAGEMENT AT THE CIRCULAR INTERSECTION
IN OPERATING CONDITIONS OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS
Naumova N.A., Dombrovskiy A.N. 342

TWO-DIMENSIONAL MATHEMATICAL MODEL OF THE SET
OF THE ADMISSIBLE PORTFOLIOS
Nikolaeva E.A., Karnadud O.S., Gribanov E.N. 347

THE EFFECT OF HIGH FREQUENCY HYDRODYNAMIC EXPUSRE OF ON STRUCTURAL
HIGH PRESSURE AND PHASE TRANSFORMATIONS IN STAINLESS STEEL 12X18H10T
*Pushin V.G., Muryshev E.Yu., Belosludtseva E.S., Kuranova N.N., Pushin A.V.,
Svirid A.E., Uksusnikov A.N., Ananev A.I., Shevchenko V.G.* 351

BORED LOW-BURIED PILES FOR FEW-STORIED CONSTRUCTIONS IN YAKUTIA
Slobodchikov E.G., Rozhin V.N., Mestnikov A.E. 357

ONE OF OPTIONS OF OPTIMUM DISTRIBUTION OF RESOURCES
IN THE MASSIF OF CONSUMERS – «A METHOD OF THE TWO»
*Tyutyunov D.N., Fedorov S.S., Boytsova E.A., Studenikina L.I.,
Zarubina N.K., Konoreva N.A., Gnezdilova O.A., Schedrina G.G.* 362

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF THE OXYCHLORIDE OF ALUMINIUM
IN TECHNOLOGY OF DIABROTIC AND SODIUM WATER DEMINERALIZING
Fedotov R.V., Chepkasova N.I., Schukin S.A., Lapina I.A., Kuznetsov M.S. 367

PERSPECTIVES FOR THE FORMATION OF TRANSPORTATION
HUBS ON THE BASIS OF BUS STATIONS IN HANOI
Ho Thu Phuong, Scherbina E.V. 373

A MATHEMATICAL MODEL OF THE REGISTRATION OF THE RADIATION
SCATTERED BY MOVING OBJECT THE SPATIALLY DISTRIBUTED STRUCTURE,
PRESERVING THE PHASE CHARACTERISTICS
Chulyukov V.A. 379

FEATURES OF THE FORMATION OF FERRITES AND CHROMITES OF TRANSITION
ELEMENTS IN THE PRESENCE OF ALKALI METAL HALIDES
Shabelskaya N.P., Kuzmina Ya.A., Miyuts E.V. 386

Economic sciences (08.00.00)

ORGANIZATION OF ADVERTISING AND ORIENTING BUYER'S ACTIVITIES
TRADE ENTERPRISES
Ananeva N.V. 391

DEVELOPMENT OF INNOVATION MECHANISM OF THE COMPLEX ASSESSMENT
OF TECHNOLOGICAL EFFESENCY OF OUTSOURCING – SERVICE CLUSTER
Baldin O.V., Ivanov G.I. 399

INVESTMENT ACTIVITY IN KRASNODAR REGION: GROWTH FACTORS
Bondarenko V.V., Odintsov N.V. 405

THE EXPLORING THE INNOVATION RISKS IN AN INDUSTRIAL ENTERPRISE
Golovanov A.A. 413

INCREASE OF SOCIAL ECONOMIC EFFICIENCY OF SOCIAL SERVICE
FOR ELDERLY PEOPLE IN THE RUSSIAN FEDERATION
Gorbunova V.V., Ivanov N.P., Kiseleva I.N. 418

MODEL OF CONCEPTUAL AND METHODOLOGICAL DIRECTIONS
OF TRANSFORMATION OF LAND RELATIONS
Zavorotin E.F., Gordopolova A.A., Tyurina N.S., Pototskaya L.N. 423

ECONOMIC NATURE AND THE FEASIBILITY OF REPAIR OF FIXED ASSETS
Zemskov V.M. 428

DYNAMIC MODEL OF INTERACTION OF PRIVATE AND PUBLIC OWNERSHIP
Kallagov B.R., Komaeva L.E., Tedeeva Z.B. 433

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE VOLUMES OF FINANCIAL RESOURCES UNDER THE IMPLEMENTATION OF STATE PROGRAMS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE AND ITS FORECASTING WITH THE MODELS OF TIME SERIES
Kasimova T.M., Gasanova N.R. 438

THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT SYSTEMS OF REGIONAL MANAGEMENT OF AGRICULTURAL LAND
Klipina E.A. 444

AGGLOMERATION AS INSTRUMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES OF THE REGION
Kosinskiy P.D., Merkurev V.V., Kharitonov A.V. 450

ENVIRONMENTAL INNOVATION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES AS A FACTOR IN ACHIEVING A BALANCED DEVELOPMENT OF SOCIETY
Kosyakova I.V., Kapmar V.V. 455

THE ANALYSIS OF THE MIGRATION MANAGEMENT EFFICIENCY IN PROMOTING THE VOLUNTARY COMPATRIOTS' RESETTLEMENT TO SVERDLOVSK REGION
Nezhivykh O.V., Kulkova I.A. 460

GOVERNMENT INDUSTRIAL POLICY OF SIBERIAN AND FAR EAST REGION IN CONDITIONS OF ECONOMIC INSTABILITY
Matveeva M.V., Chuprov A.P. 466

THE TECHNOLOGY OF «INTERNET OF THINGS» AS A PERSPECTIVE FOR MODERN INFORMATION TECHNOLOGY
Petrov V.Yu., Rudashevskaya E.A. 471

LABOR EMPLOYMENT OF YOUTH AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT
Radkovskaya E.V., Kochkina E.M. 477

ANALYSIS OF FOOD SECURITY IN THE REGION
Tarshilova L.S., Erzhanova Zh.K. 482

INTEGRAL ESTIMATION OF THE TRANS-BORDER RIVER URAL RIVER BASIN REGIONS' SOCIOECONOMIC MODERN STATUS
Chibilev A.A. (jr.), Grigorevskiy D.V. 487

THE IMPACT OF THE USE OF INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS (IFRS) IN THE CLASSIFICATION OF COSTS INDICATORS COST OF GOODS (WORKS, SERVICES) AND FINANCIAL RESULTS
Shogentsukova Z.Kh., Efendieva G.A., Mirzoeva Zh.M., Kokova L.A., Misrokova A.O. 493

УДК 66.094.941:661.728.7

ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБИРОВАНИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПРОДУКТА АЗОТНОКИСЛОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА – ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ БИОСИНТЕЗА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Байбакова О.В.

ФГБУН Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук, Бийск, e-mail: olka_baibakova@mail.ru

В данной работе рассмотрены проблемы перехода от ацетатного буфера к водной среде в процессе ферментативного гидролиза и масштабирования в водной среде ферментативного гидролиза продукта азотнокислой обработки плодовых оболочек овса. Показано, что при переходе к водной среде выход редуцирующих веществ от массы субстрата снижается на 4,1 % по сравнению с ацетатным буфером. Кривые накопления концентрации редуцирующих веществ показывают, что концентрация редуцирующих веществ увеличивалась экспоненциально и через 24 ч от начала ферментативного гидролиза достигла значений от (32,3 ± 0,2) г/л до (48,8 ± 0,2) г/л. Установлено, что при поэтапном масштабировании ферментативного гидролиза по объему в водной среде происходит снижение выхода редуцирующих веществ: в колбе объемом 1 л выход редуцирующих веществ составил (73,3 ± 0,3) % от массы субстрата, а при переходе к ферментеру объемом 11 л выход снизился еще на 9 % и составил (64,3 ± 0,2) % от массы субстрата. В емкостном оборудовании объемом 63 л благодаря постоянному контролю и корректировке активной кислотности был достигнут выход РВ (66,0 ± 0,2) % от массы субстрата.

Ключевые слова: плодовые оболочки овса, азотнокислая обработка, ферментативный гидролиз, питательная среда, бактериальная целлюлоза, производственные условия

SCALE-UP PROBLEMS OF AQUEOUS ENZYMATIC HYDROLYSIS OF NITRIC-ACID PRETREATMENT PRODUCT OF OAT HULLS AS A NUTRIENT BROTH FOR BACTERIAL CELLULOSE BIOSYNTHESIS

Baybakova O.V.

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

This study deals with difficulties of passing to aqueous medium during enzymatic hydrolysis. The complexity of scaling up enzymatic hydrolysis by volume in aqueous medium was investigated. It was found while passing from acetate buffer to aqueous medium that the yield of reducing sugars (RS) decreased by 4,1 % of the substrate weight. The RS concentration was exponentially increasing and reached the values ranging from 32,3 ± 0,2 to 48,8 ± 0,2 g/L in 24 h after the enzymatic hydrolysis started, as demonstrated by the RS concentration profiles. When the enzymatic hydrolysis was scaled up stepwise by volume in aqueous medium, the RS yield diminished: in an 11-L flask, the yield lowered 9 % more and was 64,3 ± 0,2 % on substrate weight basis. The enzymatic hydrolysis performed in a 63-L vessel with constant monitoring and adjustment of pH afforded a 66,0 ± 0,2 % RS yield on substrate weight basis.

Keywords: oat hulls, nitric-acid pretreatment, enzymatic hydrolysis, nutrient broth, bacterial cellulose, production environment

Стремительное развитие биотехнологической промышленности стало одним из ключевых трендов мировой науки. Особое внимание при этом уделяется процессу биосинтеза бактериальной целлюлозы (БЦ) [1]. Ученые всего мира считают БЦ уникальным материалом будущего, который может быть использован в различных отраслях. Широкое применение БЦ нашла в медицине – гель-пленки БЦ можно использовать в микрохирургии при протезировании кровеносных сосудов [1], также на их основе можно восстанавливать суставные хрящи у больных, страдающих от болей в суставах и потери подвижности. Для биосинтеза БЦ классической является стандартная синтетическая среда [2], она была многократно модифицирована, однакоо ее дороговизна увеличивает стоимость целевого продукта [2].

В ИПХЭТ СО РАН предложено получать питательную среду из отходов сельского хозяйства – плодовых оболочек овса (ПОО) [3]. Данный вид сырья сохраняет продовольственную безопасность страны и характеризуется массовостью, доступностью, ежегодной возобновляемостью и низкой себестоимостью. Ранее нашим коллективом плодовые оболочки овса использовались в качестве сырья для получения биоэтанола [4], кормового белка [5], нитратов целлюлозы [6].

В данной работе рассматриваются проблемы получения питательной среды методом ферментативного гидролиза, в качестве субстрата для которого используется про-

дукт азотнокислой обработки (ПАО) ПОО. Предварительная обработка сырья в одну стадию разбавленным раствором азотной кислоты позволяет достичь высоких результатов, поскольку химическое воздействие сочетает три функции: гидролиза, нитрования и окисления. Этот способ многократно апробирован в условиях опытно-промышленного производства ИПХЭТ СО РАН. Ферментативный гидролиз полученных субстратов осуществляется промышленно доступными ферментными препаратами. Успешность проведения ферментативного гидролиза в производственных условиях не является очевидной. Это связано с необходимостью тщательной промывки субстратов от ингибиторов [7] на стадии предварительной химической обработки, а также с сохранением микробиологической чистоты биотехнологических процессов, проводимых в емкостном оборудовании.

Следует отметить, что процесс получения питательной среды характеризуется сложностью масштабирования, как на этапе предварительной обработки сырья [8], так и на этапе ферментативного гидролиза [9]. В Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г. № 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г. обращается внимание на то, что в России полностью отсутствует система «масштабирования» научных биотехнологических разработок для целей промышленного производства и другие элементы биоэкономики, необходимые для преобразования научных знаний в коммерческие продукты. Таким образом, исследования возможности получения питательной среды в производственных условиях для биосинтеза БЦ являются актуальными.

Целью данной работы являлось исследование преодоления проблем получения питательной среды в производственных условиях из плодовых оболочек овса для биосинтеза бактериальной целлюлозы.

Материалы и методы исследования

Определение основных характеристик сырья до и после предварительной химической обработки (массовые доли (м.д.) целлюлозы по Кюршнеру, пентозанов, кислотонерастворимого лигнина, золы) проводилось по стандартным методикам [10]. Наработка субстратов проводилась на опытном производстве ИПХЭТ СО РАН согласно действующей нормативной документации.

Одностадийная обработка плодовых оболочек овса проводилась 4 %-ным раствором азотной кислоты при атмосферном давлении, температуре 90–96 °С в течение 4 ч, в результате был получен продукт азотнокислой обработки (ПАО) [4].

После азотнокислой обработки субстрат был промыт до нейтральной реакции и отжат на фильтр-прессе. Ферментативный гидролиз проводился в ацетатном буфере и водной среде в колбах Эрленмейера емкостью 0,5 л при концентрации субстрата 33,3 г/л, в водной среде при концентрации субстрата 60,0 г/л в трех вариантах: в колбах Эрленмейера емкостью 1 л, ферментере объемом 11 л и емкостном оборудовании объемом 63 л. Процесс ферментативного гидролиза проводился при непрерывном перемешивании с частотой колебаний 150 мин$^{-1}$ в шейкере-инкубаторе «Unimax 1010». В работе использовались промышленно доступные ферментные препараты «Целлолюкс-А» (производитель ПО «Сиббиофарм», Бердск) и «Брюзайм BGX» (производитель «Polfa Tarchomin Pharmaceutical Works S.A.», Польша, для компании «Diadic International Inc.», США). Препарат «Целлолюкс-А» позиционируется на рынке как целлюлаза для расщепления некрахмалистых полисахаридов, «Брюзайм BGX» – как гемицеллюлаза. Температура ферментативного гидролиза составила 46–47 °С. Продолжительность ферментативного гидролиза составила 24 ч, при этом активная кислотность поддерживалась вручную на уровне 4,7–4,9.

Концентрация редуцирующих веществ (РВ) в пересчете на глюкозу определялась спектрофотометрическим методом с помощью реактива на основе 3,5-динитросалициловой кислоты на «UNICO UV-2804». Выход редуцирующих веществ (РВ) от массы субстрата рассчитан с учетом коэффициента 0,9, обусловленного присоединением молекулы воды к ангидроглюкозным остаткам соответствующих мономерных звеньев в результате ферментативного гидролиза.

Результаты исследования и их обсуждение

Химический состав сырья до и после обработки представлен в табл. 1.

Одностадийная обработка сырья раствором азотной кислоты приводит к следующим изменениям по сравнению с нативным сырьем: повышению массовой доли целлюлозы от (44,7 ± 0,2) % до (79,2 ± 0,3) %, снижению массовой доли пентозанов с (30,8 ± 0,2) % до (9,2 ± 0,2) % и уменьшению массовой доли кислотонерастворимого лигнина с (18,1 ± 0,1) % до (13,8 ± 0,1) %, при этом повысилась зольность. Продукт азотнокислой обработки ПОО представляет собой многокомпонентную смесь, включающую различные примеси, в том числе растворимые в осахаренном субстрате продукты окислительного нитрования лигнина. Однако достаточно высокая сумма гидролизуемых компонентов позволяет предположить высокую реакционную способность субстрата к ферментативному гидролизу и успешность дальнейшего синтеза бактериальной целлюлозы.

Работы по исследованию ферментативного гидролиза в ацетатном буфере ПАО ПОО [11] позволили сделать оптимистический прогноз относительно возможности получения питательной среды в производственных условиях для биосинтеза бактериальной целлюлозы – для начальной концентрации ПАО ПОО 33,3 г/л выход РВ составил 91,4 % от массы субстрата.

Таблица 1

Химический состав сырья до и после предварительной химической обработки

Наименование	Массовая доля,%				Сумма гидролизуемых компонентов,%
	целлюлозы	пентозанов	лигнина	золы	
Плодовые оболочки овса	44,7 ± 0,2	30,8 ± 0,2	18,1 ± 0,1	4,6 ± 0,1	75,5 ± 0,3
Продукт азотнокислой обработки	79,2 ± 0,3	9,2 ± 0,2	13,8 ± 0,1	8,2 ± 0,1	88,4 ± 0,3

Таблица 2

Результаты проведения ферментативного гидролиза в лабораторных условиях (колбах Эйленмейера) в ацетатном буфере и водной среде, а также при масштабировании процесса в ферментере и в производственных условиях (емкостном оборудовании)

Показатель	Колба, объем 0,5 л	Колба, объем 0,5 л	Колба, объем 1 л	Ферментер, объем 11 л	Емкостное оборудование, объем 63 л
Среда для ферментативного гидролиза	ацетатный буфер [11]	водная среда			
Начальная концентрация субстрата, г/л	33,3		60,0		
Концентрация РВ, г/л	33,8 ± 0,2	32,3 ± 0,2	48,8 ± 0,2	42,8 ± 0,2	44,0 ± 0,2
Выход РВ,% от массы субстрата	91,4 ± 0,3	87,3 ± 0,3	73,3 ± 0,3	64,3 ± 0,2	66,0 ± 0,2

Опыты по исследованию ферментативного гидролиза были проведены поэтапно. Результаты проведения ферментативного гидролиза в лабораторных условиях (колбах Эйленмейера) в ацетатном буфере и водной среде, а также при масштабировании процесса в ферментере и в производственных условиях (емкостном оборудовании) отражены в табл. 2 и на рисунке.

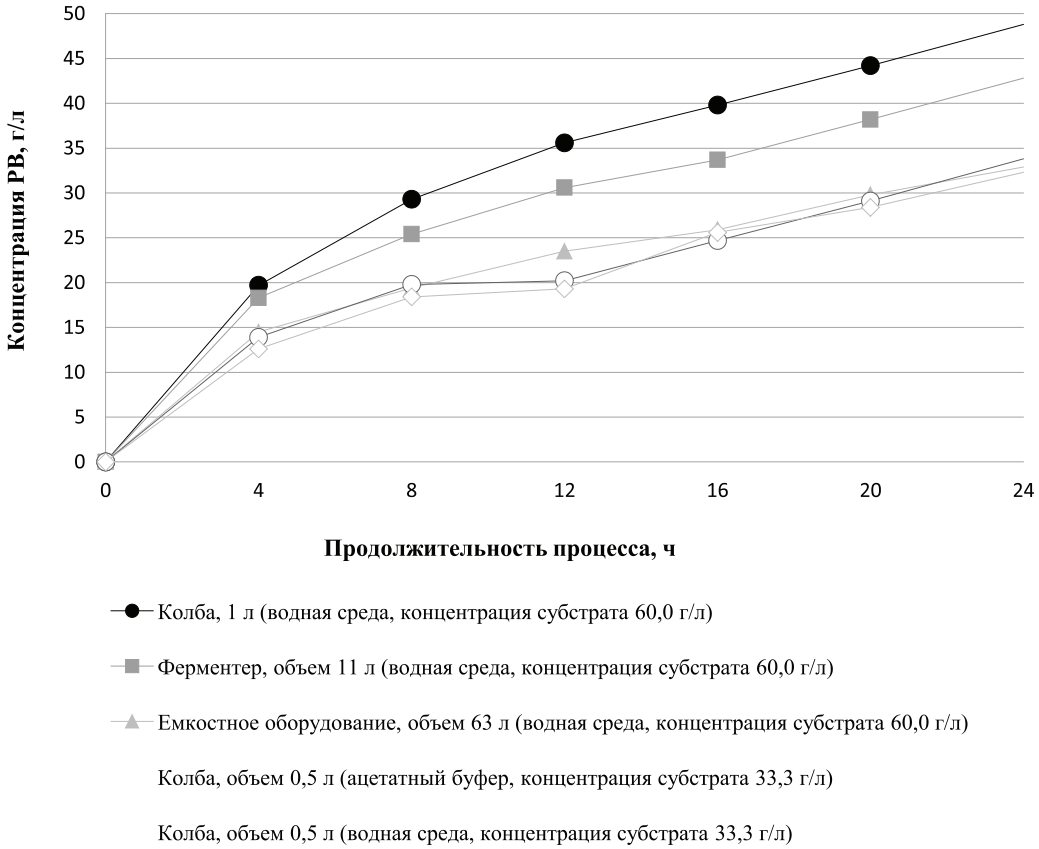
Результаты, полученные в лабораторных условиях, а также при дальнейшем масштабировании процесса в ферментере и в емкостном оборудовании, демонстрируют схожий характер кривой зависимости концентрации РВ от продолжительности процесса ферментативного гидролиза (рисунок). Кривые накопления концентрации РВ показывают, что концентрация РВ увеличивалась экспоненциально и через 24 ч от начала ферментативного гидролиза достигла значений от (32,3 ± 0,2) г/л до (48,8 ± 0,2) г/л.

Концентрация РВ, полученная в результате ферментативного гидролиза в ацетатном буфере и водной среде (колбы объемом 0,5 л), практически совпадает и равна (33,8 ± 0,2) г/л и (32,3 ± 0,2) г/л соответственно. Это связано с тем, что проведение ферментативного гидролиза в водной среде в небольших объемах не осложнено трудностями корректировки активной кислотности, по сравнению с осуществлением процесса в емкостном оборудовании.

При получении питательной среды в емкостном оборудовании концентрация РВ снижается на 4,8 г/л по сравнению с результатами, полученными в колбе Эйленмейера (объем 1 л) и на 2,8 г/л по сравнению с ферментером. Это объясняется не только колебаниями активной кислотности в процессе ферментативного гидролиза, но и с недостаточной промывкой продукта азотнокислой обработки ПОО от ингибиторов на стадии предварительной химической обработки сырья, а также снижением активной кислотности в процессе ферментативного гидролиза и сложностью ее корректировки в производственных условиях вручную.

Проведение ферментативного гидролиза в ацетатном буфере при начальной концентрации субстрата 33,3 г/л (колба Эйленмейера, объем 0,5 л) позволяет достичь максимального выхода РВ от массы субстрата – (91,4 ± 0,3)%. Переход от ацетатного буфера при ферментативном гидролизе к водной среде является важным этапом для дальнейшего биосинтеза бактериальной целлюлозы, так как ацетатный буфер может оказывать ингибирующее действие на уксуснокислые бактерии и биосинтез бактериальной целлюлозы из-за избытка ацетат-ионов. Однако осуществить ферментативный гидролиз в водной среде сложнее по сравнению с ацетатным буфером, так как в процессе гидролиза снижается активная кислотность среды, что негативно влияет на биохимическую стабильность ферментных препаратов.

При ферментативном гидролизе в водной среде в колбе при начальной концентрации субстрата 33,3 г/л выход РВ снижается на 4,1% и составляет (87,3 ± 0,3)% от массы субстрата, что связано с колебаниями активной кислотности при проведении процесса, так как в процессе ферментативного гидролиза наблюдается подкисление, а поскольку pH поддерживался на заданном уровне вручную, то периодически pH отклонялся.



Зависимость концентрации РВ от продолжительности процесса ферментативного гидролиза в ацетатном буфере и водной среде

При дальнейшем увеличении объема ферментативного водного гидролизата и начальной концентрации субстрата до 60 г/л, происходило еще большее снижение выхода РВ: в колбе объемом 1 л выход РВ составил (73,3 ± 0,3)% от массы субстрата, а при переходе к ферментеру объемом 11 л выход снизился еще на 9% и составил (64,3 ± 0,2)% от массы субстрата. Таким образом, переход от ацетатного буфера к водной среде и дальнейшее масштабирование процесса ферментативного гидролиза по объему при одновременном повышении концентрации субстрата является сложной проблемой, требующей постоянного контроля активной кислотности на протяжении всего процесса. В связи с этим при переходе в производственные условия для реализации ферментативного гидролиза ПАО ПОО в емкостном оборудовании объемом 63 л было принято решение о ежечасном контроле и корректировке активной кислотности. Это позволило достичь положительных результатов – в емкостном оборудовании был получен выход РВ (66,0 ± 0,2)% от массы субстрата.

Выполненные исследования свидетельствуют о том, что для получения питательной среды в производственных условиях для последующего биосинтеза бактериальной целлюлозы возможно применение одностадийной химической обработки сырья раствором азотной кислоты.

В работе [12] показано, что максимальный выход БЦ (8,7–9,0%) обеспечивается при начальной концентрации глюкозы в среде 20–25 г/л. Таким образом, можно сделать вывод, что полученная ферментативным способом в производственных условиях питательная среда с концентрацией РВ (44,0 ± 0,2) г/л из сельскохозяйственных отходов – плодовых оболочек овса, предварительно обработанных разбавленным раствором азотной кислоты, может быть пригодна для дальнейшего биосинтеза бактериальной целлюлозы.

Выводы

Исследована возможность получения питательной среды в производственных условиях ферментативным способом из продукта азотнокислой обработки пло-

довых оболочек овса в водной среде для биосинтеза бактериальной целлюлозы. По результатам работы выявлено, что при переходе от ацетатного буфера к водной среде в процессе ферментативного гидролиза при начальной концентрации субстрата 33,3 г/л наблюдается снижение концентрации редуцирующих веществ от (33,8 ± 0,2) г/л до (32,3 ± 0,2) г/л или на 4,1 % в пересчете на выход РВ от массы субстрата. Показано, что при поэтапном масштабировании ферментативного гидролиза по объему в водной среде при начальной концентрации субстрата 60,0 г/л происходит снижение выхода РВ: в колбе объемом 1 л выход РВ составил (73,3 ± 0,3) % от массы субстрата, а при переходе к ферментеру объемом 11 л выход снизился еще на 9 % и составил (64,3 ± 0,2) % от массы субстрата. Постоянный контроль и корректировка активной кислотности в емкостном оборудовании позволили получить выход РВ (66,0 ± 0,2) % от массы субстрата. Таким образом, установлено, что ферментативным гидролизом в водной среде при использовании ферментных препаратов Целлолюкс-А и Брюзайм BGX в производственных условиях можно получить питательную среду для последующего биосинтеза бактериальной целлюлозы из плодовых оболочек овса одностадийно обработанных раствором азотной кислоты.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-19-01054).

Список литературы

1. Schumann A.D. Artificial vascular implants from bacterial cellulose: preliminary results of small arterial substitutes / A.D. Schumann, J. Wippermann, O.D. Klemm, F. Kramer, D. Koth, H. Kosmehl, T. Wahlers, S. Salehi-Gelani // Cellulose. – 2009. – № 16. – P. 877–885.

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

3. Гладышева Е.К. Биосинтез бактериальной целлюлозы на ферментативном гидролизате технической целлюлозы из плодовых оболочек овса / Е.К. Гладышева, Е.А. Скиба // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 140–146.

4. Байбакова О.В. Масштабирование на опытном производстве процесса получения биоэтанола из плодовых оболочек овса, предобработанных разбавленной азотной кислотой / О.В. Байбакова, Е.А. Скиба, В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Катализ в промышленности. – 2017. – Т. 17, № 2. – С. 145–152.

5. Скиба Е.А. Биосинтез кормовых дрожжей на средах, полученных из плодовых оболочек овса / Е.А. Скиба // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – № 3. – С. 140–142.

6. Якушева А.А. Нитраты целлюлозы из нового источника целлюлозы – плодовых оболочек овса / А.А. Якушева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–2. – С. 360–364.

7. Скиба Е.А. Ферментативный гидролиз лигноцеллюлозных материалов в зависимости от способа их подготовки / Е.А. Скиба, Т.О. Момот, Н.В. Бычин, В.Н. Золотухин // Ползуновский вестник. – 2013. – № 3. – С. 197–202.

8. Agrawal R. Pilot scale pretreatment of wheat straw and comparative evaluation of commercial enzyme preparations for biomass saccharification and fermentation / R. Agrawal, A. Satlewal, R. Gaur, A. Mathur, R. Kumar, R.P. Gupta, D.K. Tuli // Biochemical Engineering Journal. – 2015. – № 102. – P. 54–61.

9. Baeyens J. Challenges and opportunities in improving the production of bio-ethanol / J. Baeyens, Q. Kang, L. Appels, R. Dewil, Lv. Yongqin, T. Tan // Progress in Energy and Combustion Science. – 2015. – № 47. – P. 60–88.

10. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

11. Budaeva V.V. Kinetics of the Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulosic Materials at Different Concentrations of the Substrate / V.V. Budaeva, E.A. Skiba, O.V. Baibakova, E.I. Makarova, S.E. Orlov, A.A. Kukhlenko, E.V. Udoratina, T.P. Shcherbakova, A.V. Kuchin, G.V. Sakovich // Catalysis in Industry. – 2016. – Vol. 8, № 1. – P. 81–87.

12. Гладышева Е.К. Биосинтез бактериальной целлюлозы культурой Medusomyces gisevii / Е.К. Гладышева, Е.А. Скиба // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий – 2015. – № 3. – С. 149–156.

УДК 004.6:339.56.055:343.359.3

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Березнякова А.В., Безуглов Д.А.

Ростовский филиал Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, e-mail: annabereznyakova@gmail.com

Роль таможенных органов в борьбе с незаконным использованием охраняемых объектов интеллектуальной собственности велика, поскольку действия именно таможенных органов позволяют предотвратить поступление товаров, незаконно содержащих отдельные виды объектов интеллектуальной собственности, в гражданский оборот на территории Российской Федерации. В работе сформулированы причины и условия, препятствующие эффективной борьбе с незаконным использованием изобразительных объектов интеллектуальной собственности при их перемещении через таможенную границу, освещены особенности проведения идентификации таких объектов интеллектуальной собственности таможенными органами, выработаны предложения по оптимизации таможенного контроля в отношении таких товаров с целью повышения эффективности деятельности таможенных органов в части защиты прав интеллектуальной собственности. В условиях недостаточной технологической оснащенности, в целях улучшения качества выполнения такой работы, представляется целесообразным введение и использование обеспечивающей ручной поиск необходимой информации единой базы данных таможенных органов, которая могла бы впоследствии стать основой для разработки и внедрения автоматизированного программного обеспечения.

Ключевые слова: борьба с контрафактом, интеллектуальная собственность, объекты авторских прав, изобразительные товарные знаки, идентификация объекта интеллектуальной собственности, перемещение товаров, таможенный контроль

IDENTIFICATION OF IMAGES AS PROTECTED INTELLECTUAL PROPERTY: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Bereznyakova A.V., Bezuglov D.A.

Rostov branch of the Russian Customs Academy, Rostov-on-Don, e-mail: annabereznyakova@gmail.com

The role of customs in combating the illicit use of protected intellectual property is high because the action of the customs authorities prevent the entry of goods illegally contain certain types of objects of intellectual property into civil circulation on the territory of the Russian Federation. The paper deals with the causes and conditions that hamper the effective fight against illegal use of fine objects of intellectual property as they move across the customs border, the peculiarities of identification of such intellectual property by the customs authorities, proposals on optimization of customs control in respect of such goods with the purpose of increase of efficiency of activity of customs authorities in protecting intellectual property rights. In conditions of poor technological equipment in order to improve the quality of performance of such work, it seems appropriate introduction and use manual provides the necessary information search a single database of customs authorities, which would subsequently become the basis for the development and implementation of automated software.

Keywords: struggle against counterfeit, intellectual property, copyrights, visual trademarks, identification of an object of intellectual property, goods movement, customs control

В настоящее время роль таможенных органов в борьбе с незаконным использованием охраняемых объектов интеллектуальной собственности велика, поскольку действия именно таможенных органов позволяют предотвратить поступление товаров, незаконно содержащих отдельные виды объектов интеллектуальной собственности (далее также – ОИС), в гражданский оборот на территории Российской Федерации.

В соответствии с нормами действующего законодательства [1, ч. 1 ст. 305] к компетенции таможенных органов отнесена защита только четырех видов ОИС из поименованных шестнадцати в Гражданском кодексе Российской Федерации: объекты авторских прав, объекты смежных прав, товарные знаки и знаки обслуживания, наименования мест происхождения товаров.

Относительно недавно, а именно – с введением в действие норм Таможенного кодекса Таможенного союза [2, ч. 4 ст. 328] и Федерального закона № 311-ФЗ [1, ст. 308] «О таможенном регулировании в Российской Федерации», таможенные органы наделены правом принимать меры, направленные на недопущение нарушения прав на поименованные объекты интеллектуальной собственности, не только включенные в таможенные реестры объектов интеллектуальной собственности, но и не включенные в такие реестры, при условии, что этим объектам интеллектуальной собственности предоставляется правовая охрана на территории Российской Федерации [3].

К сожалению, реализация этих полномочий существенно затруднена и не всегда приводит к ожидаемому эффекту: в ходе осуществления функций по защите прав интеллектуальной собственности таможенные органы, как и любые органы исполнительной власти в Российской Федерации, сталкиваются с рядом трудностей, связанных с несоответствием действующих правовых норм фактическим реалиям и функциональным возможностям [4–7].

Цель работы: сформулировать причины и условия, препятствующие эффективной борьбе с незаконным использованием изобразительных объектов интеллектуальной собственности при их перемещении через таможенную границу, рассмотреть особенности проведения идентификации таких объектов интеллектуальной собственности таможенными органами, выработать предложения по оптимизации таможенного контроля в отношении таких товаров для повышения эффективности деятельности таможенных органов в части защиты прав интеллектуальной собственности. Так, в условиях недостаточной технологической оснащенности представляется целесообразным введение и использование обеспечивающей ручной поиск необходимой информации единой базы данных таможенных органов, которая могла бы впоследствии стать основой для разработки и внедрения автоматизированного программного обеспечения.

В качестве одной из наиболее существенных проблем с уверенностью можно выделить проблему идентификации изображений, фактически нанесенных на перемещаемые товары, с изобразительными охраняемыми ОИС. При этом к «проблемным» могут относиться обозначения различных категорий: как результаты интеллектуальной деятельности (например, изображения персонажей анимационных фильмов, являющиеся объектами авторских прав), так и средства индивидуализации (например, изобразительные товарные знаки, которые состоят исключительно из изобразительных элементов и не имеют фрагментов, состоящих из букв или цифр).

То есть в данном случае вид объекта интеллектуальной собственности значения не имеет, что существенно усложняет задачу должностных лиц таможенных органов: особенности поиска информации о наличии правовой охраны товарного знака и о наличии авторских прав на обозначения существенно различаются.

В рассматриваемом контексте проблема идентификации является основной, но не единственной: даже в случае установления наличия правовой охраны искомого обозначения в случае, если оно не включено в таможенные реестры объектов интеллектуальной собственности, поиск сведений о владельцах исключительных (авторских) прав для получения необходимого подтверждения факта нарушения их прав требует значительных трудовых и временных затрат.

Анализ практики выявления таможенными органами нарушений, связанных с несоблюдением исключительных прав на изобразительные объекты интеллектуальной собственности, позволяет сделать вывод о том, что указанные объекты выявляются преимущественно в двух случаях:

1. Изобразительный объект интеллектуальной собственности является широко известным.

2. Помимо изобразительного объекта интеллектуальной собственности на предмет совершения правонарушения (перемещаемый товар) нанесен также охраняемый объект, содержащий словесное обозначение, которое может быть идентифицировано таможенными органами как охраняемое.

Наглядным примером таких ситуаций могут служить выявленные в текущем году факты нарушений прав на изобразительные объекты интеллектуальной собственности. Подробное изучение указанных случаев подтверждает вероятность того, что ряд обозначений, фактически являющихся охраняемыми объектами авторских прав либо зарегистрированными изобразительными товарными знакам, по объективным причинам могут не быть распознаны должностными лицами таможенных органов при осуществлении таможенного контроля в отношении перемещаемых товаров. Как следствие, исключительные права владельцев таких объектов интеллектуальной собственности могут быть нарушены.

Первый такой случай связан с нарушением исключительных прав на изобразительный товарный знак и объект авторского права датской компании «ЛЕГО Джурис А/С».

Некоторые товарные знаки этой компании, как словесные, так и изобразительные, внесены в таможенный реестр объектов интеллектуальной собственности ФТС России (далее также – ТРОИС ФТС России). Так в поименованный реестр включен изобразительный объемный товарный знак в виде узнаваемого игрушечного человечка, который широко используется в известных конструкторах ЛЕГО (рис. 1).

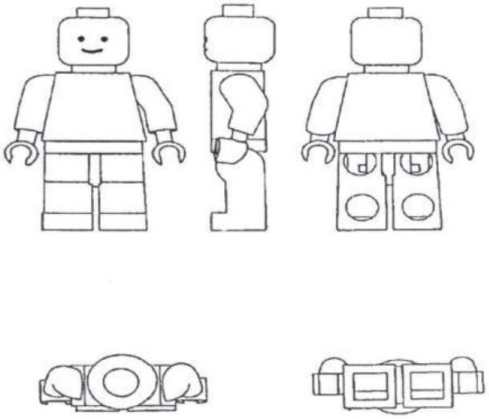


Рис. 1. Изобразительный товарный знак компании ЛЕГО Джурис А/С (свидетельство о регистрации № 524697 от 14.10.2014)

В ходе проведения фактического контроля в отношении ввозимых товаров «детские конструкторы» должностными лицами таможенного органа на первичной упаковке этих товаров была обнаружена маркировка, сходная с этим товарным знаком (рис. 2), при этом документы, подтверждающие право получателя товара на использование этих товарных знаков, при таможенном декларировании и в ходе проведения таможенного контроля представлены не были.



Рис. 2. Обозначения, выявленные на товарах «конструкторы…»

В связи с этим таможенным органом были приняты меры, связанные с приостановлением выпуска товаров на 10 рабочих дней, которые прямо предусмотрены нормами действующего законодательства [8, ст. 331] для товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, включенные в таможенный реестр.

Однако по поступившей от правообладателя информации в данном случае были нарушены его исключительные и авторские права совсем на иные охраняемые объекты интеллектуальной собственности: часть перемещаемых товаров содержала изображение, сходное с охраняемым объектом авторского права «COLE», часть – обозначение, сходное с товарным знаком «Ninjago». Ни один из этих объектов в таможенный реестр не включен, и сведения о них в таможенных органах фактически отсутствуют. Нарушений прав на иные объекты интеллектуальной собственности, в том числе на изобразительный товарный знак, включенный в таможенный реестр, правообладатель не усмотрел.

То есть в указанном случае товар, обладающий признаками контрафактного, не поступил в гражданский оборот на территории Российской Федерации в связи с тем, что содержал, по мнению таможенного органа, маркировку, сходную с ОИС, включенным в ТРОИС ФТС России. Однако, учитывая, что правообладатель нарушение своих прав в отношении этого объекта интеллектуальной собственности не подтвердил, рассматриваемую ситуацию можно отнести к удачному стечению обстоятельств, поскольку, в случае отсутствия на товарах обозначения, послужившего основанием для приостановления выпуска, высока вероятность того, что поименованные нарушения (авторских прав в отношении объекта авторского права «COLE» и исключительных прав на товарный знак «NINJAGO») вряд ли были бы выявлены.

Еще одним примером проблем идентификации обозначения как охраняемого может являться выявленный в этом году факт нарушения прав на изобразительный товарный знак «UEFA CHAMPIONS LEAGUE» [6, 7] при ввозе товаров «мячи».

В настоящее время в связи с проведением Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 г. и Кубка конфедераций FIFA 2017 г. в Российской Федерации таможенными органами проводится ряд мероприятий, направленных на недопущение незаконного использования символики организаторов этих мероприятий. В том числе – дополнительное изучение сведений о наличии соответствующих регистраций, в том числе изобразительных товарных знаков и объектов авторских прав.

В текущем году в ходе осуществления таможенного контроля в отношении ввозимых товаров «мячи…» на них было выявлено изображение, состоящее из упорядоченно расположенных пятиконечных звезд (рис. 3).



Рис. 3. Обозначения, выявленные на товарах «мячи…»

В этом случае таможенные органы реализовали предоставленное им законодательством право приостановить выпуск товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, не внесенные в таможенные реестры объектов интеллектуальной собственности [1, ст. 308], поскольку усмотрели в обозначении, нанесенном на ввозимые товары, сходство до степени смешения с изобразительным товарным знаком, принадлежащим компании «Юнион Дез Ассовиасьон Еропеен де футболь (УЕФА)» (рис. 4) и, получив подтверждение правообладателя о нарушении его исключительного права, впоследствии возбудили административное производство и изъяли товар с целью исключения его попадания в гражданский оборот на территории Российской Федерации.



Рис. 4. Изобразительный товарный знак компании «Юнион Дез Ассовиасьон Еропеен де футболь (УЕФА)»

Необходимо упомянуть, что штатные средства поиска и анализа, имеющиеся в распоряжении таможенных органов, практически не позволяют установить наличие регистрации такого обозначения в качестве охраняемого товарного знака. Единственный возможный способ идентифицировать обозначение в качестве охраняемого – просто знать о наличии правовой охраны заранее. Сведения о наличии регистрации рассматриваемого товарного знака до таможенных органов в настоящее время доведены непосредственно правообладателями, заинтересованными в обеспечении правовой охраны их объектов интеллектуальной собственности при пересечении товаров через таможенную границу.

Представляется, что существенную роль в выявлении данного нарушения сыграло повышенное внимание, уделяемое в настоящее время футбольной символике, а также общий уровень знаний и спортивные предпочтения должностного лица, выявившего сходство обозначения, нанесенного на товар, и товарного знака.

Как упоминалось выше, средства поиска наличия регистрации товарных знаков, не включенных в реестры, имеющиеся на сегодняшний день в распоряжении должностных лиц таможенных органов, ограничены и не позволяют проводить сравнение графики с использованием программных средств. То есть фактически установление наличия регистрации изобразительного товарного знака зависит от общего кругозора и памяти должностных лиц, осуществляющих таможенный контроль перемещаемых товаров. Должностное лицо должно предположить, какая организация является правообладателем искомого изображения и уже с использованием текстового поиска по правообладателю установить наличие регистрации.

Что же касается охраняемых объектов авторских прав, проблема поиска владельца авторских прав усугубляется отсутствием какого-либо «реестра» таких обозначений, поскольку, в соответствии с положениями действующего законодательства [8, ст. 1256], авторское право возникает в момент создания произведения и в нашей стране не обязательно регистрируется.

Соответственно, в таком случае должностному лицу, осуществляющему таможенный контроль, нужно без помощи каких-либо технических средств выполнить ряд действий, требующих значительных временных затрат, начиная от определения произведения, персонаж которого изображен на перемещаемом товаров, заканчивая поисками контактной информации о представителе правообладателя.

С учетом планируемого сокращения времени, отведенного Таможенным кодексом Евразийского экономического союза на проведение таможенного контроля [9, ст. 119], и значительных временных затрат на поиск необходимой информации для защиты прав на изобразительные ОИС (даже в случае, когда должностное лицо установило наличие правовой охраны), проблема идентификации становится особенно остро.

Таким образом, для повышения эффективности деятельности в этом направлении необходимо обеспечить должную техническую поддержку.

Уровень развития современных технологий таков, что программные продукты, позволяющие распознавать и сравнивать изображения, в настоящее время уже представлены на рынке программных средств. В настоящее время, в свете активного внедрения и использования новых информационных технологий при таможенном декларировании (к примеру, технология автоматического выпуска, которая требует значительных финансовых, технических и трудовых инвестиций) оснащение таможенных органов такими программными средствами не является первостепенной задачей, но представляется, что в ближайшей перспективе использование таких программных средств позволит таможенным органам более эффективно выполнять функции по защите прав на объекты интеллектуальной собственности в части обеспечения правовой охраны изобразительных объектов интеллектуальной собственности.

Несмотря на долгосрочность обозначенной перспективы использования названных технических средств, приведенный выше пример выявленного таможенными органами нарушения прав на изобразительный товарный знак «УЕФА» указывает на то, что одно лишь наличие в таможенных органах поступившей от правообладателей или их представителей сведений об охраняемых изобразительных объектах интеллектуальной собственности может существенно повысить эффективность работы в рассматриваемом ключе.

В связи с этим, в условиях недостаточной технологической оснащенности, в целях улучшения качества выполнения такой работы, представляется целесообразным введение и использование обеспечивающей ручной поиск необходимой информации единой базы данных таможенных органов, которая могла бы впоследствии стать основой для разработки и внедрения автоматизированного программного обеспечения, содержащей следующие сведения:

1. Информацию, уже имеющуюся во всех таможенных органах, об охраняемых изобразительных объектах интеллектуальной собственности, в том числе о правообладателях, их представителях на территории Российской Федерации (по аналогии со сведениями, указываемыми в таможенных реестрах – о контактной информации, о категориях однородных товаров и т.д.).

2. Информацию, поступающую непосредственно от правообладателей об изобразительных объектах интеллектуальной собственности (с целью ее использования не только в таможенном органе, куда она поступила, но на всей территории Российской Федерации).

Выводы

В настоящее время доля охраняемых объектов интеллектуальной собственности, являющихся исключительно изобразительными и не имеющих словесных или буквенных элементов, велика. При этом в ходе реализации возложенной на таможенные органы функции по защите прав на объекты интеллектуальной собственности должностные лица сталкиваются с рядом проблем, одной из которых является идентификация изображений, нанесенных на перемещаемые товары, в качестве охраняемых изобразительных объектов интеллектуальной собственности.

Анализ деятельности таможенных органов в данном направлении позволяет сделать вывод о том, что зачастую выявление незаконного использования изобразительных объектов интеллектуальной собственности сопряжено с необходимостью проведения весьма широкого круга мероприятий, не обеспечивающих абсолютную эффективность такой работы, поскольку автоматизированные средства поиска и идентификации изображений в распоряжении таможенных органов в настоящее время отсутствуют.

В связи с этим представляется целесообразным проведение следующих мероприятий:

– в краткосрочной перспективе – сформировать и оперативно вести единую для ФТС России базу изобразительных объектов интеллектуальной собственности, сведения о которых подтверждены (т.е. таможенными органами ранее уже принимались какие-то меры по их защите либо информация о них поступила в таможенные органы непосредственно от правообладателей и их представителей на территории Российской Федерации), доступную для использования на всех уровнях проведения таможенного контроля в отношении перемещаемых товаров;

– в долгосрочной перспективе – разработать и внедрить специальное программное средство, позволяющее (предпочтительно в автоматическом режиме) распознавать и сравнивать изображения на товарах с охраняемыми изобразительными объектами интеллектуальной собственности, а также получать информацию, необходимую для получения от правообладателей или их представителей сведений, подтверждающих нарушение их исключительных прав.

Список литературы

1. О таможенном регулировании в Российской Федерации: федеральный закон № 311-ФЗ от 27.11.2010 (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.12.2016) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107181 (дата обращения: 15.05.2017).

2. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза: приложение к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза, подписанному 11.04.2017 (документ не вступил в силу) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107181 (дата обращения: 15.05.2017).

3. Безуглов Д.А., Сафарян О.А. Защита интеллектуальной собственности: курс лекций. – Ростов-н/Д: РТИСТ ЮРГУЭС, 2010. – 84 с.

4. Березнякова А.В. Актуальные проблемы защиты прав интеллектуальной собственности таможенными органами Российской Федерации при рассмотрении судебных дел по заявлениям таможни о привлечении лиц к административной ответственности по статьям 7.12 и 14.10 КоАП России // Научная перспектива. – 2015. – № 12 (70) / 2015. – С. 66–69.

5. Березнякова А.В., Безуглов Д.А. Актуальные проблемы борьбы с перемещением контрафактной продукции в международных почтовых отправлениях // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11–2. – С. 348–352.

6. Введение в интеллектуальную собственность [Электронный ресурс]. – URL: http://www.wipo.int/trademarks/ru/ (дата обращения: 20.05.2017).

7. Государственный реестр товарных знаков и знаков обслуживания [Электронный ресурс]. – URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/!ut/p/c5 (дата обращения: 20.05.2017).

8. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая): федеральный закон № 230-ФЗ от 18.12.2006 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/90354 (дата обращения: 20.05.2017).

9. Таможенный кодекс Таможенного союза: приложение к Договору о Таможенном кодексе Таможенного союза, принятому Решением Межгосударственного Совета ЕврАзЭС на уровне глав государств № 17 от 27.11.2009 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94890 (дата обращения: 20.05.2017).

УДК 004.896:669

ПОЛНОСТЬЮ ОЦИФРОВАННОЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО: СЛЕЖЕНИЕ, АНАЛИТИКА, МОДЕЛИРОВАНИЕ

[1]Беренов Д.А., [2]Белан С.Б., [3]Аксенов К.А., [2]Перескоков С.А.

[1]ООО «ДАТА-ЦЕНТР Автоматика», Екатеринбург, e-mail: belan@i-teco.ru;

[2]ЗАО «Ай-Теко», Москва;

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

В статье решена задача оцифровки металлургического производства на основе применения современных информационных технологий, методов управления и контроля. Для решения задачи полной оцифровки металлургического предприятия в работе предлагается использовать методы тотального контроля за обработкой единиц продукции при обработке на агрегатах, методы визуального контроля перемещения единиц продукции между агрегатами и местами складирования единиц продукции, в совокупности с современными подходами моделирования и анализа данных. В части методов анализа данных предложено использовать технологию больших данных. Представлены результаты разработки следующих систем, направленных на решение задачи оцифровки и полного контроля металлургического производства: 1) DATA-TRACK – система слежения за перемещением материала; 2) EXPERT BASE – система производственной аналитики; 3) автоматизированная система выпуска металлургической продукции (АС ВМП).

Ключевые слова: оцифрованное металлургическое производство, слежение, автоматизированная информационная система, управление, моделирование

DIGITALLY OF METALLURGICAL PRODUCTION: MONITORING, ANALYTIC, MODELING

[1]Berenov D.A., [2]Belan S.B., [3]Aksenov K.A., [2]Pereskokov S.A.

[1]Data-Centr Automatica, Ekaterinburg, e-mail: berenov@dc.ru;

[2]I-Teco, Moscow;

[3]Ural Federal University named after First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, e-mail: wiper99@mail.ru

In this work digitally task of metallurgical production was solved based on modern information technology, control and management methods. To solve digitally task of metallurgical production in this work are used total control and monitoring method of resources conversion on mechanisms and processes, visual control method and technical vision method are used for monitoring and control of production and resources motion on shops and warehouses. For data analysis are used multi agent simulation, modeling and BIG DATA technology. In this work was presented the result of developed of some automation and control systems that solve the task of total digitally of metallurgical production: 1) DATA-TRACK – monitoring system of movement of resources and materials; 2) EXPERT BASE – production analytic systems; 3) enterprise metallurgical automation system (eMAS).

Keywords: digitally of metallurgical production, monitoring, automated information system, control, simulation

В настоящее время повышенное внимание уделяется управлению производством. Большинство производителей видят решение своих проблем во внедрении MES и ERP-систем, конкурентное преимущество получают фирмы, которые кроме решения задачи «как управлять?» решают задачу «что изменить?». Так, одно из металлургических предприятий [1] получило экономический эффект более 180 млн руб. в год, изменив в конвертерном производстве методику назначения слябов в заказы и на дальнейшую обработку. Эффект достигнут за счет оцифровки металлургического производства, реализации слежения за материалом и аналитической проработки исторических данных о производстве и заказах.

Представим работу аналитика, который на основе этих данных должен выдать рекомендации об изменении производства. Он вынужден будет получить отчеты с множества разнородных систем о выпуске продукции. Один человек не может работать со всеми системами АСУ ТП всех агрегатах, на всех переделах, во всех MES-системах и одновременно в ERP. Так наш аналитик обрастает коллективом, который занимается для него сбором данных. Но, даже получив все отчеты, нужно сопоставить данные между собой. Показания контрольно-измерительных приборов нужно привязать к единицам продукции (ЕП), ЕП привязать к заказам и связать между собой через генеалогию (например, плавка, сляб, рулон или лист), а если понадобятся до-

полнительные данные? Все начинать сначала, сколько времени займет сбор полного объема данных? Сопоставление между собой отчетов разнородных систем может привести к невозможности решения за отведенное время.

Построить систему полностью оцифрованного производства означает дать возможность использования максимального количества информации для принятия решений в реальном или ограниченном времени. Чем больше данных – тем надежнее вывод! Решение данной задачи должно быть комплексным:

1) нет смысла покупать аналитическую систему, если нет сбора данных;

2) если сбор данных есть, данные необходимо привязать к ЕП;

3) для привязки данных к ЕП необходимо осуществить слежение за материалом и для каждой ЕП иметь генеалогию производства.

В комплексе задачу полностью оцифрованного производства решают продукты, разработанные в АО «Ай-Теко» в кооперации с ООО «ДАТА-ЦЕНТР Автоматика» и Уральским федеральным университетом:

1) DATA-TRACK – система слежения за перемещением материала (ССМ) [2];

2) EXPERT BASE – система производственной аналитики превращает анализ и совершенствование производства в непрерывный бизнес-процесс (БП) на предприятии [3];

3) автоматизированная система выпуска металлургической продукции [4–9] анализирует данные, использует разработанные модели для оптимизации и управления производством в реальном времени.

Слежение за материалом. Система DATA-TRACK

DATA-TRACK предназначен для автоматического тотального контроля перемещения материала на производстве:

1) кранами и передаточными тележками на складах;

2) перемещение между агрегатами на производстве: на рольгангах, кранами и передаточными тележками;

3) перемещение материала по агрегату;

4) сбор данных с датчиков агрегата о преобразовании материала;

5) автоматический учет продукции на входе и выходе агрегата.

Данный продукт направлен на решение следующих задач бизнеса:

1) автоматический, с исключением человеческого фактора, контроль движения материала;

2) исключение случаев, когда на последующем переделе заготовки, сфабрикованные под один заказ, попадают в другой заказ и потребителю отгружается не надлежащая продукция;

3) сбор и накопление данных о фактических параметрах производства на каждом переделе для принятия решения об оптимизации производства;

4) расчет показателей качества и контроль в реальном времени: сравнение фактического значения параметров с допусками из операционных и технологических карт;

5) контроль наработки на каждый технологический узел в тоннах, метрах, секундах, штуках;

6) контроль потребления энергоресурсов (вода, газ, электроэнергия и т.д.) с привязкой ко времени или к ЕП (расход на единицу, расход на партию, расход на тонну и т.д.);

7) точная фактическая генеалогия производства каждой ЕП, отслеживание связей родитель – потомок для каждой ЕП;

8) улучшение пропускной способности складов и использования складского пространства не менее чем на 20%.

Для слежения за перемещением материала по складу на кранах устанавливаются видеокамеры и/или лазерные сканирующие устройства, фиксирующие факт взятия/постановки груза на место хранения или на транспорт (ж/д платформа, автомобильный транспорт, передаточные тележки или рольганги).

Для слежения за перемещением материала на рольгангах, передаточных тележках и шлепперах видеокамеры и/или устройства лазерного сканирования располагаются так, что перекрывают пространство перемещения ЕП. С помощью системы на транспортных механизмах выделяются объекты (ЕП) и производится контроль их перемещения. При движении материала по холодильникам ЕП могут двигаться параллельно, и партии продукции, зашедшие на холодильники первыми, не обязательно первыми выходят. На выходе с холодильников партии продукции могут появиться в произвольном порядке [3]. ССМ на агрегате работает на основании данных, поступающих в систему от всех датчиков, расположенных на агрегате и смежных систем АСУ ТП. ССМ состоит из линий слежения. Линия слежения – участок агрегата, на котором ЕП последовательно проходит технологические узлы, рольганги и датчики движения (рис. 1). С 2008 г. 25 внедрений продукта DATA-TRACK на предприятиях черной металлургии в России и Казахстане.

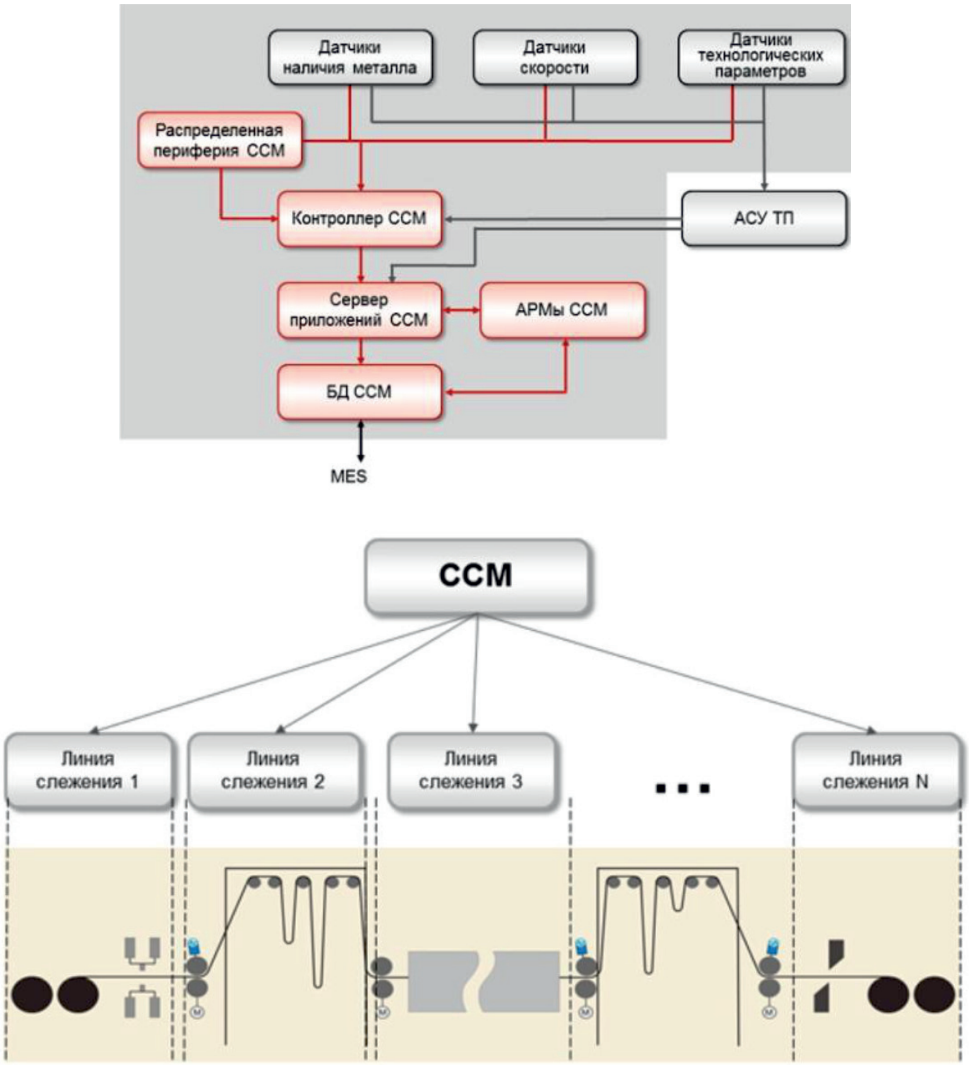


Рис. 1. Схема устанавливаемого и подключаемого оборудования в ССМ и линии слежения

Аналитическая система EXPERT BASE

Система EXPERT BASE предназначена для принятия управленческих решений по изменению процесса производства на основе большого и пополняемого в реальном времени набора исторических данных о производстве. Изменения могут касаться, например, правил отбраковки заготовок на переделах, технологических и маршрутных карт, логистики перемещения материала, принятых БП предприятия. Система позволяет руководству компании и начальникам подразделений, технологическому персоналу анализировать процесс, оценивать его состояние по ключевым показателям, оценивать факторы, влияющие на качество продукции, и степень выполнения заказов. Система направлена на решение следующих задач бизнеса:

1) организация эффективного производства;

2) постоянный анализ и контроль эффективности БП организации, что позволяет лучшим образом перестраивать управленческие и производственные процессы;

3) совершенствование и оптимизация производства становится постоянно действующим БП на предприятии.

Архитектура системы предполагает возможность подключения любых источников данных предприятия, независимо от того, являются входные данные структурированными или нет. Данные в системе – это постоянно достраиваемый (динамический) граф производства. Для этого графа условно постоянной частью являются узлы, представляющие цеха и агрегаты (иерархия предприятия), и ребра возможных маршрутов движения ЕП. Всякая ЕП на каждом этапе производства в системе EXPERT BASE имеет генеалогию и полный

набор параметров, описывающих единицу продукции на каждом переделе.

Система EXPERT BASE предусматривает:

1) единый интерфейс для доступа ко всем источникам данных;

2) использование привычных бизнес-терминов при построении аналитического запроса;

3) возможность самостоятельного построения (без программиста) нестандартных аналитических запросов;

4) оригинальные аналитические и статистические графовые алгоритмы построения комитета несовместной системы линейных неравенств, позволяющие в конечном итоге получить наглядные деревья решений;

5) стандартные корреляционные и регрессионные алгоритмы.

Система EXPERT BASE внедрена в период 2008 по 2010 г. на ПАО «Северсталь» в ходе проекта АС СКП «Технология». Данный проект предусматривал развертывание DATA-TRACK для основных переделов, а также монтаж новых датчиков на оборудование. В ходе работ осуществлена интеграция данных АСУ ТП и MES-систем в единое информационное пространство, осуществлен сбор данных более чем от 7000 источников.

С помощью системы EXPERT BASE была получена экономически обоснованная методика назначения слябов конвертерного цеха штрипсовых сталей в заказы. Экономический эффект в год превысил затраты на всю систему АС СКП «Технология» [1].

Автоматизированная система выпуска металлургической продукции

Система АС ВМП предназначена для анализа производства с помощью моделей и принятия управленческих решений в реальном времени. Данная система ориентирована для применения в реальном времени с использованием инструментов и технологии BIG DATA.

Практически система позволяет создать для всех производственных процессов путем машинного обучения «цифрового двойника». АС ВМП предоставляет возможность построения имитационных моделей процессов преобразования ресурсов [5–7] и коллективного поведения объектов (агентов в терминах искусственного интеллекта) в условиях заданной системы потребностей и интересов. Данная возможность предоставляет широкий спектр для задач оптимизации, принятия решений, оперативного планирования и диспетчеризации не только технологических, но логистических и бизнес-процессов. В основе модели процесса преобразования ресурсов лежат схемы массового обслуживания, автоматы, сети Петри и агентный подход.

Хранение и сбор данных АС ВМП построены на решениях в области Big Data и промышленной автоматизации. Совместно с Уральским федеральным университетом разработаны модули создания моделей процессов (СМП) и оптимизации процессов предприятия (ОПП) на основе имитационного моделирования и генетических алгоритмов.

При согласовании входных и выходных параметров моделей процессов, создаваемых с помощью модулей СМП/ОПП, с параметрами реальных технологических процессов и параметров, формируемых в результате работы других модулей АС ВМП, модуль СМП подписывается на получение параметра с определенным идентификатором (UUID). При согласовании через ОДАСП данный параметр представляет собой реальный параметр технологического процесса, получаемый модулем обмена данными с автоматизированными системами предприятия (ОДАСП) из внешних информационных систем или АСУ ТП и транслируемый ОДАСП всем подписчикам, в том числе модулю СМП и в хранилище данных (ХД). При согласовании через модуль интеграции моделей (ИМ) данный параметр представляет собой расчетный параметр процесса, получаемый модулем ОДАСП из модуля ИМ и транслируемый ОДАСП всем подписчикам, в том числе модулю СМП. При согласовании через конструктор запросов (КЗ) модуль СМП хранит идентификатор (UUID) запроса модуля КЗ (сам запрос хранится в ХД). При запуске имитации модели процессов нужный запрос КЗ выполняется в модуле КЗ и данные, сформированные в результате выполнения запроса, поступают на вход модели. Это обеспечивает актуальность поступающих данных на момент начала имитации модели процессов.

Алгоритм работы модуля ОПП реализуется следующей последовательностью действий:

1. Пользователь заходит в веб-интерфейс модуля ОПП путем выбора меню АРМ Персонала «Модели / Конструктор».

2. Модуль СМП проверяет, есть ли у пользователя права на выполнение модели.

3. На странице конструктора моделей пользователю необходимо выбрать предметную область и открыть модель.

4. Пользователь должен создать план экспериментов, выделив имя модели в дереве элементов, вызвав правой кнопкой мыши контекстное меню и выбрав пункт меню «Планы».

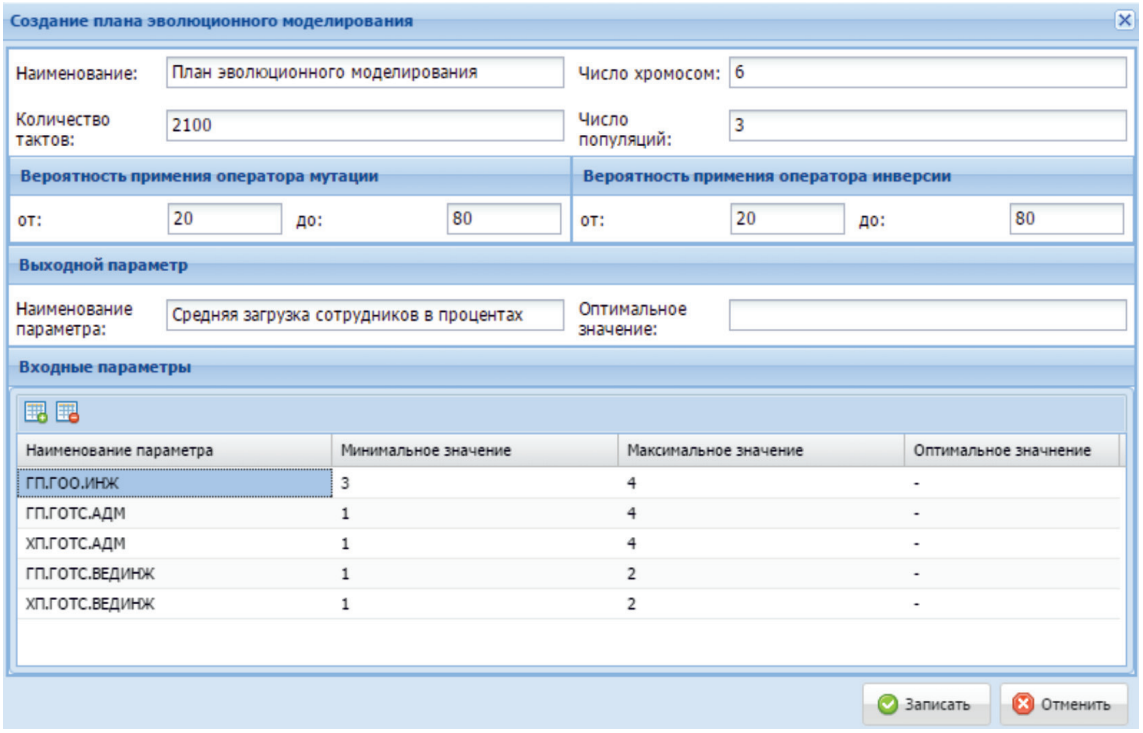
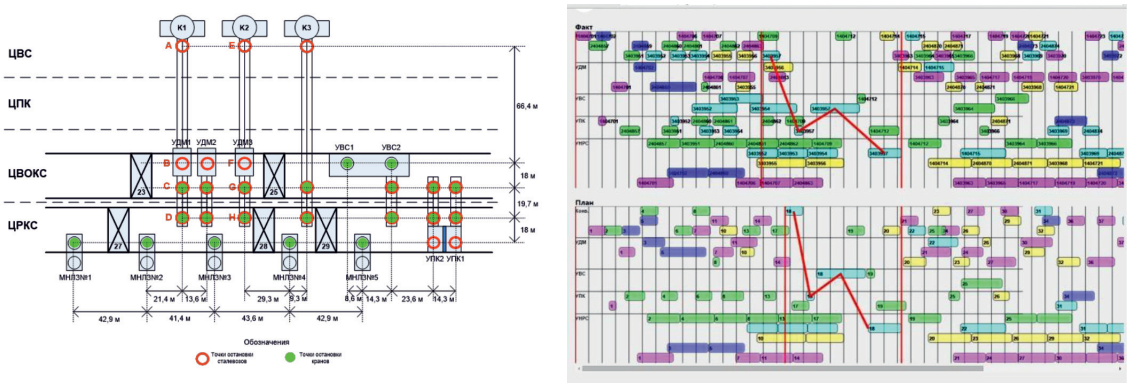


Рис. 2. Вид созданного плана эволюционного моделирования в АС ВМП



а) схема движения на производстве

б) два варианта расписания

Рис. 3. Фрагмент окон системы

5. Проведение экспериментов с моделью: Прописать условия имитации модели. Определить условие остановке работы модели. Проконтролировать окончания выполнения плана или эксперимента. При визуализации работы моделей используется 3D анимация.

6. Передача результатов выполнения модели и формирование отчетов.

Применение эволюционно-имитационного алгоритма оптимизации процессов позволяет использовать естественные законы развития сложных систем для решения оптимизационных задач с помощью генерации и оценки альтернативных вариантов функционирования систем. Рассмотрим этапы реализации алгоритма в модуле ОПП.

Этап 1. Выбор способа кодирования оцениваемого альтернативного решения задачи в строку символов, кодирующую некоторое решение оптимизационной задачи.

Этап 2. Разработка (настройка и выбор) генетических операторов для задачи.

Этап 3. Определение законов выживания решения.

Этап 4. Выбор способа генерации начальной популяции и способа останова работы алгоритма (рис. 2). Генерация начальной популяции реализована случайным образом. Способ останова алгоритма выбран по достижению заданного пользователем числа популяций.

Этап 5. Эволюционно-имитационное моделирование.

Этап 6. Передача результатов выполнения модели.

Модули АС ВМП были испытаны в кислородно-конвертерном цехе на ПАО «Северсталь». Решалась задача оптимизации перемещения плавок по конвертерному производству с помощью кранов и сталевозов (рис. 3, на рисунке б), один из завершенных производственных циклов помечен красной линией: при оптимизированном расписании (нижний правый график) длительность цикла на 20 % меньше).

Заключение

Цель предлагаемых автоматизированных систем – дать пользователю возможность достоверного анализа производственной информации. Сегодня конкурентное преимущество получают те фирмы, которые в приемлемые для практики сроки могут в процессе своей деятельности анализировать миллионы событий, описываемых тысячами и десятками тысяч переменных. История применения подходов BIG DATA на металлургических предприятиях только начинается.

Список литературы

1. Автоматизированная система выпуска металлургической продукции (АС ВМП). – URL: http://www.i-teco.ru/solutions/control_systems_and_automation/asvmp/ (дата обращения: 23.04.2017).

2. Кабаков П.З., Кабаков З.К., Мишнев П.А., Никонов С.В., Иткин А.А. Разработка методики назначения слябов конвертерного цеха штрипсовых сталей в заказы на основе статистических методов // Журнал «СТАЛЬ». – М., 2015. – № 1. – С. 88–92.

3. Система слежения за металлом. – URL: http://www.dc.ru/activities/ssm/ (дата обращения: 23.04.2017).

4. Система EXPERT BASE помогает принимать управленческие решения об изменении производства. – URL: http://www.dc.ru/activities/asu_tp/big_data (дата обращения: 23.04.2017).

5. Aksenov K., Antonova A. The use of simulation in the management of converter production logistics processes. Advances in Intelligent Systems and Computing. International Symposium on Intelligent Systems Technologies and Applications, ISTA 2016; Jaipur; India; 2016. – Vol. 530. – P. 675–682.

6. Aksenov K., Bykov E., Aksenova O. Agent-directed resource conversion process model design principles. Agent-Directed Simulation Symposium, ADS 2016, Part of the 2016 Spring Simulation Multi-Conference, SpringSim 2016; Pasadena; United States. Simulation Series. – 2016. – Vol. 48, Issue 1. – P. 84–89.

7. Aksenov K., Bykov E., Aksenova O., Goncharova N. and Nevolina A. Extension of the multi-agent resource conversion processes model: Implementation of agent coalitions. 5th International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI 2016; Jaipur; India; 2016. – P. 593–597.

8. Borodin A., Kiselev Y., Mirvoda S., Porshnev S. On design of domain-specific query language for the metallurgical industry // Proceedings of 11th Int. Conference BDAS 2015: Beyond Databases, Architectures and Structures: Communications in Computer and Information Science, 26–29 May 2015, Ustron, Vol. 521. – P. 505–515.

9. Borodin A., Mirvoda S., Porshnev S. Database Index Debug Techniques: A Case Study // International Conference: Beyond Databases, Architectures and Structures. – Springer International Publishing, 2016. – P. 648–658.

УДК 622.233:621.86.064.7:62-231.1

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОЛОТ РЕЖУЩЕ-ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С МНОГОРЯДНЫМ ВООРУЖЕНИЕМ

Гилев А.В., Бовин К.А., Шигин А.О., Белозеров И.Р.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: anatoliy.gilev@gmail.com, koct.91@mail.ru, shigin27@rambler.ru, belozerovir@mail.ru

Представлены расчетные скорости бурения, глубины внедрения долота в горную породу за один оборот и скорости вращения зубчато-дисковых фрез. Приведены зависимости изменения скорости вращения зубчато-дисковых фрез от скорости бурения и крепости горных пород. Определены расчетные значения горизонтальной и вертикальной составляющих результирующего усилия и средней окружной скорости зуба зубчато-дисковой фрезы. Установлены характерные черты кинематики разборного долота бурового долота с зубчато-дисковыми фрезами (ДРДФ), указывающие на благоприятные условия для длительной эксплуатации вооружения долота, отсутствие перегрева зубьев и целесообразность применения силовых режимов бурения. Выявлено, что долота ДРДФ с многорядным вооружением расширяют область рационального применения бурового инструмента режуще-вращательного действия.

Ключевые слова: траектория движения, зубчато-дисковая фреза, двухрядное вооружение, окружная скорость, результирующие усилия

THE JUSTIFICATION KINEMATICAL AND REGIMENT PARAMETERS OF CUTTING-ROTATING DOING WITH MULTI-ARMED ARMAMENT

Gilev A.V., Bovin K.A., Shigin A.O., Belozerov I.R.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: anatoliy.gilev@gmail.com, koct.91@mail.ru, shigin27@rambler.ru, belozerovir@mail.ru

Estimated drilling speeds, the introduction of a bit into the rock in one revolution and the speed of rotation of the toothed disc milling cutters are presented. Dependences of the change in the speed of rotation of the tooth-disk mills on drilling speed and rock strength are presented. The calculated values of the horizontal and vertical component of the resultant force and the average circumferential velocity of the tooth of the toothed disk mill are given. The kinematic features of the collapcible drill bit with toothed-disks cutter (DRDF) drill bit are revealed, indicating the effectiveness of the interaction of its weapons with the rock bottomhole, the absence of overheating of the teeth and the appropriateness of the use of power drilling regimes. It has been revealed that the DRDF drill bit with multi-row armament expand the area of rational application of the cutting-rotary drilling tool.

Keywords: motion trajectory, toothed-disk cutter, double-row arms, peripheral speed, resultant thrust

Постоянный рост потребности в различного рода полезных ископаемых требует увеличения добычи минерального сырья на горных предприятиях. В связи с чем важное значение приобретает разработка новых и совершенствование уже известных видов буровых инструментов.

При этом разработка месторождений должна не только обеспечивать добычу определенного объема полезного ископаемого заданного качества в установленные сроки, но и должен быть достигнут максимальный экономический эффект с минимальной себестоимостью единицы продукции.

Основные объемы горной массы подготавливаются к выемке буровзрывным способом, одним из главных производственных процессов которого является бурение взрывных скважин [1].

Режущие долота (РД), эксплуатируемые в настоящее время, имеют непрерывный контакт резцов с горной породой на забое скважины [2, 3]. По сравнению с серийно выпускаемыми шарошечными долотами, имеющими наибольшее распространение (до 80% всех объемов бурения [4]). Они технологичнее, дешевле в изготовлении и имеют скоростные преимущества, но обладают низкой стойкостью резцов (особенно периферийных) при бурении пород с коэффициентом крепости $f > 6$ и абразивных.

Эффективное бурение сложноструктурных массивов горных пород, с преобладанием пород с коэффициентом крепости $f = 2–5$ и включениями пропластков до коэффициента крепости $f = 6–8$ и абразивных пород, возможно буровыми долотами, имеющими резцы повышенной стойкости, что обеспечивает высокую скорость бурения и повышение срока эксплуатации (стойкости долота) при наличии крепких горных пород.

Проблема создания буровых инструментов в настоящее время весьма актуальна, т.к. снижение затрат на буровые работы (они достигают 30–50% себестоимости

горных работ [4]) возможно путем снижения затрат на их изготовление, повышение стойкости и снижения удельных затрат, отнесенных к одному погонному метру пробуренной скважины.

Современное состояние вопроса бурения горных пород режущими долотами и накопленные материалы [3, 5–7] позволяют ставить задачу создания новых высокоэффективных типов долот для проходки взрывных скважин в более широком диапазоне изменения коэффициента крепости горных пород (до f = 10–12).

размещены лапы 2, в которых установлены зубчато-дисковые фрезы 3 с осью вращения 4. Перемещению оси вращения 4 препятствует стопорное кольцо 5, устанавливаемое в паз 6. Данная конструкция бурового долота является перспективной, однако требует обоснования кинематических и режимных параметров. Принцип работы долота ДРДФ представлен в дипломной работе А.Г. Ковалева [10].

Рассмотрим кинематические особенности долота ДРДФ с многорядным вооружением, с учетом работы [2].

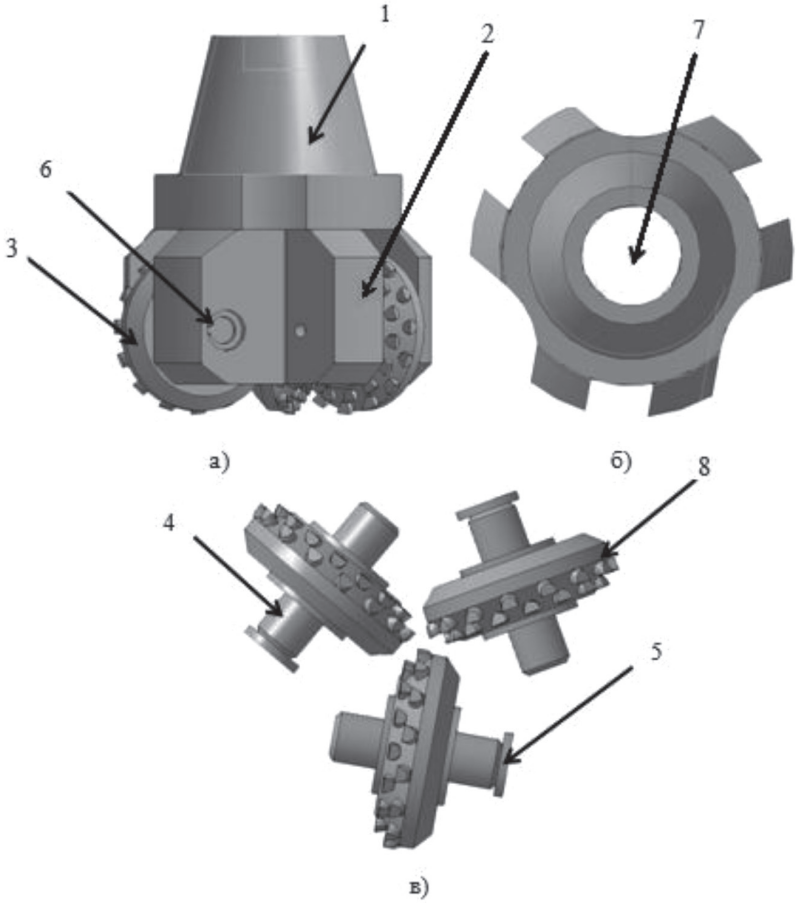


Рис. 1. Буровое разборное долото с зубчато-дисковыми фрезами и двумя рядами твердосплавного вооружения (ДРДФ-244,5-2): 1 – корпус, 2 – лапы, 3 – зубчато-дисковая фреза, 4 – ось вращения, 5 – стопорное кольцо, 6 – паз штопорного кольца, 7 – продувочный канал, 8 – твердосплавное вооружение

Коллективом кафедры «Горные машины и комплексы» Сибирского федерального университета разработано буровое разборное долото с зубчато-дисковыми фрезами (ДРДФ), оснащенными двумя рядами твердосплавного вооружения которое разрушает сложноструктурные массивы горных пород с коэффициентом крепости f = 2–10 (рис. 1) [9]. Долото состоит из корпуса 1 с продувочным каналом 6, на котором раз-

Зубчато-дисковые фрезы, установленные в корпусе долота, совершают перемещение по сложной траектории (поступательное – сверху вниз под действием осевой нагрузки $P_{ос}$ от механизма подачи и вращательное, осуществляемое с помощью механизма вращения). Каждый зуб фрезы (рис. 2) вращается с частотой $n_ф$ относительно ее оси (O_2-O_2) и вместе с фрезой также вращается относительно

оси скважины O_1-O_1 с частотой n_d (рис. 2). Кроме того, под действием осевого усилия $P_{ос}$ зубчато-дисковая фреза совершает поступательное движение и перемещается вдоль оси скважины O_1-O_1 сверху вниз со скоростью, равной скорости бурения $V_б$, и за один оборот вращения долота проходит вертикальный участок, равный глубине внедрения долота в породу h. При этом зуб фрезы за один оборот вокруг оси скважины O_1-O_1 также перемещается вниз на определенный отрезок, а за оборот фрезы (на оси O_2-O_2) проходит вертикальный участок $l_ф$.

Все зубья зубчато-дисковой фрезы образуют сетку разрушения забоя скважины (рис. 2), параметры которой (величина ячеек) зависят от диаметра зубчато-дисковых фрез $d_ф$, их числа β, количества зубьев N на них и скорости бурения $V_б$.

За один оборот зуб фрезы находится в контакте с породой примерно 2/5 своего пути. На протяжении 3/5 пути он не контактирует с породой. Таким образом в каждый момент времени с породой на забое скважины контактирует только 2/5 вооружения (зубьев) зубчато-дисковой фрезы. Все зубья фрезы проходят равный путь в контакте с горной породой, что обеспечивает равномерное их изнашивание [2], в отличии от режущих долот со стационарными резцами [7].

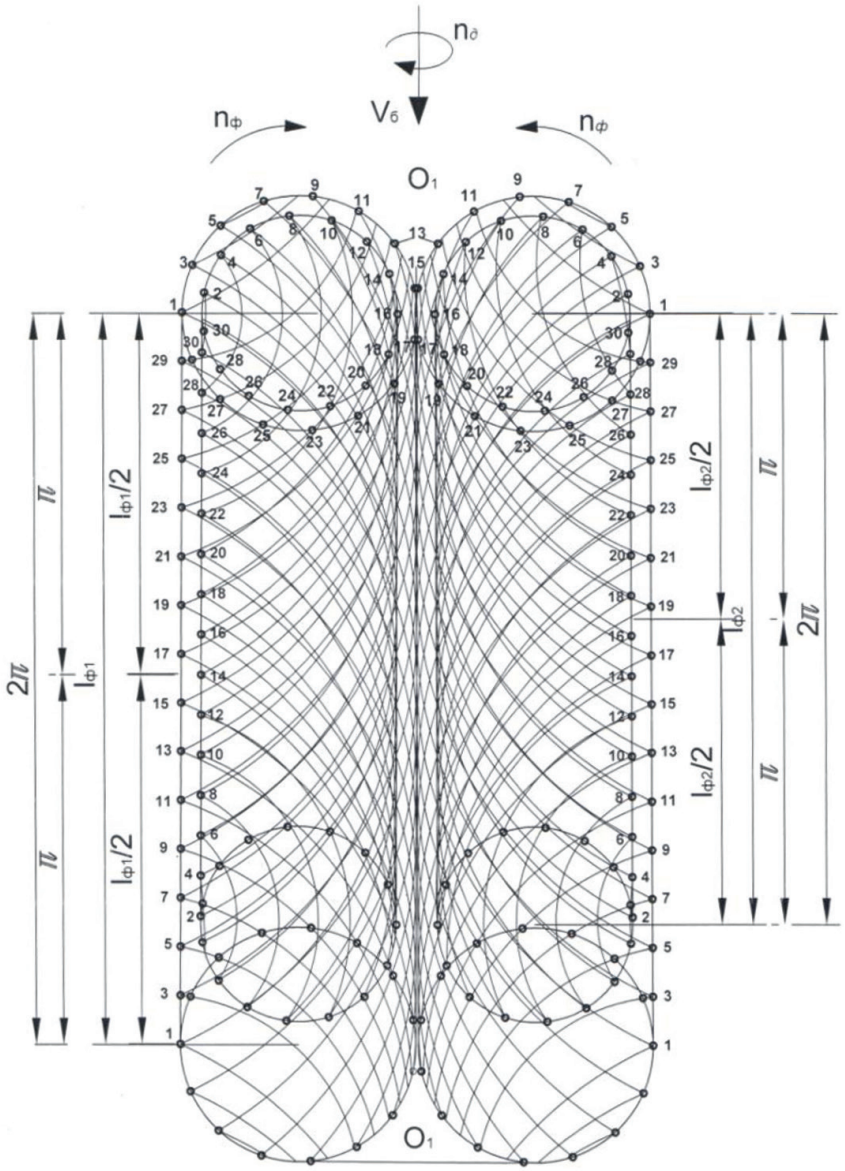


Рис. 2. Сетка разрушения породы в скважине зубьями зубчато-дисковых фрез

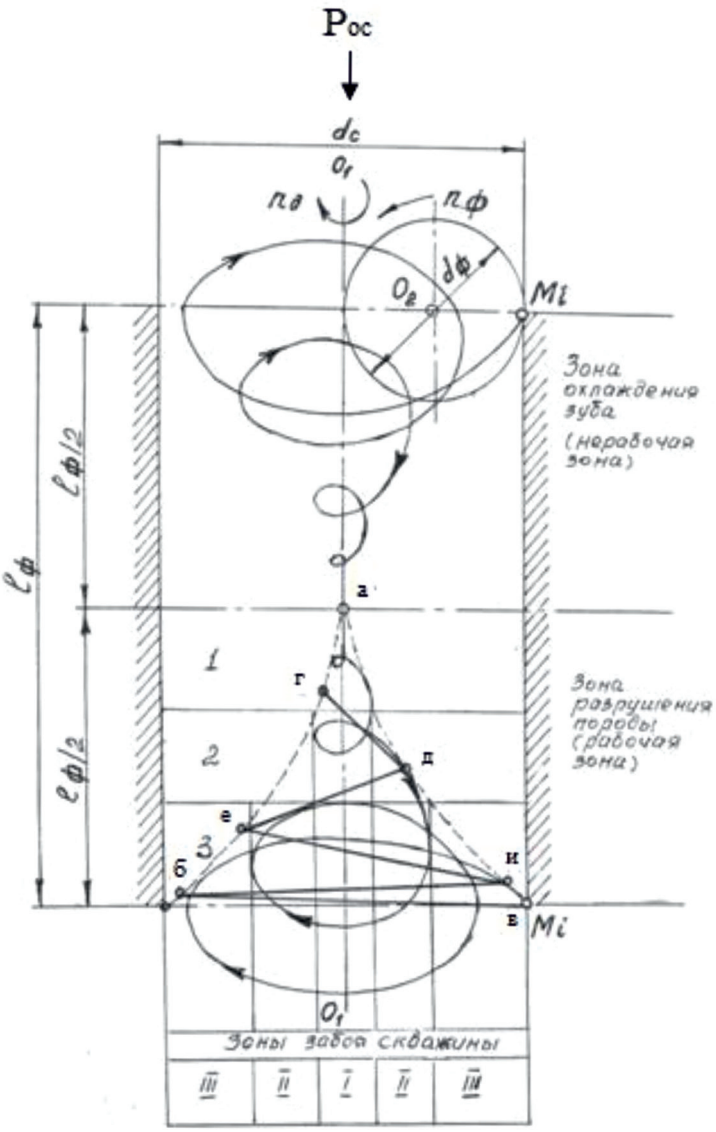


Рис. 3. Работа зуба зубчато-дисковой фрезы

За один оборот долота каждый зуб зубчато-дисковой фрезы проходит путь $l_ф$. При одновременном участии в двух движениях (поступательное и вращательное) зубчато-дисковая фреза образует две зоны разрушения (рабочая зона и зона охлаждения) [2] (рис. 3), в которых попеременно оказываются зубья 1–30 (см. рис. 2). Разрушая породу, зуб зубчато-дисковой фрезы создает сектор разрушения а–б–в (см. рис. 3), который по условиям режимов разрушения можно разделить на три участка [2]. На первом участке отмечаются минимальные значения окружной скорости зуба $V_{окр}$ (м/мин) и горизонтальной составляющей $Р_г$ (кН), результирующего усилия $Р_р$. На этом участке происходит разрушение центральной части забоя (зона забоя I). Второй участок характеризуется средними значениями $V_{окр}$ (м/мин) $Р_г$ (кН) и вертикальной составляющей $Р_в$ (кН), результирующего усилия $Р_р$. На этом участке происходит разрушение средней части забоя (зона забоя II). На третьем участке наблюдаются максимальные значения $V_{окр}$ (м/мин), $Р_г$ (кН) и минимальные значения $Р_в$ (кН), результирующего усилия $Р_р$. На этом участке происходит разрушение периферийной части забоя (зона забоя III).

Определение составляющих результирующего усилия $Р_р$, (кН) при перемещении зуба фрезы по сектору разрушения возможно по выражениям [2]:

$$Р_в = Р_г \cdot \cos a, \qquad (1)$$

$$P_г = P_в \cdot \cos a, \quad (2)$$

где $P_в$ – вертикальная составляющая результирующего усилия, кН; $P_г$ – горизонтальная составляющая результирующего усилия, кН; a – угол между вертикальной осью скважины и касательной к траектории движения зуба на конкретном участке сектора разрушения, град.

Результирующее усилие $P_р$ (кН) в момент начала разрушения породы можно определить по формуле [2]:

$$P_р = P_{ос} / (N_h \cdot \beta), \quad (3)$$

где N_h – количество зубьев зубчато-дисковой фрезы, одновременно участвующих в разрушении породы: $N_h = N \cdot ⅗$; β – число зубчато-дисковых фрез, установленных на долоте.

Для долота ДРДФ-244,5-2 с тремя зубчато-дисковыми фрезами и двумя рядами твердосплавных зубков N, установленных на каждой зубчато-дисковой фрезе, учитывая, что угол a при перемещении по сектору разрушения изменяется от 0 до 90 °.

Значения составляющих результирующего усилия $P_в$ и $P_г$ и средней окружной скорости зуба $V_{окр}$ на участках сектора разрушения породы приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что в центральной зоне забоя скважины зуб фрезы работает с преобладанием вертикального перемещения и горизонтального перемещения с наибольшей окружной скоростью в периферийной зоне забоя скважины.

Для определения ориентировочных значений осевых усилий $P_{ос}$ (кН) воспользуемся зависимостью [7]:

$$P_{ос} = (0{,}6 - 0{,}8) \cdot f \cdot d_d \cdot 10^3, \quad (4)$$

где f – коэффициент крепости горной породы; d_d – диаметр долота, см.

Расчеты ориентировочных значений осевых усилий для горных пород с коэффициентом крепости f = 2–14 представлены в табл. 2.

Таким образом, при выборе геометрических параметров породоразрушающих элементов долота необходимо учитывать условия работы зуба в забое скважины, характеризующиеся изменением скоростных и силовых режимов бурения.

Таблица 1

Значения $P_в$, $P_г$ и $V_{окр}$ зуба фрезы долота ДРДФ

Зоны забоя скважины	Участки траектории движения зуба	α, град	$P_в$, кН	$P_г$, кН	$V_{окр}$, м/мин
I	а–г	10	2,99	0,52	5,6
II	г–д	45	2,2	2,17	21,8
	д–е	75	0,79	2,96	38,3
III	е–и	80	0,52	2,99	55,1
	и–б	85	0,27	3,05	70,7
	б–в	88	0,11	3,06	76,3

Таблица 2

Зависимость осевого усилия от коэффициента крепости горных пород f

f	2	4	6	8	10	12	14
$P_{ос}$ (кН)	34,23	68,46	102,69	136,92	171,15	205,38	239,61

Таблица 3

Расчетные кинематические и режимные параметры долот ДРДФ

Степень крепости пород	f	Скорость бурения $V_б$		h, мм/об	$n_ф$, об/мин при $d_ф$ = 0,117 м	$n_d/n_ф$	$V_б/n_ф$
		м/ч	м/мин				
Мягкие и довольно мягкие	2	130	2,16	0,00485	5,88	25,5	0,367
Средние	4	100,4	1,67	0,00465	4,56	26,3	0,367
Средние и довольно крепкие	6	85,9	1,43	0,00442	3,89	27,8	0,367
Крепкие	8	68,7	1,15	0,00424	3,13	28,7	0,367
	10	44,4	0,74	0,00374	2,01	32,8	0,367
	12	25,75	0,43	0,00298	1,17	41	0,367
	14	14,3	0,24	0,00221	0,65	55,4	0,367

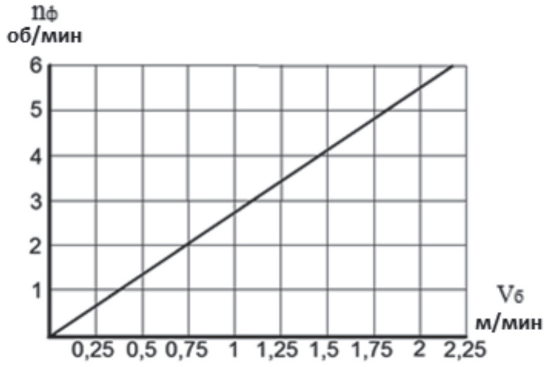


Рис. 4. Зависимость $n_ф$ об/мин от $V_б$ м/мин

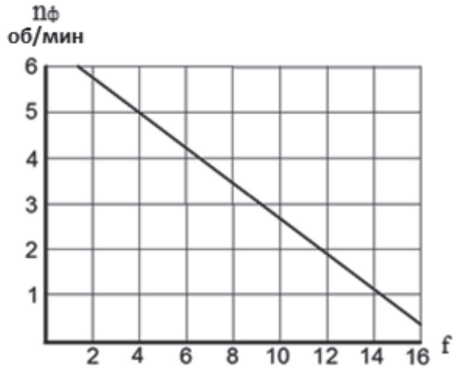


Рис. 5. Зависимость $n_ф$ об/мин от f

Характерной чертой кинематики долота ДРДФ является то, что окружная скорость $V_{окр}$ (м/мин) зубчато-дисковой фрезы почти равна скорости бурения $V_б$ (м/мин). Исходя из этого можно сделать вывод, что частота вращения зубчато-дисковой фрезы $n_ф$ (об/мин), пропорциональна $V_б$ (м/мин).

Частоту вращения зубчато-дисковой фрезы $n_ф$ (об/мин), с учетом работы [6], можно определить по формуле

$$n_ф = \frac{V_б \cdot К_д}{\pi \cdot d_ф}, \qquad (5)$$

где $V_б$ – скорость бурения м/мин; $d_ф$ – диаметр зубчато-дисковой фрезы, м; $К_д$ – коэффициент, учитывающий дополнительное сопротивление в опоре зубчато-дисковой фрезы, $К_д$ = 1,2÷1,5.

В табл. 3 даны расчетные кинематические и режимные параметры долот ДРДФ-244,5-2 при бурении взрывных скважин в породах различной категории.

Из табл. 3 следует, что с увеличением крепости горных пород скорость бурения $V_б$ и глубина внедрения фрезы за один оборот h снижаются. Это обстоятельство особенно характерно для пород с коэффициентом крепости f = 8. Так, при изменении коэффициента крепости с f = 2–6 $V_б$ (м/мин) уменьшается на 20–25 %, а при коэффициенте крепости f = 7–14 – уменьшается до 30 %.

По данным табл. 3 построены зависимости изменения скорости вращения зубчато-дисковой фрезы $n_ф$ от скорости бурения $V_б$ и крепости горных пород (рис. 4, 5).

Из рис. 4, 5 видно, что для крепости f = 10 рациональными значениями $n_ф$ являются 2 об/мин ≤ $n_ф$ ≤ 3 об/мин.

Выводы

1. Обоснованы режимные параметры долот режуще-вращательного действия с многорядным вооружением с учетом особенностей их кинематики.

2. Долота ДРДФ с многорядным вооружением расширяют область применения бурового инструмента режуще-вращательного действия с коэффициента крепости f = 2–6 до f = 8–10.

Список литературы

1. Гилев А.В., Бовин К.А., Шигин А.О., Белозеров И.Р. Анализ проходки шарошечных долот в условиях Олимпиадинского ГОКа ЗАО «ПОЛЮС» // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=20398 (дата обращения: 03.05.2017).

2. Механическое оборудование карьеров: Учеб. для вузов. – 8-е изд., перераб. и доп. Р.Ю. Подэрни. – М.: Издательство «Майнинг Медиа Групп», 2013. – 593 с.

3. Буткин В.Д., Минеев А.В., Васильев С.И. Развитие конструкций новых видов шарошечных долот для бурения в осложненных горно-геологических условиях // Системы. Методы. Технологии. – 2012. – № 3. – С. 45–48.

4. Пятова И.Ю. Обоснование и выбор рациональных параметров трансмиссий гидрообъемных приводов основных механизмов карьерного бурового станка [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Пятова Ирина Юрьевна. – М., 2016. – 143 с.

5. Шигин А.О. Методология проектирования адаптивных вращательно-подающих органов буровых станков и технологий их применения в сложноструктурных породных массивах [Текст]: дис. ... док. техн. наук / Шигин Андрей Олегович. – Красноярск, 2015. – 355 с.

6. Страбыкин Н.Н., Коледин Ю.М., Долгун Я.Н., Шевченко А.Н. Режущие долота для бурения взрывных скважин на карьерах со шнековой очисткой и продувкой // Горное оборудование и электромеханика. – 2007. – № 5. – С. 2–14.

7. Страбыкин Н.Н., Коледин Ю.М., Горячкин В.М., Красноштанов С.Ю., Шевченко А.Н. Перспективы эффективного применения станков вращательного бурения в сложных горно-геологических условиях и суровых климатических условиях карьеров Сибири и Севера // Горное оборудование и электромеханика. – 2008. – № 12. – С. 11–15.

8. Решение о выдаче патента №2016129831/03 Российская Федерация. МПК E21B 10/10, 10/12, 10/16. Буровое долото режуще-вращательного типа/ К.А. Бовин. А.В. Гилев, В.Т. Чесноков, И.Р. Белозеров и др. – заявл. 20.07.2016. Решение от 26.07.2017.

9. Повышение эффективности эксплуатации буровой техники на горных предприятиях: монография / А.В. Гилев, А.О. Шигин, В.Т. Чесноков, И.Р. Белозеров. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 372 с.

10. Ковалев А.Г. Научн. Рук. Гилёв А.В. Исследование кинематики движения долота ДРДФ-244,5-2: дипломная работа. – Красноярск, 2017. – 73 с.

УДК 661.728

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МИСКАНТУСА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Гисматулина Ю.А.

ФГБУН Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), Бийск, e-mail: julja.gismatulina@rambler.ru

Целью данной работы является разработка оптимальных условий предварительной химической обработки мискантуса комбинированным способом для последующего получения бактериальной целлюлозы. Установлено, что оптимальными условиями самой длительной стадии (щелочной делигнификации) получения целлюлозы комбинированным способом являются: концентрация гидроксида натрия 4%; температура 90–98 °С; продолжительность 6 ч. Образцы целлюлозы были получены с выходом 35–40% (в пересчете на исходное сырье) и характеризовались следующими показателями качества: массовая доля α-целлюлозы 87,0–90,3%, степень полимеризации 950–990, массовая доля остаточного лигнина 2,0–3,0%, массовая доля пентозанов 3,0–8,0%, зольность 0,3–0,4%. Установлено, что выход редуцирующих веществ при ферментативном гидролизе целлюлозы мискантуса составил 90–93% от массы субстрата. Таким образом, целлюлоза, полученная комбинированным способом из мискантуса, является перспективным сырьём для последующего микробиологического синтеза бактериальной целлюлозы.

Ключевые слова: мискантус, целлюлоза, щелочная делигнификация, комбинированный способ, бактериальная целлюлоза

CHEMICAL PRETREATMENT OF MISCANTHUS FOR SUBSEQUENT BACTERIAL CELLULOSE SYNTHESIS

Gismatulina Yu.A.

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

This study is focused on developing reasonable conditions of the chemical pretreatment of Miscanthus by the combined method to produce bacterial cellulose. The reasonable conditions of the longest unit operation, alkaline delignification, to obtain cellulose by the combined method were found to be as follows: 4% sodium hydroxide, 90–98 °C, and 6 h. The cellulose samples derived by the combined method were characterized by a high yield of 35–40% and had the following quality factors: 87,0–90,3% α-cellulose, 950–990 degree of polymerization, 2,0–3,0% residual lignin, 0,3–0,4% ash content, and 3,0–8,0% pentosans. The cellulose obtained from Miscanthus by the combined method was found to be suitable for producing good-quality nutrient broth for subsequent microbiological synthesis. Hence, further research needs to be undertaken to explore the possibility of bacterial cellulose biosynthesis on the substrate obtained from Miscanthus chemically pretreated by the combined method.

Keywords: miscanthus, cellulose, alkaline delignification, combined method, bacterial cellulose

В настоящее время активно изучаются синтез и свойства бактериальной целлюлозы (БЦ) [1–4]. БЦ принципиально отличается от растительной целлюлозы своей уникальной сетчатой наноразмерной структурой, чистотой, высокими степенями полимеризации и кристалличности, прочностью. Отличается и способ получения: БЦ не выделяют из высших растений, а синтезируют микробиологическим путём. Благодаря перечисленным выше особенностям, БЦ находит широкую область применения в химических, пищевых, биотехнологических, биомедицинских и других отраслях промышленности [2, 3].

Биосинтез БЦ имеет высокую себестоимость ввиду использования дорогостоящих синтетических питательных сред и сред из пищевого сырья. Поэтому актуальной задачей является поиск дешевых сырьевых источников для биосинтеза БЦ [1, 4]. Привлекательным сырьем является целлюлозосодержащая биомасса, характеризующаяся доступностью, массовостью, ежегодной воспроизводимостью и дешевизной. В данной работе в качестве сырья для получения бактериальной целлюлозы предлагается использовать техническую злаковую культуру – мискантус. Мискантус – это перспективное сырье с высоким выходом биомассы на уровне 10–15 т/га/год и содержанием целлюлозы в пределах 45–55 массовых процентов [5].

Для получения питательной среды, пригодной для биосинтеза БЦ, мискантус необходимо подвергнуть предварительной химической обработке, а затем ферментативной трансформации. Химическая обработка должна обеспечить увеличение реакционной способности к ферментативному гидролизу в 3–7 раз по сравнению с сырьем, а также должна быть простой в аппаратурном оформлении и основываться на использовании доступных реактивов.

Преимуществами комбинированного способа выделения целлюлозы являются: использование разбавленных водных растворов гидроксида натрия и азотной кислоты (концентрацией не более 4%); простое аппаратурное оформление; проведение процесса при атмосферном давлении. К достоинствам комбинированного способа также относится легкость растворения лигнина однолетних растений в горячих щелочных растворах [6], что позволяет прогнозировать получение субстрата с высокой реакционной способностью к ферментативному гидролизу [7]. Показано, что способ получения субстрата ключевым образом влияет на выход БЦ, например выход БЦ, полученной из плодовых оболочек овса, изменяется в 2 раза в зависимости от стадии предварительной химической обработки [1, 8].

Целью данной работы являлась разработка рациональных условий предварительной химической обработки мискантуса комбинированным способом для последующего превращения целлюлозы мискантуса в раствор сахаров путем ферментативного гидролиза и биосинтеза БЦ на полученной питательной среде.

Материалы и методы исследования

В данной работе в качестве сырья для выделения целлюлозы комбинированным способом использовался мискантус сорта Сорановский *Miscanthus sinensis* – Andersson со следующим химическим составом: жировосковая фракция – 2,8%, зольность – 4,62%, лигнин – 22,1%, пентозаны – 25,1%, целлюлоза по Кюршнеру – 48%. Превышение 100% суммарной массовой доли компонентов сырья на 2,62% связано с погрешностями методик определения химического состава, основанными на выделении каждого компонента путем удаления всех остальных.

Предварительная химическая обработка мискантуса проводилась комбинированным способом выделения целлюлозы, заключающимся в последовательности следующих стадий: предварительного гидролиза, щелочной обработки, азотнокислой обработки и промывки водными растворами гидроксида натрия и азотной кислоты.

Оптимальные условия выделения целлюлозы комбинированным способом исследованы на ключевой стадии процесса – щелочной обработке. Изучено влияние таких факторов, как концентрация раствора гидроксида натрия, продолжительность и температура процесса.

Предварительный гидролиз проводился 0,2%-ным раствором азотной кислоты при температуре 90–95 °С в течение 1 ч. Азотнокислая обработка проводилась 4%-ным раствором азотной кислоты при температуре 90–95 °С в течение 6 ч. Промывка проводилась последовательно 1%-ным раствором гидроксида натрия, а затем 1%-ным раствором азотной кислоты. Полученная целлюлоза отжималась на вакуумном фильтре, промывалась до нейтральной реакции промывных вод, высушивалась до влажности 7–10% и взвешивалась с точностью 0,1 г. Выход целлюлозы рассчитывался в пересчете на исходное сырье.

Сырье для проведения экспериментов было измельчено до размера фракции 10–15 мм. В связи с низкой насыпной плотностью модуль щелочной обработки (массовое соотношение сырье: раствор) был выбран 1:20.

Массовые доли золы, остаточного лигнина, α-целлюлозы, пентозанов и степень полимеризации целлюлозы определяли стандартными методами [9].

Эксперименты были проведены в трехкратной повторности и показали высокую воспроизводимость результатов, в связи с чем дополнительные опыты не проводились. Опытные данные были статистически обработаны, аппроксимированы, построены уравнения регрессии.

Результаты исследования и их обсуждение

На первой стадии комбинированного способа выделения целлюлозы – предгидролиза – происходит разрыв лигноцеллюлозной матрицы биомассы, состоящих из трех основных полимеров (целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина) (схематичное изображение биомассы приведено на рис. 1), удаление жиро- и водорастворимых веществ и частично гемицеллюлоз [10]. На следующей стадии – щелочной обработке – из твердой фазы в варочный раствор удаляется лигнин. Полученный на данной стадии волокнистый продукт состоит из целлюлозы, гемицеллюлоз (в пределах 10–18%) и кислотонерастворимого лигнина (не более 3%). На третьей стадии – азотнокислой обработки – из волокнистого продукта происходит удаление гемицеллюлоз и извлечение остатков нерастворившегося лигнина. Затем следуют стадии промывки продукта на воронке водным раствором щелочи (для растворения и удаления лигнина, в том числе осевшего на волокнах целлюлозы) и водным раствором азотной кислоты (для снижения золы путем удаления катионов Na). В итоге получается техническая целлюлоза с массовой долей α-целлюлозы на уровне 90%, содержания кислотонерастворимого лигнина и пентозанов составляют 2–3% и 3–8%, соответственно, зольность не более 0,5%. На рис. 1 приведена схема комбинированного способа получения целлюлозы. Следует отметить, что в условиях кислотной обработки гемицеллюлозы в варочном растворе превращаются последовательно в ксилозу, фурфурол и муравьиную кислоту [7].

Согласно литературным данным [7, 10–12] щелочная обработка однолетних растений и соломы сельскохозяйственных культур проводится в следующих условиях: концентрация гидроксида натрия 0,4–10%, температура 70–140 °С, продолжительность 0,3–6 ч, модуль проведения процесса 1:8–1:12.

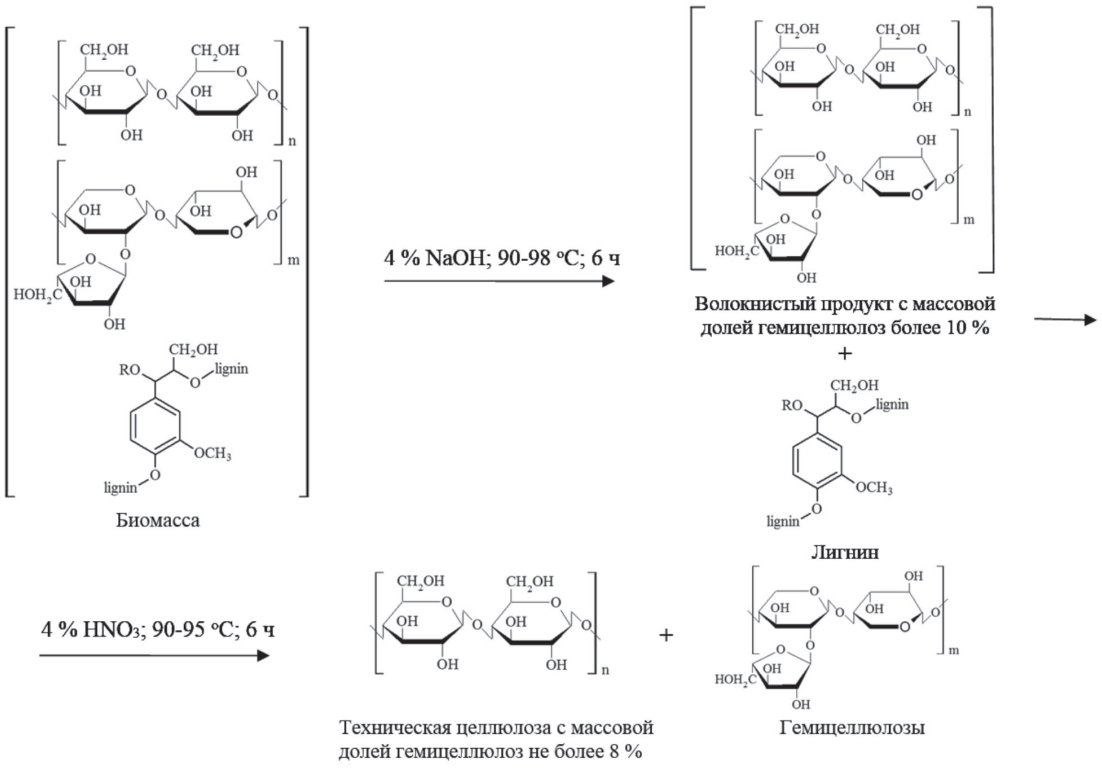
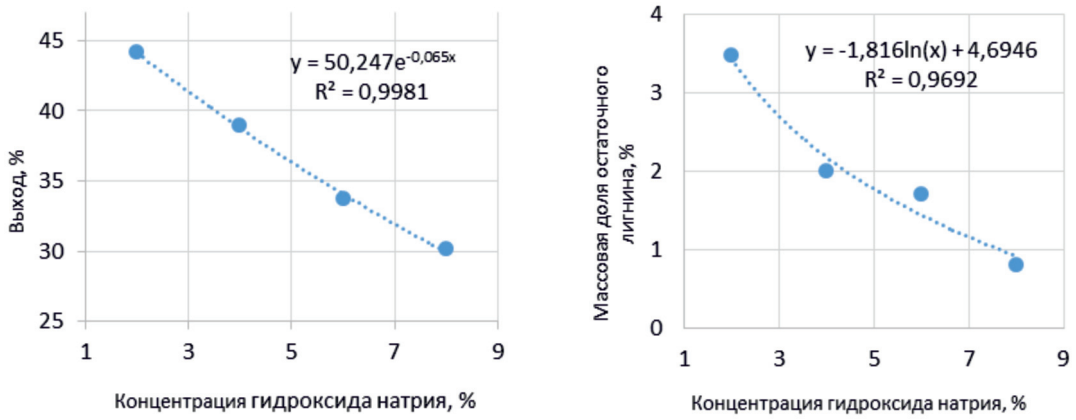


Рис. 1. Схема комбинированного способа получения целлюлозы

Оптимальные условия щелочной делигнификации – ключевой и самой длительной стадии в выделении целлюлозы комбинированным способом – должны быть разработаны не только исходя из морфологических особенностей мискантуса (известно, что матрица мискантуса достаточно прочная и для ее деполимеризации требуются достаточно жесткие условия [13]), но и исходя из поставленной задачи – последующего успешного ферментативного гидролиза. С одной стороны, в жестких условиях могут образовываться ингибиторы, снижающие эффективность ферментативного гидролиза [14], с другой стороны, при неполной обработке наличие остаточных нецеллюлозных компонентов (гемицеллюлозы, золы и лигнина) приводит к снижению концентрации сахаров в ферментативном гидролизате [7, 12]. В частности, остаточный лигнин препятствует протеканию гидролиза, блокируя действие ферментов на целлюлозу и снижая скорость ферментативного гидролиза. Таким образом, при разработке оптимальных условий химической предобработки сырья комбинированным способом, критерием его эффективности следует выбрать максимальный выход продукта при низком содержании остаточного лигнина. Учитывая высокое содержание лигнина в исходном сырье (22%) и необходимость получения достаточно чистого субстрата, поставлена задача нахождения максимального выхода целлюлозы при массовой доле остаточного лигнина не более 3% [7]. Снижение массовой доли остаточного лигнина менее 3% приведет к крайне низкому выходу целлюлозы, что является нецелесообразным.

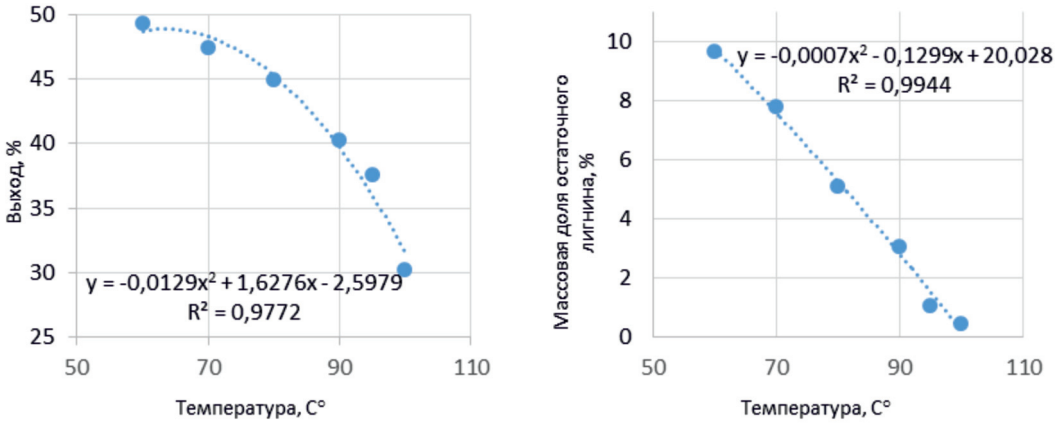
Первым изучаемым параметром щелочной обработки мискантуса, влияющим на качество целлюлозы, являлась концентрация раствора гидроксида натрия при проведении процесса, остальные параметры были выбраны следующие: температура 95°С, продолжительность 6 ч, модуль 1:20. Концентрацию гидроксида натрия варьировали от 2% до 8%. На рис. 2 представлены графики, полученные аппроксимированием экспериментов.

На рис. 2 показано, что содержание остаточного лигнина при концентрации гидроксида натрия, равной 2%, превышает 3%. Обработка 4%-ным раствором гидроксида натрия приводит к высокому выходу 38,9% – при содержании остаточного лигнина менее 3%. В дальнейшем увеличении концентрации раствора гидроксида натрия более 4% нет необходимости, так как это приводит к более низкому выходу целлюлозы – 38%.



а) *б)*

Рис. 2. Влияние концентрации гидроксида натрия на выход (а) и массовую долю остаточного лигнина (б) целлюлозы из мискантуса



а) *б)*

Рис. 3. Влияние температуры щелочной обработки на выход (а) и массовую долю остаточного лигнина (б) целлюлозы из мискантуса

Вторым изучаемым параметром щелочной обработки сырья, влияющим на качество целлюлозы, являлась температура проведения процесса, остальные параметры были выбраны следующие: концентрация гидроксида натрия 4%, продолжительность 6 ч, модуль 1:20. Температуру варьировали от 60 °С до 100 °С. На рис. 3 представлены графики, полученные аппроксимированием экспериментов.

Из рис. 3 следует, что выполнение условия по содержанию остаточного лигнина менее 3% выполняется при температуре 95–100 °С. Проведение щелочной обработки при температуре равной 95 °С, приводит к высокому выходу целлюлозы 37,5%, при выполнении заданных ограничений по остаточному лигнину. Однако температура 90 °С также является допустимой при проведении щелочной обработки, так как позволяет получить выход конечного продукта выше на 3,6% при этом содержание остаточного лигнина незначительно выше 3% и составляет 3,06%. Следовательно, оптимальным диапазоном температуры для проведения щелочной обработки является 90–98 °С.

Третьим изучаемым параметром щелочной обработки сырья, влияющим на качество целлюлозы, являлась продолжи-

тельность проведения процесса, остальные параметры были выбраны следующие: концентрация гидроксида натрия 4 %, температура 95 °С, модуль 1:20. Температуру варьировали от 60 °С до 100 °С. На рис. 4 представлены графики, полученные аппроксимированием экспериментов.

Графики, представленные на рис. 4, указывают на то, что содержание остаточного лигнина менее 3 % устанавливается при продолжительности процесса 6 ч. Поэтому увеличение времени щелочной обработки более 6 ч является неблагоприятным условием, так как происходит снижение выхода продукта при несущественном снижении остаточного лигнина.

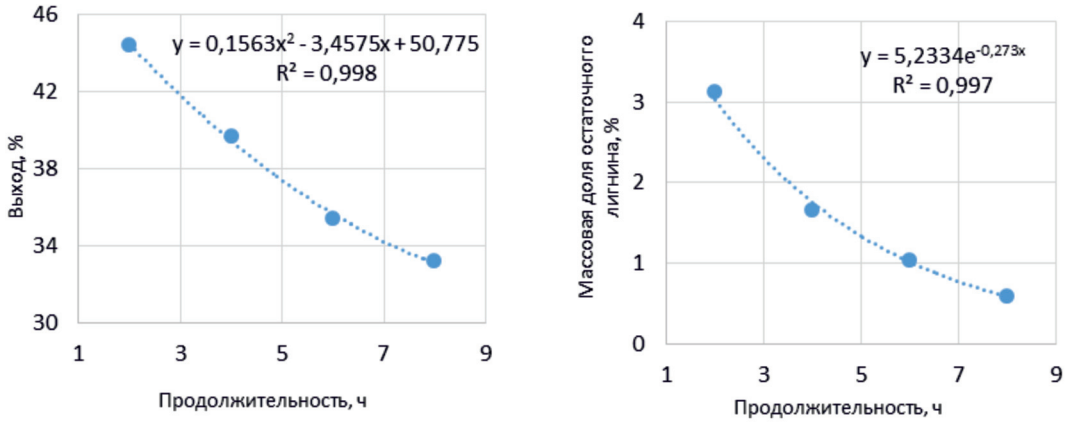
В ходе проведенных исследований установлено, что наиболее оптимальными условиями щелочной обработки в процессе выделения целлюлозы комбинированным способом для мискантуса, обеспечивающими максимальный выход при массовой доле остаточного лигнина не более 3 %, являются: концентрация гидроксида натрия 4 %; температура 90–98 °С; продолжительность 6 ч.

В установленных оптимальных условиях были наработаны образцы целлюлозы из мискантуса с выходом 35–40 % в пересчете на сырье, при этом содержание α-целлюлозы составляло 87,0–90,3 %, степень полимеризации 950–990, остаточный лигнин 2,0–3,0 %, зольность 0,3–0,4 %, содержание пентозанов 3,0–8,0 %.

Реакционная способность полученных образцов целлюлозы оценивалась по методике [15], являющейся универсальной для различных видов химических предварительных обработок и различного сырья. Установлено, что степень конверсии при начальной концентрации абсолютно сухого субстрата 30 г/л составляет 91–93 %. При сравнении с ферментативным гидролизом нативного мискантуса [15] можно констатировать увеличение реакционной способности целлюлозы мискантуса, полученной комбинированным способом, в 8 раз. Это высокий результат, а учитывая низкое содержание в целлюлозе мискантуса нецеллюлозных компонентов, можно сделать оптимистичный прогноз относительно пригодности полученного ферментативного гидролизата для использования в качестве питательной среды для биосинтеза БЦ.

Выводы

В данной работе выполнены исследования по разработке оптимальных условий предварительной химической обработки мискантуса комбинированным способом. Установлено, что оптимальными условиями ключевой и самой длительной стадии получения целлюлозы комбинированным способом (щелочной обработки) являются: концентрация гидроксида натрия – 4 %; температура – 90–98 °С; продолжительность – 6 ч. Выделение целлюлозы в таких условиях позволяет получить максимальный выход целевого продукта 35–40 % при содержании α-целлюлозы 87,0–90,3 %, степени полимеризации 950–990, содержании остаточного лигнина 2,0–3,0 %, зольности 0,3–0,4 % и содержании пентозанов 3,0–8,0 %.



а) *б)*

Рис. 4. Влияние продолжительности щелочной обработки на выход (а) и массовую долю остаточного лигнина (б) целлюлозы из мискантуса

Выделенная из мискантуса комбинированным способом целлюлоза является перспективным субстратом для ферментативного гидролиза – степень его конверсии составила 91–93 % от массы субстрата. Высокие качественные показатели субстрата позволяют прогнозировать эффективность его применения для последующего биосинтеза бактериальной целлюлозы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-19-01054).

Список литературы

1. Гладышева Е.К. Биосинтез бактериальной целлюлозы на ферментативном гидролизате технической целлюлозы из плодовых оболочек овса / Е.К. Гладышева, Е.А. Скиба // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2017. – Т. 7, № 1 (20). – С. 140–146.

2. Zhijiang C. Bacterial cellulose/poly (ethylene glycol) composite: characterization and first evaluation of biocompatibility / C. Zhijiang, K. Jaehwan // Cellulose. – 2010. – № 17. – P. 83–91.

3. Hagiwara Y. Ligament-like tough double-network hydrogel based on bacterial cellulose / Y. Hagiwara [et al.] // Cellulose. – 2010. – № 17. – P. 93–101.

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

5. Гисматулина Ю.А. Сравнительный химический состав пяти урожаев мискантуса сорта Сорановский: растение в целом, лист, стебель / Гисматулина Ю.А. // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 4. – С. 23–26.

6. Нурмухаметова Р.Р. Структурный анализ пенькового волокна после щелочной обработки методом ИК-спектроскопии / Р.Р. Нурмухаметова [и др.] // Вестник технологического университета. –2017. – Т. 20, № 10. – С. 81–83.

7. Hu F. Pretreatment and Lignocellulosic Chemistry / F. Hu, A. Ragauskas // BioEnergy Research. – 2012. – № 5. – P. 1043–1066.

8. Гладышева Е.К. Исследование процесса биосинтеза бактериальной целлюлозы на ферментативном гидролизате волокнистого продукта плодовых оболочек овса / Е.К. Гладышева // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11–2. – С. 260–265.

9. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

10. Непенин Н Н. Технология целлюлозы. В 3-х томах. Т. III. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы: [Текст] / Н.Н. Непенин, Ю.Н. Непенин; учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Экология, 1994. – 592 с.

11. Григорьева Н.П. Технология получения целлюлозы из травянистых растений и ее свойства / Н.П. Григорьева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 3. – С. 165–168.

12. Brodeur G. Chemical and physicochemical pretreatment of lignocellulosic biomass: a review / G. Brodeur [et al.] // Enzyme Res. – 2011. – P. 1–17.

13. Budaeva V.V. Enzymatic hydrolysis of the products of hydro-thermobaric processing of miscanthus and oat hulls / V.V. Budaeva [et al.] // Catalysis in Industry. – 2013. – Т. 5, № 4. – P. 335–341.

14. Agrawal R. Pilot scale pretreatment of wheat straw and comparative evaluation of commercial enzyme preparations for biomass saccharification and fermentation / R. Agrawal [et al.] // Biochemical Engineering Journal. – 2015. – № 102. – P. 54–61.

15. Budaeva V.V. Kinetics of the Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulosic Materials at Different Concentrations of the Substrate / V.V. Budaeva [et al.] // Catalysis in Industry. – 2016. – Vol. 8, № 1. – P. 81–87.

УДК 661.728.7

БИОСИНТЕЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ФЕРМЕНТАТИВНОМ ГИДРОЛИЗАТЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО МАТЕРИАЛА МИСКАНТУСА

Гладышева Е.К.

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

Изучен процесс биосинтеза бактериальной целлюлозы (БЦ) на ферментативном гидролизате лигноцеллюлозного материала мискантуса. Лигноцеллюлозный материал получен обработкой мискантуса разбавленным раствором азотной кислоты на опытном производстве. Ферментативный гидролиз осуществлён в ферментере объёмом 11 л. Биосинтез БЦ проведён с помощью симбиотической культуры Medusomyces gisevii Sa-12. Установлено, что численность уксуснокислых бактерий в процессе культивирования в 1,2 раза меньше, чем дрожжей. Основная утилизация субстрата происходит за 6 суток культивирования, константа утилизации субстрата составляет 0,234 сут$^{-1}$. Показано, что ферментативный гидролизат лигноцеллюлозного материала мискантуса не является доброкачественной питательной средой для биосинтеза БЦ, выход БЦ составил 5,6%, что в 1,6 раз меньше, чем выход на синтетической питательной среде. Установлено, что бактериальная целлюлоза, полученная на данной среде, является химически чистой.

Ключевые слова: бактериальная целлюлоза, Medusomyces gisevii, инфракрасная спектроскопия, ферментативный гидролизат, мискантус

BACTERIAL CELLULOSE BIOSYNTHESIS ON ENZYMATIC HYDROLYZATE OF LIGNOCELLULOSIC MISCANTHUS FEEDSTOCK

Gladysheva E.K.

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

The biosynthesis process of bacterial cellulose (BC) on an enzymatic hydrolyzate of lignocellulosic Miscanthus feedstock was studied. The lignocellulosic feedstock was obtained by treating Miscanthus with a dilute nitric-acid solution at a pilot production site. The enzymatic hydrolysis was run in an 11-L fermentor. The BC biosynthesis was carried out using the symbiotic Medusomyces gisevii Sa-12 culture. The cell count of acetic bacteria during the cultivation was found to be an order of magnitude lower than that of the yeast. The major utilization of the substrate took 6 days of cultivation, the substrate utilization constant being 0,234 day^{-1}. The enzymatic hydrolyzate of the lignocellulosic Miscanthus feedstock was shown to be not a good-quality nutrient medium for the BC biosynthesis, the BC yield being 5,6% – which is 1,6 times lower than the yield obtained on a synthetic nutrient medium. The BC obtained on that medium was found to be chemically pure.

Keywords: bacterial cellulose, Medusomyces gisevii, IR spectroscopy, enzymatic hydrolysis, Miscanthus

Масштабирование процесса и реализация на практике биотехнологического производства зависит от таких факторов, как наличие воспроизводимого массового дешевого сырья; простота трансформации сырья в питательную среду; возможность аппаратурного оформления производства стандартным либо новым эффективным оборудованием; высокий выход целевого продукта и обеспечение стандартности его качества. Ввиду перспективности использования БЦ в различных областях [1, 2] необходимо создание ее промышленного производства, при этом важной задачей является поиск подходящих источников углерода, имеющих низкую стоимость и не конкурирующих с пищевой продукцией. Актуальным направлением получения БЦ является использование целлюлозосодержащего сырья для получения из него альтернативных питательных сред.

Массовое использование ископаемых ресурсов в течение прошлого столетия и связанная с этим проблема загрязнения вызвали значительное число экологических и экономических проблем. Предположительно, эти ресурсы будут исчерпаны в ближайшем будущем. Данные причины способствуют прогрессивному переходу к экономике на основе возобновляемых материалов (биомассы) в качестве сырья для производства химических веществ, материалов, топлива и энергии в пределах так называемой концепции биоконверсии. Целлюлоза является одним из наиболее распространенных полисахаридов и рассматривается как неисчерпаемый и универсальный источник. Перспективным является использование так называемых энергетических, т.е. быстрорастущих растений: мискантуса, проса, сорго и т.д. [3]. Мискантус – род многолетних травянистых растений семейства мятликовых. Представляет растение высотой до 200 см, стебли прямостоячие, листья простые пластинчатой формы, верхушка острая, основание

клиновидное, соцветия в виде метелок. Растение является многолетним злаком и начиная с третьего года культивирования может ежегодно продуцировать на одном поле на протяжении 15–20 лет 10–15 т/га/год сухой биомассы, что соответствует 4–6 т/га чистой целлюлозы [4].

В ИПХЭТ СО РАН разработана технология получения ферментативных гидролизатов из мискантуса. Предварительно мискантус подвергают химической обработке разбавленными растворами кислоты и/или щелочи [5], а затем ферментативному гидролизу [6]. Исследование процесса биосинтеза БЦ на ферментативном гидролизате лигноцеллюлозного материала плодовых оболочек овса [7] показало, что для успешного микробиологического синтеза ферментативный гидролизат должен обладать биологической доброкачественностью.

В данной работе в качестве субстрата для ферментативного гидролиза выбран лигноцеллюлозный материал (ЛЦМ) мискантуса. ЛЦМ мискантуса получают обработкой сырья в одну стадию разбавленным раствором азотной кислоты при атмосферном давлении в стандартном оборудовании. Показано, что ферментативный гидролизат, полученный из ЛЦМ мискантуса, является биологически доброкачественным для биосинтеза этанола и не нуждается в дополнительной технологической обработке для освобождения его от вредных примесей [8].

Целью данной работы являлось изучение процесса биосинтеза БЦ на ферментативном гидролизате ЛЦМ мискантуса и исследование структуры полученных образцов методом инфракрасной спектроскопии. Следует отметить, что данная задача неоднозначна, поскольку продуценты БЦ более требовательны к составу питательных сред, следовательно, данные по доброкачественности среды для дрожжей не могут быть экстраполированы на целлюлозосинтезирующие микроорганизмы [9].

Материалы и методы исследования

ЛЦМ мискантуса был получен обработкой разбавленным раствором азотной кислоты на опытном производстве ИПХЭТ СО РАН и имел следующий состав (%, в пересчете на а.с.в.): массовая доля кислотонерастворимого лигнина – 10,6, массовая доля золы – 4,8, массовая доля целлюлозы по Кюршнеру – 86,7, массовая доля пентозанов – 7,9.

Ферментативный гидролиз ЛЦМ мискантуса проводился в ферментере объёмом 11 л в водной среде при 47 ± 2 °С в течение 72 ч с помощью ферментных препаратов Целлолюкс-А (0,04 г/г субстрата) и Брюзайм BGX (0,1 мл/г субстрата), активная кислотность поддерживалась на уровне 4,7 ± 0,2 с помощью гидроксида аммония и ортофосфорной кислоты, начальная концентрация субстрата составила 60 г/л, более подробно методика описана в работе [9].

Полученный ферментативный гидролизат отфильтровывался от остатков субстрата под вакуумом. Гидролизат представлял собой прозрачную жидкость рыжего цвета с кислым запахом, активная кислотность 4,7 ед. pH. Общее количество редуцирующих веществ (РВ) составило 49,0 г/л, из них ксилозы – 2,8 г/л. В отфильтрованный ферментативный гидролизат ЛЦМ из мискантуса вносился охлажденный настой чая (1 л дистиллированной воды доводили до кипения, добавляли сухой черный байховый чай, проводили экстракцию в течение 15 мин, охлаждали и отфильтровывали). При этом питательная среда стандартизовалась по содержанию РВ от 20 до 25 г/л и по содержанию экстрактивных веществ чая от 1,6 г/л до 4,8 г/л [10].

В качестве продуцента для биосинтеза БЦ использовалась симбиотическая культура *Medusomyces gisevii* Sa-12. Предварительно проводилась адаптация культуры на исследуемой питательной среде. Инокулят вносился в питательные среды в количестве 10% от объема питательной среды, культивирование проводилось в статических условиях при 27 °С в течение 24 суток. Условия культивирования выбраны на основании ранее проведённых работ [10, 11].

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

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

Результаты исследования и их обсуждение

Изменение количества дрожжей и уксуснокислых клеток в процессе культивирования *Medusomyces gisevii* Sa-12 на ферментативном гидролизате ЛЦМ мискантуса представлено на рис. 1, изменение уровня активной кислотности в процессе культивирования *Medusomyces gisevii* Sa-12 – на рис. 2.

Концентрация клеток дрожжей в питательной среде в процессе культивирования оказалась на порядок выше, чем уксуснокислых бактерий. Для дрожжей лаг-фаза не наблюдалась, увеличение концентрации клеток происходило с 0 по 12 сутки, после 12 суток происходила фаза отмирания. Для уксуснокислых бактерий наблюдалась лаг-фаза, до 8 суток их количество увеличивалось, с 8 по 10 сутки количество клеток оставалось постоянным, после 10 суток происходила фаза отмирания.

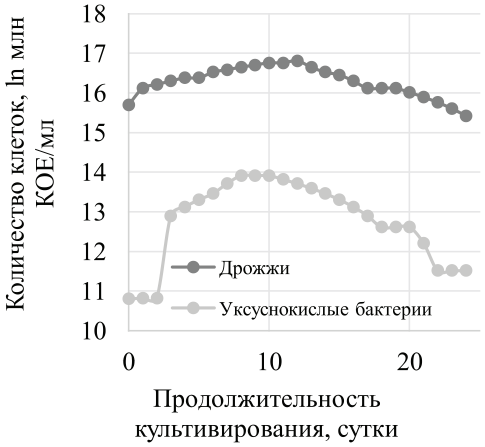


Рис. 1. Изменение количества дрожжей и уксуснокислых клеток

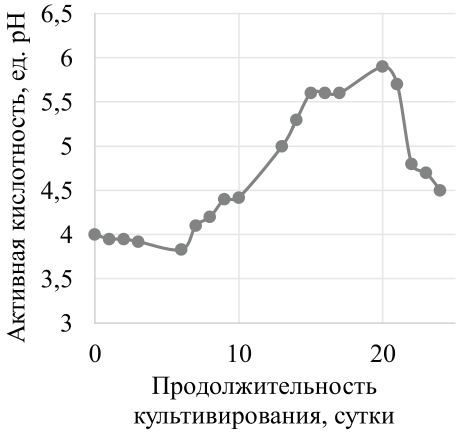


Рис. 2. Изменение уровня активной кислотности

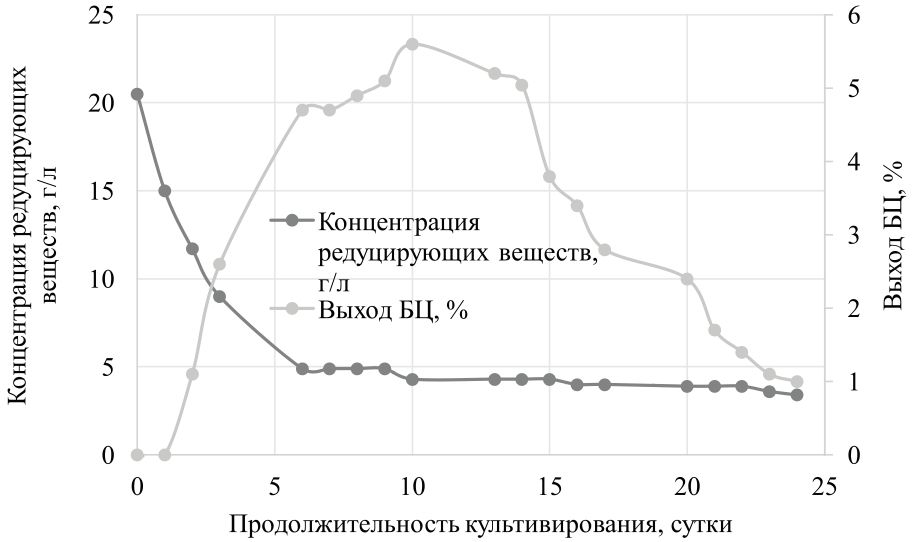


Рис. 3. Зависимость концентрации РВ и выхода БЦ от продолжительности культивирования

В процессе культивирования симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* в питательной среде в результате действия защитного механизма накапливаются промежуточные продукты гликолиза: уксусная, глюконовая кислоты, этанол и глицерин [12], косвенно об их накоплении можно судить по изменениям pH. Начальная активная кислотность питательной среды составляла 4,0, до шестых суток культивирования значение pH понизилось до 3,8. Далее в процессе культивирования значение активной кислотности среды повышалось до 5,9. Повышение активной кислотности не характерно для данного продуцента, однако похожая зависимость описана при культивировании продуцента *Gluconacetobacter xylinus* CH001 на кислотном гидролизате мискантуса [13].

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

Константа скорости утилизации субстрата рассчитана по формуле [14]:

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

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

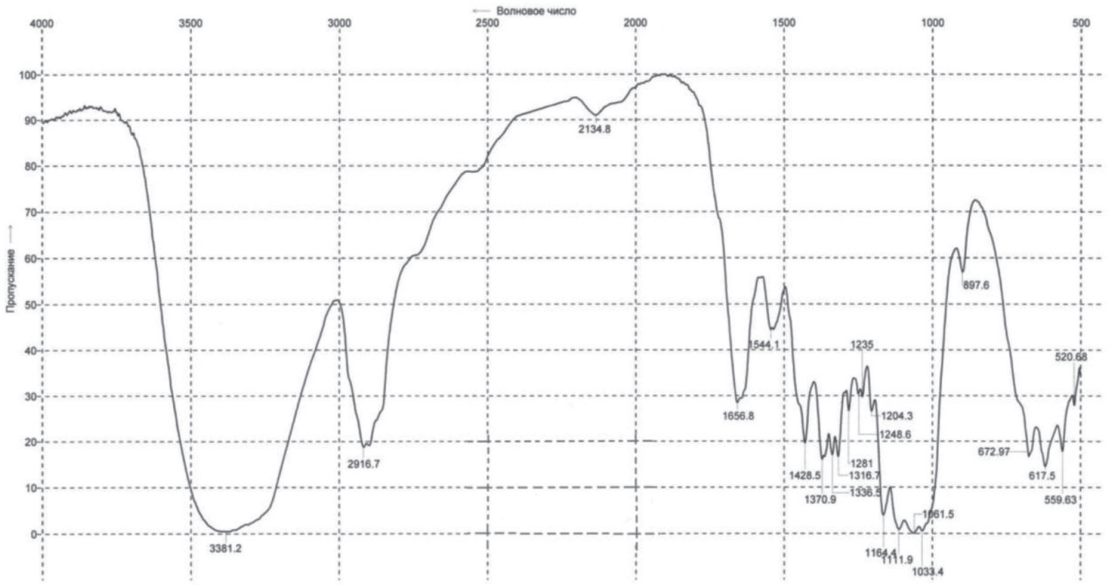


Рис. 4. Ик-спектр образца БЦ

Утилизация субстрата происходила в два периода: с 0 по 6 сутки культивирования константа скорости утилизации субстрата составила 0,234 сут$^{-1}$, со 6 по 24 значение снизилось в 12 раз и составило 0,020 сут$^{-1}$. Быстрая утилизация РВ с 0 по 6 сутки связано с потреблением субстрата микроорганизмами и их активным размножением. Со 6 по 24 сутки РВ медленно расходуются на поддержание жизнедеятельности микроорганизмов.

Гидролизат ЛЦМ мискантуса преимущественно состоит из глюкозы, концентрация ксилозы в нулевой момент времени составила 1,2 г/л. На 7 сутки культивирования общая концентрация РВ составила 4,9 г/л, при этом количество ксилозы в гидролизате практически не изменилось и составило 0,8 г/л. Через 24 суток культивирования концентрация РВ в питательной среде составила 3,4 г/л, а ксилозы – 0,3 г/л.

Скорость синтеза продукта (бактериальной целлюлозы) рассчитана по формуле

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

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

В первые сутки культивирования на поверхности питательной среды не наблюдалось четко выраженной гель-пленки БЦ. На вторые сутки культивирования образовалась тонкая гель-пленка БЦ. Основной прирост биомассы происходил с 2 по 6 сутки культивирования – выход БЦ увеличился с 1,1% до 4,7%; константа скорости синтеза продукта в этот период составила 0,363 сут$^{-1}$. С 6 по 10 сутки выход БЦ вырос до 5,6%, константа скорости синтеза продукта в этот период снизилась до 0,044 сут$^{-1}$. Далее скорость синтеза БЦ снижается, стремясь к нулевому значению.

С 10 по 24 сутки выход БЦ снизился до 1%, что указывает на идущие процессы деструкции, этот период совпадает с фазой отмирания дрожжей и уксуснокислых бактерий. Таким образом, на практике начало фазы отмирания микроорганизмов может служить критерием окончания процесса биосинтеза БЦ.

Ферментативный гидролизат ЛЦМ мискантуса не является благоприятной питательной средой для биосинтеза БЦ, наибольший выход БЦ составил 5,6%, что в 1,6 раз меньше, чем выход БЦ на синтетической питательной среде при культивировании *Medusomyces gisevii* Sa-12 в аналогичных условиях – 9,0% [10]. Предположительно, это можно объяснить способом предобработки исходного сырья и присутствием примесей в ферментативном гидролизате ЛЦМ мискантуса, которые могут ингибировать биосинтез БЦ. Таким образом, доброкачественность ферментативного гидролизата ЛЦМ мискантуса для биосинтеза этанола [8] не является гарантией доброкачественности для биосинтеза БЦ, что обусловлено большой требовательностью

к качеству питательных сред симбиотических продуцентов *Medusomyces gisevii* Sa-12 по сравнению с *Saccharomyces cerevisiae*. Можно предположить, что для успешного биосинтеза БЦ следует использовать более чистые субстраты, например техническую целлюлозу мискантуса.

На рис. 4 представлен ИК-спектр образца БЦ, синтезированного на ферментативном гидролизате ЛЦМ мискантуса.

В инфракрасном спектре образца БЦ присутствует интенсивная полоса при 3381 $см^{-1}$, которая указывает на валентные колебания ОН-групп. Менее интенсивная полоса при 2917 $см^{-1}$ обусловлена валентными колебаниями групп CH_2, CH. В спектре БЦ полосы в диапазоне 2000–1500 $см^{-1}$ принадлежат деформационным колебаниям ОН-групп прочно связанной воды. Слабые полосы поглощения в диапазоне: 1430–1370 $см^{-1}$ обусловлены деформационным колебаниям групп CH_2; 1360–1320 $см^{-1}$ – деформационные колебания групп ОН в CH_2OH. Полосы при 1281 и 1235 $см^{-1}$ указывают на деформационные колебания ОН-групп в спиртах. Полоса при 1204 $см^{-1}$ указывает на деформационные колебания ОН-групп. Полосы поглощения в области 1000–1200 $см^{-1}$ обусловлены в основном валентными колебаниями С-О-С и С-О в спиртах [15]. Таким образом, методом ИК подтверждено, что БЦ, полученная на ферментативном гидролизате ЛЦМ, является чистым соединением, содержащим только целлюлозу.

Выводы

Исследован процесс биосинтеза БЦ симбиотической культурой *Medusomyces gisevii* Sa-12 на ферментативном гидролизате ЛЦМ мискантуса. Основная утилизация субстрата происходит за 6 суток культивирования, константа утилизации субстрата составляет 0,236 $сут^{-1}$. Установлено, что численность уксуснокислых бактерий в процессе культивирования на порядок меньше, чем дрожжей, и через 10 суток составляет 1,1 КОЕ/мл. Показано, что на практике начало фазы отмирания симбиотических микроорганизмов может служить критерием окончания процесса биосинтеза, так как эта фаза совпадает с процессом деструкции БЦ. Показано, что ферментативный гидролизат ЛЦМ мискантуса не является доброкачественной питательной средой для биосинтеза БЦ: выход БЦ на 10 сутки культивирования составляет 5,6%, что в 1,6 раз меньше, чем выход БЦ на синтетической питательной среде, а на 24 сутки выход падает до 1,0%, то есть БЦ подвергается деструкции. С помощью инфракрасной спектроскопии установлено, что БЦ является чистым соединением, содержащим только целлюлозу.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-19-01054).

Список литературы

1. Бактериальная целлюлоза, синтезируемая Gluconacetobacter hansenii, для использования в медицине / Т.И. Громовых и [др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53, № 1. – С. 69–75.

2. Перспективы применения бактериальной целлюлозы в мясопродуктах / Т.И. Громовых и [др.] // Мясная Индустрия. – 2013. – № 4. – С. 32–35.

3. Octave S. Biorefinery: toward an industrial metabolism / S. Octave, D. Thomas // Biochimie. – 2009. – № 91. – P. 659–664.

4. Gismatulina Y.A., Budaeva V.V., Sakovich G.V., Veprev S.G., Shumny V.K. Cellulose from various parts of soranovskii miscanthus // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5, № 1. – P. 60–68.

5. Гисматулина Ю.А. Сравнение физико-химических свойств целлюлоз, полученных комбинированным способом из листа и стебля мискантуса / Ю.А. Гисматулина / Вестник алтайской науки. – 2014. – № 1 (19). – С. 302–307.

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

7. Гладышева Е.К. Особенности структурных характеристик бактериальной целлюлозы, синтезированной на ферментативном гидролизате лигноцеллюлозного материала плодовых оболочек овса / Е.К. Гладышева, Е.А. Скиба, Л.А. Алешина // Ползуновский вестник. – 2016. – № 4–1. – С. 152–156.

8. Skiba E.A., Budaeva V.V., Baibakova O.V., Udoratina E.V., Shakhmatov E.G., Shcherbakova T.P., Kuchin A.V., Sakovich G.V. Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulosic Materials in Aqueous Media and the Subsequent Microbiological Synthesis of Bioethanol // Catalysis in Industry. – 2016. – Vol. 8, № 2. – P. 168–175.

9. Скиба Е.А. Методика определения биологической доброкачественности гидролизатов из целлюлозосодержащего сырья с помощью штамма Saccharomyces cerevisiae ВКПМ Y-1693 / Е.А. Скиба // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – № 1 (16). – С. 34–44.

10. Гладышева Е.К. Биосинтез бактериальной целлюлозы культурой Medusomyces gisevii / Е.К. Гладышева, Е.А. Скиба // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 3. – С. 149–156.

11. Гладышева Е.К. Исследование влияния температуры на синтез бактериальной целлюлозы продуцентом Medusomyces gisevii / Е.К. Гладышева // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 8–1. – С. 36–40.

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

13. Yang, X.-Y., Huang C., Guo H.-J., Xiong L., Li Y.-Y., Zhang H.-R., Chen X.-D. Bioconversion of elephant grass (Pennisetum purpureum) acid hydrolysate to bacterial cellulose by Gluconacetobacter xylinus // Journal of Applied Microbiology. – 2013. – № 115. – P. 995–1002.

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

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

УДК 004.75

ОБЗОР МЕТОДОВ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В ГЕТЕРОГЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМАХ

Дворников В.С., Долгов В.В., Венцов Н.Н.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: vasily.v.dolgov@yandex.ru

В данной статье проводится обзор существующих подходов балансировки нагрузки в неоднородных системах хранения данных. Описываются некоторые проблемы распределенных систем, в частности осуществляющих хранение и обработку файлов, важнейшей из которых является проблема перегрузки рабочих узлов. Обозначены цели балансировки нагрузки. Приведены основные типы стратегий, их преимущества и недостатки, а также применимость различных подходов к решению проблемы в гетерогенной среде. По устройству такие системы подразделяются на централизованные, распределенные и гибридные схемы. Для каждой схемы существуют свои сценарии применимости, некоторые из них можно найти в данной статье. Описаны такие стратегии балансировки нагрузки, как случайный выбор, циклически алгоритм, стратегия наименьшей нагрузки, зондирование и переговоры. Содержится упоминание направлений и областей науки, которые могут представить эффективные способы решения проблемы балансировки нагрузки в гетерогенных распределенных файловых системах.

Ключевые слова: балансировка нагрузки, распределенная система, файловая система, узел, стратегия, гетерогенность, эффективность, динамический подход

REVIEW OF LOAD BALANCING METHODS IN HETEROGENEOUS DISTRIBUTED FILE SYSTEMS

Dvornikov V.S., Dolgov V.V., Ventsov N.N.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: vasily.v.dolgov@yandex.ru

This article reviews the various load balancing approaches in heterogeneous storage systems. Some problems of distributed systems are described, in particular, those that store and process files, the most important of which is the problem of overloading storage nodes. The main types of load balancing strategies are given. Their advantages and disadvantages are listed, as well as the applicability of different approaches to solving the problem in a heterogeneous environment. By internal structure such systems are divided into centralized, distributed and hybrid circuits. Each scheme has its own applicability scenarios, some of which can be found in this article. We describe such load balancing strategies as: random selection, cyclical algorithm, least-load strategy, probing and negotiation. There is a mention of directions and areas of science that can provide effective ways to solve the problem of load balancing in heterogeneous distributed file systems.

Keywords: load balancing, distributed system, file system, storage node, strategy, heterogeneity, efficiency, dynamic strategy

Распределенные файловые системы в отличии от классических систем хранения файлов характеризуются разделением хранения данных на множестве узлов. Такой подход позволяет добиться возможности широкого масштабирования и, как следствие, больших объемов хранения, а также повышения отказоустойчивости системы и эффективности многопользовательского доступа. Основной целью создания распределенных файловых систем является прозрачность деталей хранения для пользователя, таких как местоположение данных, репликации, миграции, параллелизмы, отказов. Гетерогенные распределенные системы представляют высокий интерес, исходя из того, что современные кластерные системы обычно имеют неоднородную структуру. Это объясняется тем, что после отказа существующего оборудования целесообразнее заменить его на более новое, что также обычно означает и изменение характеристик [1]. Также распределенные системы могут состоять из различных типов оборудования, что обеспечивает большую гибкость таких систем.

Построение систем с распределенной обработкой данных обычно представляет нетривиальную задачу. В процессе проектирования архитектуры подобных систем возникает немало проблем, которые необходимо решить, прежде чем переходить к реализации. Основными характеристиками распределенной файловой системы должны быть отказоустойчивость и масштабируемость. Данные характеристики достигаются благодаря множеству различных приемов, важнейшим из которых является балансировка нагрузки на узлах системы [2]. Так как основным предметом функционирования файловой системы является хранение и обработка файлов, в рамках рассматриваемой проблемы, под нагрузкой нужно понимать клиентские запросы к системе, данные хранимые узлами, а также задания, выполняемые вычислительными узлами [3].

Как правило, распределенные системы предоставляют многопользовательский доступ. С ростом количества пользователей, а также их обращений к системе растет и нагрузка на сервера выполняющие обработку таких запросов [4]. В ситуации постоянно возрастающей нагрузки необходимы инструменты, позволяющие распределить ее на узлах системы таким образом, чтобы система эффективно справлялась со своими задачами, имела приемлемое время отклика и при этом сводились к минимуму ситуации частичного или полного отказа системы из-за нагрузки на отдельные узлы [5].

Целью балансировки нагрузки в распределенной системе может являться как повышение качества обслуживания клиентов, так и повышение эффективности работы самой системы. Данные цели не исключают друг друга и могут достигаться одновременно. В отношении повышения качества обслуживания клиентов это может быть среднее время отклика, среднее время выполнения задания. Если говорить о достижении большей эффективности системы, то такими критериями могут стать рациональное использование ресурсов системы, а также производительность системы.

В рамках решаемой проблемы балансировки нагрузки эффективный алгоритм должен решать следующие задачи: выбор задания на передачу, осуществление информационного обмена между узлами, выбор целевого узла исполнителя [6].

Типы балансировки нагрузки

Для построения гетерогенной распределенной файловой системы необходимо подобрать наиболее эффективный способ решения проблемы балансировки нагрузки. Существует множество подходов для решения этой задачи. На рис. 1 приведены основные типы систем балансировки нагрузки.

Прежде всего следует рассмотреть типы выполнения балансировки, дифференцированные по моменту выполнения и, как следствие, оперирующие разным объемом информации о системе. В данном случае различают статическую и динамическую балансировки [7].

Статическая балансировка производится перед началом работы распределенной системы. Такой подход зачастую основан на знаниях о предшествующих отработках целевой системы или подобных систем и позволяет распределить ответственность за обработку запросов между узлами на основе этих знаний. Статическая балансировка может продемонстрировать преимущества в системах с предсказуемой нагрузкой. В случае систем, отличающихся стохастической неопределенностью выполнения заданий, данный подход не позволяет эффективно распределить обработку по нескольким причинам: динамическое изменение среды выполнения, нагрузка на узлах в подобных системах не может быть предсказана однозначно в начале работы [7, 8].

В отличие от статической балансировки, выполняемой перед началом работы системы, динамический подход позволяет ориентироваться на состояние системы в текущий момент и учитывать данные метрики при осуществлении распределения нагрузки. Так как в данном случае нас интересует гетерогенная распределенная система, нагрузка в отдельный момент времени которой подвержена стохастической неопределенности, динамический подход позволяет эффективно производить балансировку на узлах такой системы [7–9]. На этапе выполнения существует возможность снятия показателей системы, позволяющих произвести решение, таких как текущая нагрузка на узлах, доступность узлов, пропускная способность каналов передачи данных и т.д.

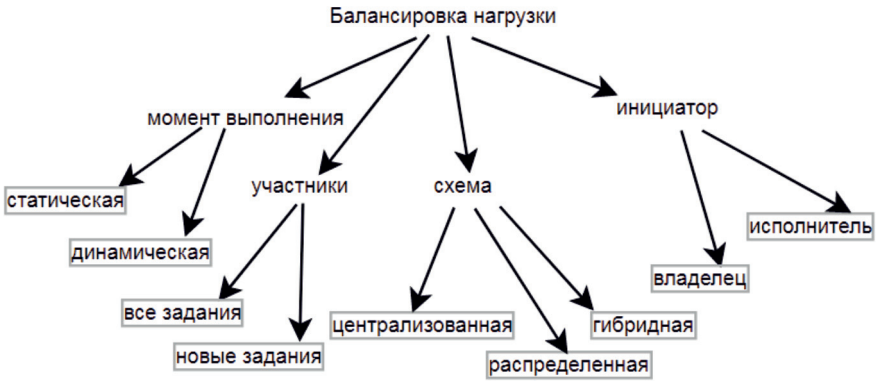


Рис. 1. Основные типы систем балансировки нагрузки

Некоторые исследования динамической балансировки нагрузки показывают, что алгоритмы, принимающие решение о такой балансировке с использованием большого количества подробно собранных данных о системе, не дают какого-то существенного прироста производительности системы, относительно алгоритмов, полагающихся при вынесении решения на минимальный набор информации [10].

Алгоритмы могут отличаться по типу инициаторов. Существуют подходы, при использовании которых инициатива о передаче задания поступает от владельца задания. Данный подход хорош тем, что возможна минимизация информационного обмена между узлами системы, в случаях, когда узел-владелец решает исполнять задание локально, а также балансировка инициируется только тогда, когда имеется задание на распределение. В качестве альтернативы инициатором балансировки могут выступать узлы-исполнители, создавая заявки, обозначающие готовность узла принять дополнительную нагрузку [9, 11]. При использовании данной стратегии балансировка нагрузки находится в состоянии частичного исполнения если в системе не существует текущих заданий, так как заявки инициируются по мере освобождения узлов, в отличие от предыдущего подхода. Существующие исследования показывают большую эффективность стратегии инициатора-исполнителя в системах испытывающих сильную нагрузку, в отличие от стратегии инициатора-владельца, которая достаточно хорошо работает в умеренно нагруженных системах [12].

Балансировка нагрузки может осуществляться только на прибывших заданиях, либо в балансировке может учавствовать все множество активных заданий, что усложняет сам процесс балансировки, но согласно некоторым исследованиям такой подход дает лучшее распределение [13].

По типу устройства системы балансировки нагрузки могут быть как централизованными, так и распределенными. Централизованная схема предполагает расположение управляющего компонента на единственном узле. Иначе схема, в которой каждый узел участвует в процессе балансировки нагрузки, собирает данные о текущей нагрузке, принимает решение о обработке запроса, а также выполняет миграцию данных, имеет распределенную структуру [6].

Централизованная схема балансировки нагрузки обычно влечет минимальные издержки на коммуникацию узлов, так как вся информация о состоянии системы концентрируется в едином месте. Минусом данного подхода может являться низкая отказоустойчивость, так как при выходе из строя центрального узла, ответственного за балансировку нагрузки, такая схема перестает работать. Также в данном случае централизация распределения заданий или подключений сама по себе может вызвать перегрузку центрального звена [9].

Распределенная схема балансировки лишена недостатков централизованной и в свою очередь может выполняться с использованием кооперативного и не кооперативного подходов [14]. Если говорить о кооперативном подходе, при котором решение о передаче заданий выполняется на основе коллективного решения, в данном случае может возникнуть высокая нагрузка системы связи, связанная с издержками на коммуникацию между узлами [15]. Решением данной проблемы видится минимизация избыточного взаимодействия узлов в рамках распределенного алгоритма балансировки нагрузки. В рамках некооперативных распределенных стратегий осуществляются индивидуальные решения узлов о распределении нагрузки, на основе информации об общем состоянии системы [16]. Некооперативный подход позволяет снизить издержки на коммуникацию, а также воспользоваться основными преимущества распределенного подхода, такими как отказоустойчивость и рациональное использование ресурсов [9].

В качестве альтернативы может использоваться смешанная, частично распределенная схема балансировки нагрузки, где множество всех узлов разделено на подмножества (кластеры), среди которых в свою очередь властвует централизованная политика [9]. Данная модификация позволяет воспользоваться преимуществами как распределенной, так и нераспределенной схемы.

Существуют исследования, в рамках которых показано преимущество схемы централизованной балансировки нагрузки по сравнению с другими схемами, в системах, полагающихся на небольшой набор рабочих узлов [17].

Способы динамической балансировки нагрузки

Случайный выбор. Простейшей стратегией балансировки нагрузки является случайный выбор. Используя данный подход в самом простом случае нет нужды собирать данные о нагрузке системы и со-

стояниях компонентов. Определение узла, который получит задание на обработку запроса, производится на основе случайного выбора [9]. Преимуществом данного алгоритма является простота его реализации и низкая нагрузка на систему балансировки, но ценность данных преимуществ сомнительна с учетом недостатка в виде распределения нагрузки без учета информации о загруженности узлов, что может являться критичным и привести к серьезным последствиям, в виде частичного или полного отказа системы. Случайная стратегия дает неплохие результаты относительно систем, не использующих балансировку, и часто используется в качестве отправной точки для сравнения других алгоритмов балансировки нагрузки [18]. На рис. 2 изображена работа стратегии случайного выбора с использованием централизованной схемы.

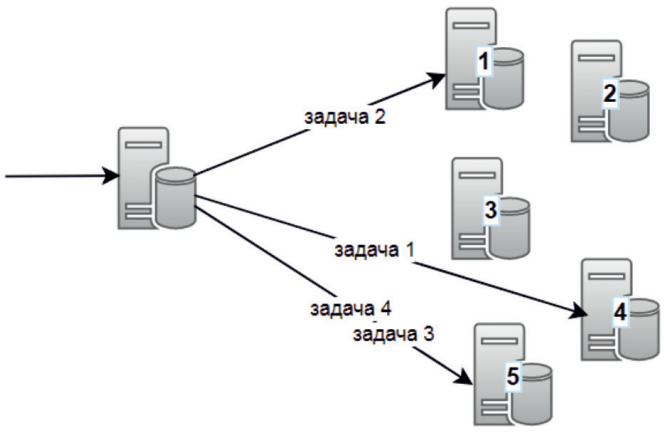
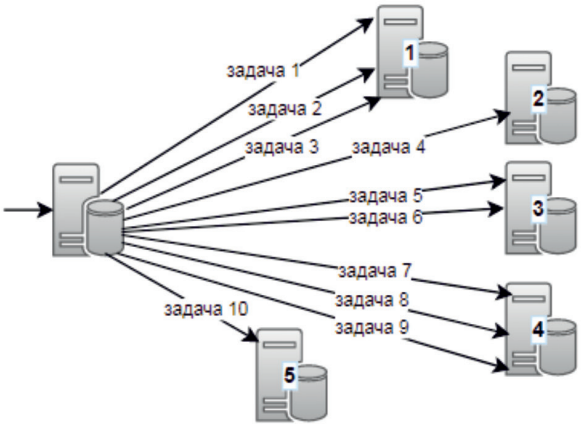


Рис. 2. Централизованная схема стратегии случайного выбора

Циклический алгоритм. Данный алгоритм подразумевает распределение задач по обработчикам с использованием циклического или кругового подхода [7]. Множество задач X определяются на обработчики Y итеративно, так что каждому $X[i]$ обработчику достается $Y[j]$ задача, где $j = \left[0, size(Y)\right)$, а $i = j \bmod size(X)$. Циклическая стратегия обычно применяется, когда задачи по своей сложности и структуре являются типичными. Такой алгоритм достаточно прост в исполнении и предполагает наивную балансировку нагрузки, рассчитывая на предположение о том, что, когда очередь на обработку повторно обратится к узлу, он успеет освободить достаточно ресурсов для обработки следующего запроса. В данном случае использование кругового алгоритма в гетерогенной распределенной системе является неоправданным, так как учет нагрузки системы и сложности задач не осуществляется, вследствие чего резко возрастает риск отказа системы [19]. Взвешенный циклический алгоритм является усовершенствованной версией циклической стратегии и ориентирован на работу в гетерогенной среде [20]. Суть алгоритма в том, что каждый узел маркируется определенным весом, который обозначает производительность обработчика. В зависимости от величины данного веса узел получает большее количество заданий [21, 22]. На рис. 3 изображена работа взвешенного циклического алгоритма с использованием централизованной схемы.

Стратегия наименьшей нагрузки. При поступлении нового запроса балансировщик нагрузки использующий данную стратегию определяет количество исполняемых запросов на узлах и осуществляет соединение с наименее нагруженным из них [7]. Данный алгоритм удачно подходит для систем, в которых нагрузка в большей степени определяется количеством выполняемых заданий. Как и в случае с циклической стратегией балансировки нагрузки, у данного алгоритма существует расширенная версия, использующая информацию о производительности сервера. В данном случае усовершенствованная версия оперирует не только текущей нагрузкой, но также учитывает и веса узлов при осуществлении балансировки [20]. На рис. 4 изображена работа взвешенной стратегии наименьшей нагрузки с использованием централизованной схемы.

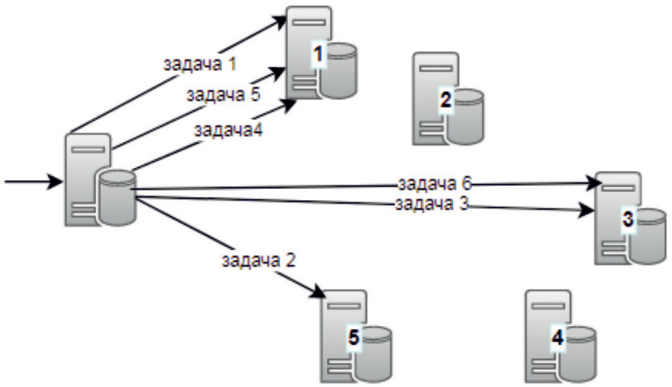
Зондирование. Существует 3 стратегии, которые работают в рамках данного подхода: стратегия предельного значения, жадная стратегия и кратчайшая стратегия. В рамках стратегии предельного значения выбирается случайный узел, оценивается уровень нагрузки при передаче и исполнении задания, на этом узле, в случае, когда такая нагрузка оказывается выше порогового значения выбирается следующий узел. Если за определенное количество шагов целевой узел не был найден, то задание выполняется локально. Использование данной стратегии позволяет достичь значительного прироста производительности по сравнению со случайной стратегией [8]. Жадная стратегия является разновидностью пороговой стратегии, в свою очередь использует циклический подход, при зондировании узлов. При использовании кратчайшей стратегии выбирается случайное подмножество узлов, в данном подмножестве определяется наименее загруженный узел. Если длина очереди обработки на таком узле меньше, чем определенный порог, то работа передается, иначе она выполняется локально. Значительного прироста в отношении стратегии предельного значения такая стратегия не дает [9]. На рис. 4 изображена работа взвешенной стратегии наименьшей нагрузки с использованием централизованной схемы. На рис. 5 продемонстрирована распределенная схема жадной стратегии зондирования, в которой максимальным числом оценок установлено 3, а в качестве порога используется уровень нагрузки владельца.



Начальное состояние системы

Узел	Мощность
1	100
2	20
3	70
4	100
5	20

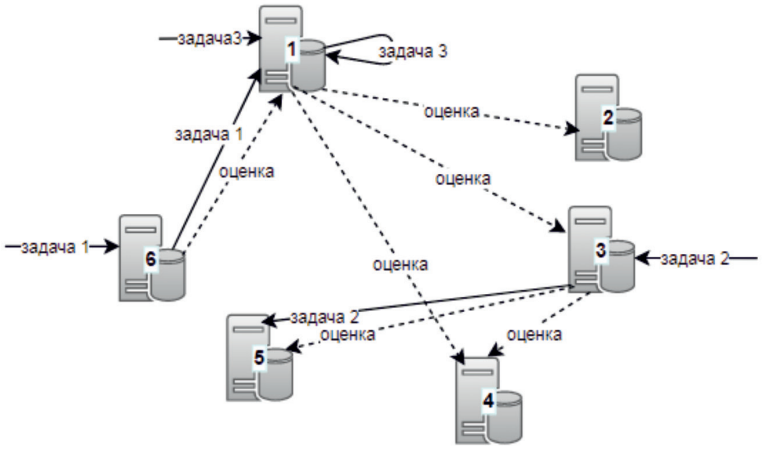
Рис. 3. Централизованная схема взвешенного циклического алгоритма



Начальное состояние системы

Узел	Мощность	Нагрузка
1	100	0
2	20	90
3	70	40
4	100	100
5	20	40

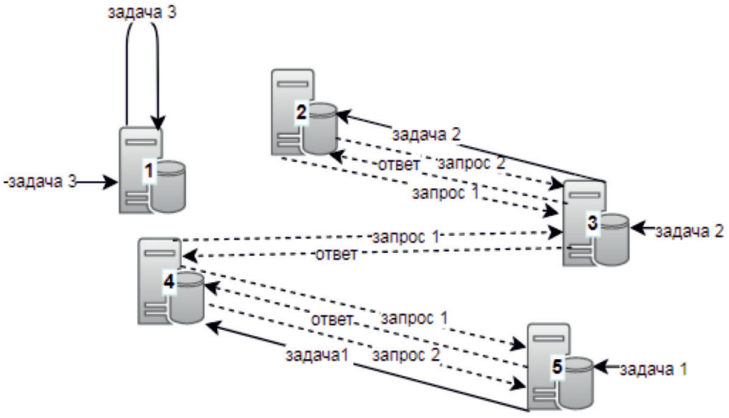
Рис. 4. Централизованная схема взвешенной стратегии наименьшей нагрузки



Начальное состояние системы

Узел	Нагрузка
1	10
2	40
3	90
4	100
5	20
6	60

Рис. 5. Распределенная схема жадной стратегии зондирования



Начальное состояние системы

Узел	Нагрузка
1	40
2	10
3	90
4	0
5	100

Рис. 6. Распределенная схема стратегии переговоров

Существуют алгоритмы балансировки, основанные на концепции переговоров. В стратегии переговоров нагруженный узел инициирует запрос-заявку, в которой описывает свою нагрузку, а также задания, которые он хотел бы передать. Удаленный узел проверяет данный запрос и сравнивает нагрузку узла инициатора со своей, в случае если она меньше, этот удаленный узел отправляет заявку на исполнение задания инициатору. Иначе узел игнорирует сообщение. В итоге узел-инициатор получает заявки на принятие заданий и выбирает из них самые незагруженные узлы. Проблемой данного подхода может быть ситуация, в которой узлы с меньшей загрузкой могут стать перегруженными в результате победы во многих одновременных переговорах. Избавиться от этой проблемы можно, используя ограничение на количество заявок [9]. Существует другая версия стратегии переговоров. Узлы разделены на 3 группы: слабо нагруженные, умеренно нагруженные и сильно нагруженные. Узлы наблюдают за своей нагрузкой и периодически меняют свои состояния, оповещая об этом остальные узлы. Таблица состояния узлов хранится у каждого узла. Слабо нагруженные узлы отправляют заявки на принятие заданий всем сильно загруженным узлам. Узлы, испытывающие сильную загруженность, отправляют ответ, в котором содержится информация о задачах, которыми данный узел мог бы поделиться. Когда узел-инициатор собирает все ответы, он принимает решение, какие задачи он может принять, отправляя новый запрос нагруженным узлам. Нагруженные узлы в свою очередь отправляют задания, уменьшая собственную нагрузку [9]. Стратегия переговоров может эффективно использоваться в распределенной схеме балансировки. На рис. 6 продемонстрирована распределенная схема подхода переговоров, инициатором в данном случае выступает исполнитель.

Достоинства и недостатки рассмотренных методов

Метод	Достоинства	Недостатки
Случайный выбор	Простота реализации Низкая нагрузка на системы связи и балансировки	Низкая эффективность Нет учета текущей нагрузки Нет учета производительности узлов
Циклический алгоритм	Простота реализации Низкая нагрузка на системы связи и балансировки Направленная смена узлов Учет производительности узлов (взвешенная версия)	Низкая эффективность Нет учета текущей нагрузки
Стратегия наименьшей нагрузки	Учет текущей нагрузки Высокая эффективность (относительно стратегии случайного выбора и циклического алгоритма) Учет производительности узлов (взвешенная версия)	Издержки на коммуникацию (сбор динамической информации)
Стратегия зондирования	Учет текущей нагрузки Высокая эффективность Возможность учета производительности узлов Ориентированность на распределенную схему	Издержки на коммуникацию (сбор динамической информации)
Стратегия переговоров	Учет текущей нагрузки Высокая эффективность Варианты инициаторов Возможность учета производительности узлов Ориентированность на распределенную схему	Издержки на коммуникацию (сбор динамической информации) Сложность реализации

Кластеризация задач. Существует стратегия балансировки нагрузки, основанная на кластеризации узлов сети, имеющих схожие характеристики, такие как пропускная способность сети, количество и частота процессоров, дисковое пространство и т.д. Такое разделение может использоваться для отображения групп задач на отдельные кластеры узлов [23, 24]. Данная стратегия хорошо сочетается с частично распределенной схемой балансировки.

Балансировка нагрузки также может осуществляться с использованием известных алгоритмов, вдохновленных природой, теории игр и генетических алгоритмов [6, 15, 16, 25].

В таблице представлены некоторые достоинства и недостатки рассмотренных методов динамической балансировки нагрузки.

Заключение

Сегодня существует множество подходов к решению проблемы балансировки нагрузки в распределенных системах, в частности распределенные файловые системы не являются исключением. Данные подходы могут использоваться для улучшения качества обслуживания клиентов, повышения производительности системы, а также более рационального использования ресурсов. В качестве преимуществ эффективной балансировки нагрузки стоит отметить поддержку отказоустойчивости и масштабируемости системы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 16-01-00390.

Список литературы

1. Heath T. et al. Energy Conservation in Heterogeneous Server Clusters // Proceedings of the tenth ACM SIGPLAN symposium on Principles and practice of parallel programming. – 2005. – P. 186–195.

2. Болодурина И.П., Парфенов Д.И. Алгоритмы комплексной оптимизации потребления вычислительных ресурсов в облачной системе дистанционного обучения // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – Vol. 9, № 158. – P. 177–184.

3. Sundaram K.S. Load balancing for distributed file systems // Int. J. Adv. Comput. Eng. Netw. – 2013. – Vol. 1, № 1. – P. 2320–2106.

4. Deshmukh S.C. A Survey: Load Balancing for Distributed File System Sudarshan S Deshmukh // Int. J. Comput. Appl. – 2015. – Vol. 111, № 5. – P. 975–8887.

5. Натальченко И.А. Анализ механизмов передачи крупных массивов данных через сеть интернет с помощью технологии веб-сервиса // Инженерный вестник Дона. – 2008. – № 4. URL: http://xn--80aqiwf.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2008/98.

6. Ramu Y., Kavitha D., Swathi R. A Framework to Identify Node-Load by Decision Tree in Dynamic Load Balancing Mechanism // Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng. – 2016. – Vol. 6, № 3. – P. 19–23.

7. Ali M.F., Khan R.Z. The Study On Load Balancing Strategies In Distributed Computing System // Int. J. Comput. Sci. Eng. Surv. – 2012. – Vol. 3, № 2. – P. 19–30.

8. Casavant T.L., Kuhl J.G. A taxonomy of scheduling in general-purpose distributed computing systems // IEEE Trans. Softw. Eng. – 1988. – Vol. 14, № 2. – P. 141–154.

9. Alakeel A.M. A Guide to Dynamic Load Balancing in Distributed Computer Systems // IJCSNS Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur. – 2010. – Vol. 10, № 6. – P. 153–160.

10. Eager D.L., Lazowska E.D., Zahorjan J. Adaptive load sharing in homogeneous distributed systems // IEEE Trans. Softw. Eng. – 1986. – Vol. SE-12, № 5. – P. 662–675.

11. Barmon C., Faruqui M.., Battacharjee G.. Dynamic load balancing algorithm in a distributed system // Microprocess. Microprogramming. – 1991. – Vol. 29, № 5. – P. 273–285.

12. Eager D.L., Lazowska E.D., Zahorjan J. A comparison of receiver-initiated and sender-initiated adaptive load sharing (extended abstract) // IEEE Trans. Softw. Eng. – 1986. – Vol. 6. – P. 53–68.

13. Goswami K.K., Devarakonda M., Iyer R.K. Prediction-based dynamic load-sharing heuristics // IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst. – 1993. – Vol. 4, № 6. – P. 638–648.

14. Xiao Z. et al. Learning non-cooperative game for load balancing under self-interested distributed environment // Appl. Soft Comput. J. – 2017. – Vol. 52. – P. 376–386.

15. Grosu D., Chronopoulos A.T., Ming-Ying Leung. Load balancing in distributed systems: an approach using cooperative games // Proceedings 16th International Parallel and Distributed Processing Symposium. IEEE, 2002. – P. 501–510.

16. Grosu D., Chronopoulos A.T. Noncooperative load balancing in distributed systems // J. Parallel Distrib. Comput. – 2005. – Vol. 65, № 9. – P. 1022–1034.

17. Zhou S. A trace-driven simulation study of dynamic load balancing // IEEE Trans. Softw. Eng. – 1988. – Vol. 14, № 9. – P. 1327–1341.

18. Varsha J., Mandre B.R. Balancing of Load for Distributed File Systems in Clouds Using Load Rebalancing // Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput. – 2016. – Vol. 5, № 1. – P. 170–177.

19. Kaur S., Kumar K., Singh J. Round-robin based load balancing in Software Defined Networking // Comput. Sustain. Glob. Dev. – 2015. – P. 2136–2139.

20. Wang W., Casale G. Evaluating Weighted Round Robin Load Balancing for Cloud Web Services // 2014 16th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing. IEEE, 2014. – P. 393–400.

21. Привалов А.Н., Клепиков А.К. Автоматическая балансировка нагрузки в гибридных вычислительных сетях // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – Vol. 1, № 9. – P. 188–194.

22. Singh J. Weighted Round-Robin Load Balancing Using Software Defined Networking // Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng. – 2016. – Vol. 6, № 6. – P. 621–625.

23. Cirou B., Jeannot E. Triplet: A clustering scheduling algorithm for heterogeneous systems // Proceedings International Conference on Parallel Processing Workshops. IEEE Comput. Soc, 2001. – P. 231–236.

24. Gandhi A., Zhang X., Mittal N. HALO: Heterogeneity-Aware Load Balancing // 2015 IEEE 23rd International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems. IEEE, 2015. – P. 242–251.

25. Rajeshkannan R., Aramudhan M. Comparative Study of Load Balancing Algorithms in Cloud Computing Environment // Indian Journal of Science and Technology. – 2016. – Vol. 9, № 20. – P. 1–7.

УДК 004.94:336.221

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В НАЛОГОВОЙ СЛУЖБЕ

Заболотникова В.С., Ромашкова О.Н.

ГАОУ ВО города Москвы «Московский городской педагогический университет», Москва, e-mail: zabolotnikovavs@ya.ru

В статье рассматривается вопрос необходимости обработки большого объема информации о налогоплательщиках в условиях наличия неполных или нечетких данных, имеющих не только количественный, но и качественный характер. Для сжатия информации и выделения налогоплательщиков в категории предложено использование методов кластерного анализа. Проведена классификация методов кластеризации Анализ достоинств и недостатков существующих методов кластерного анализа позволил выделить метод нечеткой кластеризации как наиболее эффективный при разбиении налогоплательщиков по категориям. Обоснована необходимость и актуальность применения кластерного анализа и подтверждена целесообразность использования метода нечеткой кластеризации для распределения налогоплательщиков по категориям для эффективного управления процессами в налоговой службе. Предложено использование двух алгоритмов нечеткой кластеризации с целью дальнейшей реализации и сравнения полученных результатов.

Ключевые слова: кластер, кластерный анализ, нечеткая кластеризация, налогоплательщик, налоговая служба

ANALYSIS OF CLUSTERING TECHNIQUES FOR EFFECTIVE PROCESS MANAGEMENT IN THE TAX SERVICE

Zabolotnikova V.S., Romashkova O.N.

The State Educational Government-Financed Institution of Higher Professional Education of the City of Moscow «Moscow City Teacher Training University», Moscow, e-mail: zabolotnikovavs@ya.ru

The article discusses the necessity of processing large amounts of information about taxpayers in the presence of incomplete or fuzzy data, which are not only quantitative but also qualitative. For the compression information and the allocation of taxpayers in the categories suggested the use of methods of cluster analysis. The classification methods, clustering Analysis of the advantages and disadvantages of existing methods of cluster analysis allowed to identify a method of fuzzy clustering as the most effective in the partitioning of taxpayers by category. The necessity and relevance of applying the cluster analysis and confirmed the expediency of using the method of fuzzy clustering for the distribution of taxpayers on categories for effective process management in the tax service. Proposed the use of two algorithms of fuzzy clustering with the aim of further implementation and comparison of the obtained results.

Keywords: cluster, cluster analysis, fuzzy clustering, the taxpayer, the tax office

Стратегическая цель экономической политики государства в целом и налоговой политики в частности заключается в создании в России стабильной налоговой системы, которая бы обеспечила достаточный объем налоговых поступлений в бюджеты всех уровней за счет формирования эффективных механизмов налогообложения всех категорий налогоплательщиков, а также информационного обеспечения процесса принятия управленческих решений в процессе функционирования налоговой системы. Возникает необходимость обработки огромного количества информации о налогоплательщиках, имеющей количественный и качественных характер, связанной с неформализуемыми и плохо формализуемыми факторами, которую невыгодно хранить и трудно перерабатывать традиционными методами. Поэтому целесообразно воспользоваться сжатием больших объемов информации путем нахождения некоторых общих закономерностей [1]. Распределить налогоплательщиков по категориям внимания, к которым будут применяться соответствующие комплексы мероприятий с целью эффективного управления процессами в налоговой службе. Наилучший способ применить методы кластерного анализа [2, 3]. Исследованиям в данной области посвящены работы известных зарубежных и российских ученых: J.C. Bezdek, L.A. Zadeh, А.Н. Аверкина, Д.А. Вятченина, В.Д. Штовбы, А.В. Леоненкова, А.Н. Борисова, М.П. Деменкова и др.

Целью работы является проведение анализа методов кластеризации для дальнейшего применения его результатов в эффективном управлении процессами в налоговой службе.

Центральное место среди методов кластерного анализа данных занимает кластерный анализ, являющийся одним из наиболее многообещающих и наиболее интересных подходов к исследованию многомерных процессов и явлений и относящийся к одному из основных методов интеллектуальной обработки данных [4].

Его использование оправдано везде, где требуется многомерный анализ разнокачественной информации.

Задача кластеризации заключается в разбиении объектов X на несколько подмножеств, объекты в которых имеют большие сходства между собой, чем с объектами из других кластеров. «Сходство» в метрическом пространстве определяют через расстояние [5, 6].

Алгоритмы кластеризации оперируют с объектами. С каждым объектом X отождествляется вектор характеристик $X_i = (x_1, ..., x_d)$.

Компоненты x_i, $i = 1, ..., d$ являются отдельными характеристиками объекта. Размерность пространства характеристик определяет количество характеристик d.

Состоящее из всех векторов характеристик объектов, множество обозначается $M = (X_1, ..., X_n)$, где $X_i = (X_{i1}, ..., X_{id})$.

Подмножество «близких друг к другу» объектов из M представляет собой кластер. Расстояние $D(X_i, X_j)$ между объектами X_i и X_j определяется в пространстве характеристик на основе выбранной метрики [7, 8].

Требования, предъявляемые к выявлению кластеров в исследуемой совокупности объектов:

– представление каждого кластера должно быть выражено однородной категорией, содержащей похожие объекты по близким значениям свойств или признаков;

– исследуемая совокупность всех объектов должна быть распределена по всем кластерам, иными словами, быть исчерпывающей;

– каждый объект исследуемой совокупности не должен принадлежать одновременно двум разным кластерам, т.е. кластеры должны быть взаимно исключающими.

Исходной причиной разработки большого многообразия алгоритмов и методов кластеризации послужила возможность использования различных подходов к формальному определению кластеров. Алгоритмы и методы кластерного анализа как инструмент предварительного анализа данных незаменимы при поиске закономерностей в больших наборах многомерных данных, таких как хранилища данных [9]. Именно поэтому для распределения налогоплательщиков по категориям внимания в данной работе предложен метод кластерного анализа. Несмотря на то, что на сегодняшний день известны сотни алгоритмов и методов кластеризации, не существует «универсального решения», поскольку специфика поставленной задачи характеризуется спецификой объекта кластеризации.

Исходя из того, что объектом кластеризации являются данные о налогоплательщиках, требования, которым должен удовлетворять используемый метод кластеризации, сформулированы следующим образом:

– Высокая размерность пространства данных – объекты описываются большим количеством атрибутов, следовательно, должна быть приспособленность алгоритма к работе в пространствах данных высокой размерности.

– Большой объем данных – в связи с тем, что информация о налогоплательщиках обновляется каждый отчетный период, увеличивая тем самым исходную выборку, необходимо, чтобы алгоритм был масштабируем для работы с большим объемом данных.

– Смешанный тип измерений – описание поведения налогоплательщиков включает в себя количественные и качественные характеристики, поэтому алгоритм должен быть приспособлен к использованию различных типов измерений.

По способу обработки данных методы кластерного анализа подразделяются на иерархические и неиерархические. В иерархических методах выполняется последовательное объединение меньших кластеров в большие или же наоборот, большие разделяются на меньшие. Из таких методов выделяют агломеративные, характеризующиеся последовательным объединением исходных элементов и уменьшением числа кластеров, выполняемым до тех пор, пока все элементы не будут принадлежать одному кластеру, и дивизимные, характеризующиеся последовательным разбиением исходного кластера, состоящего из всех объектов, с соответствующим увеличением числа кластеров. Наиболее широко известные из агломеративных методов CURE, ROCK, CHAMELEON и др., а среди дивизимных – BIRCH, MTS и др. Вышеперечисленные методы обладают рядом достоинств и недостатков. Так, например, CURE формирует кластеры несферической формы различных размеров и плотности, однако требует задания некоторых порогов плотности объектов и количества кластеров, а это не всегда приемлемо. ROCK применяет для кластеризации пространств со смешанными типами измерений понятие степени связи между объектами – количество их общих соседей, качество кластеризации определяется оценочной функцией, не масштабируем для большого количества объектов. CHAMELEON – производный метод кластеризации, основанный на устранении методов CURE и ROCK, использует динамическое моделирование для слияния двух кластеров, что облегчает исследование на-

туральных и гомогенных кластеров, однако сложен и зависим от времени.

BIRCH относится к дивизимным методам кластеризации и позволяет обрабатывать большие объемы данных, используя ограниченный объем памяти, в работе основывается на факте неоднородного распределения данных, а также обрабатывает области с большой плотностью как единый кластер, однако позволяет обрабатывать только числовые значения, выделяя кластеры выпуклой или сферической формы, а также существует необходимость задания пороговых значений. MTS позволяет выделять кластеры произвольной формы, в том числе кластеры выпуклой и вогнутой форм, выбирает из нескольких оптимальных решений самое оптимальное, но чувствителен к выбросам [10].

В неиерархических или итеративных методах кластеры формируются в зависимости от задаваемых условий разбиения с возможностью изменения пользователем с целью достижения желаемого результата. К таким методам относятся: k-средних (k-means), CLOPE, PAM, самоорганизующиеся карты Кохонена др. Метод k-средних – достаточно прост и быстр в использовании, алгоритм прозрачен и понятен, но слишком чувствителен к выбросам, на больших базах данных медленен в работе. Недостатком его является невозможность применения на пересекающихся кластерах и необходимость задания количества кластеров. У CLOPE можно отметить высокую масштабируемость и скорость работы, удобство подбирать автоматически количество кластеров, но но слишком чувствителен к выбросам. PAM – так же, как и k-means, прост и быстр в использовании, алгоритм менее чувствителен к выбросам, однако присутствует необходимость задания количества кластеров и медленная работа на больших базах данных. Самоорганизующиеся карты Кохонена используют универсальный аппроксиматор – нейронную сеть, метод прост в реализации, но позволяет работать только с числовыми данными, существует необходимость минимизации размеров сети.

По количеству применений алгоритмов кластеризации выделяют методы с одноэтапной и с многоэтапной кластеризацией.

По возможности расширения объема обрабатываемых данных различают методы масштабируемые и немасштабируемые.

По времени выполнения кластеризации методы можно разделить на потоковые (on-line) и непотоковые (off-line) [11].

По способу анализа данных методы кластеризации подразделяют на четкие и нечеткие. Четкие методы кластеризации разбивают первоначальное множество объектов X на несколько непересекающихся подмножеств. При этом любой объект с X принадлежит только одному кластеру. В результате использования нечетких методов кластеризации возможна одновременная принадлежность нескольким или даже всем кластерам, но с разной степенью принадлежности. Во многих ситуациях нечеткая кластеризация более «естественная», чем четкая, например, для объектов, расположенных на границе кластеров [6]. Нечеткая кластеризация получила широкое применение и развитие благодаря Бездеку и его метода нечетких с-средних (Fuzzy c-means – FCM), который позволяет выделять в кластер объекты, находящиеся на границе кластера, для него характерна меньшая чувствительность к выбросам, однако присутствует необходимость задания количества кластеров, вычислительная сложность кластеризации, а также возникает неопределенность с объектами, удаленными от всех центров кластеров [12].

Требование нахождения однозначной кластеризации элементов исследуемой проблемной области является достаточно грубым и твердым, особенно при решении плохо или слабо структурированных задач. Методы нечеткой кластеризации ослабляют это требование. При введении в рассмотрение нечетких кластеров и соответствующих им функций принадлежности, принимающих значения из интервала [0,1], происходит ослабление этого требования. А элементы матрицы степеней принадлежности четкого разбиения принимают значения из двухэлементного множества {0,1}, а не из интервала [0,1].

Алгоритм FCM для решения задачи нечеткой кластеризации имеет итеративный характер последовательного улучшения некоторой исходной нечеткой разметки, которая задается пользователем или формируется автоматически по некоторому эвристическому правилу. Значения функций принадлежности нечетких кластеров и их типичные представители пересчитываются на каждой итерации. Определяется в форме итеративного выполнения последовательности шагов. Алгоритм FCM закончит работу в случае, когда состоится выполнение заданного априори некоторого конечного числа итераций или когда минимальная абсолютная разница между значениями функций принадлежности на двух последовательных итерациях не станет меньше некоторого априори заданного значения [9].

В базовом алгоритме нечетких с-средних расстояние между объектом и центром кластера рассчитывается через

стандартную Эвклидову норму. В результате выполнения алгоритмов кластеризации с фиксированной нормой форма всех кластеров получается одинаковой. Алгоритмы кластеризации как бы навязывают данным несвойственную им структуру, что иногда приводит к неоптимальным результатам [6]. Для устранения этого недостатка существует несколько методов, среди которых выделим алгоритм Густафсона – Кесселя.

Относительно алгоритма с-средних главное изменение заключается во введении в формулу расчета расстояния между векторами масштабируемой матрицы *B*. Алгоритм Густафсона – Кесселя использует адаптивную норму для каждого кластера, то есть для каждого *i*-го кластера существует своя норм-порождающая матрица. В этом алгоритме при кластеризации оптимизируются не только координаты центров кластеров и матрица нечеткой разбивки, но также и норм-порождающие матрицы для всех кластеров. Это позволяет выделять кластеры различной геометрической формы [6].

Состоит алгоритм Густафсона – Кесселя из следующих шагов.

Шаг 1. Генерирование матрицы нечеткого разбиения.

Шаг 2. Расчет центров кластеров:

$$v_j^k = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\mu_{A_k}(a_i))^m x_j^i}{\sum_{i=1}^{n} (\mu_{A_k}(a_i))^m}, j = \overline{1,q}, \qquad (1)$$

где $\mu_{A_k}(a_i)$ – степень принадлежности a_i-го элемента k-му кластеру;

n – общее количество объектов данных;

q – общее количество измеримых признаков объектов;

x_j^i – количественное значение признака $p_i \in P$;

$m \in (1,\infty)$ – экспоненциальный вес, определяющий нечеткость, размытость кластером и равный действительному числу ($m > 1$).

Шаг 3. Определение матрицы ковариации для k-го кластера:

$$B_j^k = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\mu_{A_k}(a_i))^m \cdot (x_j^i - v_j^k)^T \cdot (x_j^i - v_j^k)}{\sum_{i=1}^{n} (\mu_{A_k}(a_i))^m}. \qquad (2)$$

Шаг 4. Расчет расстояния между объектами из X и центрами кластеров:

$$D_{B_j^k} = (x_j^i - v_j^k) \cdot [(\det(B_j^k)) \cdot (B_j^k)^{-1}] \cdot (x_j^i - v_j^k)^T. \qquad (3)$$

Шаг 5. Перерасчет элементов матрицы нечеткого разбиения.

Если $D_{B_j^k} > 0$, то проводим расчет по формуле

$$\mu'_{A_k}(a_i) = \left(\sum_{l=1}^{c} \left(\frac{\left(\sum_{j=1}^{q} \left(x_j^i - v_j^k \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\sum_{j=1}^{q} \left(x_j^i - v_j^l \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right)^{-1}. \qquad (4)$$

Если $D_{B_j^k} = 0$, то для соответствующего нечеткого кластера $\mu'_k(a_i) = 1$, а для других $\mu'_k(a_i) = 0$.

Шаг 6. Проверка условия

$$\left| f\left(A_k, v_j^k\right) - f'\left(A_k, v_j^k\right) \right| \le \varepsilon,$$

где

$$f(A_k, v_j^k) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{c} (\mu_{A_k}(a_i))^m \sum_{j=1}^{q} (x_j^i - v_j^k)^2. \qquad (5)$$

Если условие выполняется, то «конец», а иначе – к шагу 2.

Для оценки качества кластеризации можно использовать величину силуэта *S*. При нечеткой кластеризации номер кластера определяется по максимальному значению степени принадлежности. Значение силуэта выражается для каждого объекта следующим образом:

$$S(x_i) = \frac{a(x_i) - b(x_i)}{\max(a(x_i), b(x_i))}, \qquad (6)$$

где $a(x_i)$ – среднее расстояние между объектом x_i ($x_i \in k, k = \overline{1,c}$) и объектами того же кластера k, к которому принадлежит x_i;

$b(x_i)$ – минимальное расстояние между объектом x_i и объектами в кластере, который ближе всего к кластеру k, то есть кластер, к которому x_i не принадлежит.

Значение силуэта лежит в интервале [–1; 1], если оно отрицательное, то налогоплательщик считается плохо кластеризованным.

Выводы

Таким образом, проведен анализ методов кластеризации и осуществлен выбор подходящего в соответствии с поставленными требованиями для распределения налогоплательщиков по категориям внимания. Следует отметить, что это лишь один из этапов обработки данных о налогоплательщиках. Для принятия эффективных управленческих решений в налоговой службе необходимо выполнение полного комплекса мероприятий обработки данных и создание информационной управленческой системы, что является перспективным направлением для дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Чубукова И.А. Data Mining / И.А. Чубукова. – М.: Национальный Открытый университет «ИНТУИТ», 2016. – 471 с.

2. Заболотникова В.С. Учет субъектов предпринимательской деятельности в условиях неопределенности на основе метода нечеткой кластеризации / В.С. Заболотникова // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника». – 2011. – № 14 (188). – С. 283–290.

3. Заболотникова В.С. Информационная управленческая система для налоговой службы / В.С. Заболотникова, О.Н. Ромашкова // Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики». Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – № 6. – С. 27–32.

4. Вятченин Д.А. Нечеткие методы автоматической классификации: монография / Д.А. Вятченин. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 219 с.

5. Автоматическая классификация: Методы классификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aiportal.ru/articles/autoclassification/methods-class.html (дата обращения: 10.05.2017).

6. Сокал Р.Р. Кластер-анализ и классификация: предпосылки и основные направления / Р.Р. Сокал; под ред. Дж. Вэн Райзина. – М.: Мир, 1980. – С. 7–19.

7. Круглов В.В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода / В.В. Круглов, М.И. Дли. – М.: Физматлит, 2002. – 554 с.

8. Левченко Т.А. Кластерные структуры: основные характеристики и генерируемый эффект / Т.А. Левченко, Е.В. Тунгусова // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 3. – С. 144–148.

9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВПетербург, 2005. – 736 с.

10. Ковалев С.С. Современные методы кластеризации в контексте задачи идентификации рассылок почтового спама / С.С. Ковалев, М.Г. Шишаев // Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. – 2012. – № 4(11). – С. 89–98.

11. Нейский И.М. Методика адаптивной кластеризации фактографических данных на основе интеграции методов минимального остовного дерева и нечетких k-средних: Автореф. дис. …канд. тех. наук: 05.13.17. – М., 2010. – 18 с.

12. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php (дата обращения: 15.05.2017).

УДК 004.94

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ КОММУНИКАЦИЙ В ЛОКАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Зверева О.М.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: O.M.Zvereva@urfu.ru

Продолжают ли в эпоху глобализации существовать локальные экономические структуры, и если да, то какую специфику имеют, какие основные цели перед ними стоят и как наиболее эффективно управлять такими системами, – вот те основные вопросы, на которые автор попытался ответить в этой статье. Теоретическими основами для последующих выводов стали: кластерная теория Портера, концепция глокализации и теория систем. В качестве инструмента исследования использован комплекс агент-ориентированных моделей коммуникаций производственных агентов. С помощью моделей комплекса были определены возможные типы управления в локальной экономической структуре (сообществе). После проведения серий экспериментов было установлено, что эффективный результирующий вектор управления системой может состоять из компонент следующего типа: институционального управления, управления составом, управления структурой и управления функционированием.

Ключевые слова: локальное экономическое сообщество, кластер, управление, агент-ориентированное моделирование, межотраслевой баланс Леонтьева

METHODOLOGY OF COMMUNICATION NETWORK CONTROL IN LOCAL ECONOMIC SYSTEMS

Zvereva O.M.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: O.M.Zvereva@urfu.ru

Whether local economic structures proceed to exist in the era of globalization, and if it is really so, what their peculiarities are, what goals are pursued by them, and how they might be controlled in the most effective way – here are the main questions this paper tries to answer. The theoretic foundations for the research are as follows: Porter's cluster theory, glocalization concept, and system theory. A set of communication models with manufacturing agents has proved to be the main research instrument. With these models usage, possible control types in a local economic structure (community) were determined. After several series of experiments, it was revealed that an effective system control vector can be formed by components of the following types: institutional control, composition control, structure control, and functioning control.

Keywords: local economic community, cluster, control, agent-based modeling, Leontief's intersectoral balance

Происходящие в мире процессы глобализации [1] настолько очевидны, что их никто не отрицает, но значит ли это, что локальные структуры потеряли свое значение и растворились, влившись в глобальный поток? Ответ на этот вопрос не так очевиден, и существует несколько взглядов на проблему определения понятия локальности, описания организации таких структур, но общее все же одно – признание существования и важности локальных структур.

Что представляют собой локальные структуры? В социологии введено понятие локального сообщества как группы людей, объединенных на одной территории, разделяющих общую культуру, ценности, имеющих общие органы управления, связанных определенными экономическими отношениями.

Сходное определение локального сообщества дается и экономистами. В [1] сообщество определяется как «устойчивая группа лиц, объединенных четкими и понятными ценностями, ...ключевым отличием сообщества от простой группы лиц является и возможность вести некую производственную деятельность (создавать товары, услуги или информацию в чистом виде), результаты которой могут быть потреблены другими членами данного сообщества или внешними потребителями». Часто говорится и о возникновении «дополнительных» локальных экономик [1], которые функционируют наряду с общепризнанной экономикой, и о локальных рынках, действующих внутри глобального рынка [2].

Эти локальные экономики, или локальные экономические сообщества, М. Портер называет кластерами, и на основе этого понятия разрабатывает кластерную теорию. При исследовании локального в рамках процесса глобализации экономики он приходит к выводу о том, что «в экономической географии эры глобальной конкуренции присутствует парадокс» [3], вместо ожидаемого уменьшения значения локальных структур их роль возрастает, но изменяются причины и основные черты этого явления. Локальность важна не столько в плане гео-

графической близости к различным ресурсам, сколько в плане создания условий для образования таких структурных единиц, как кластеры, а под кластером понимается «группа географически близко расположенных и взаимосвязанных компаний, а также ассоциированных с ними институтов из определенных областей деятельности, связанных общностью интересов и взаимно дополняющих друг друга» [3].

В своих работах [3, 4] М. Портер убедительно доказывает, что кластеры играют важную роль, представляя собой «критическую массу особого успеха в конкурентной борьбе в определенной бизнес-сфере», определяя саму кластерную теорию как «микроэкономически обусловленную теорию национальной, государственной и локальной конкуренции в условиях глобальной экономики». Портер утверждает, что именно кластеры должны стать основой новой экономики, т.к. имеют определенные преимущества перед изолированными компаниями или иерархиями компаний: они лучше соответствуют самой природе конкуренции, способствуют повышению производительности, быстрейшему распространению инноваций и формированию нового бизнеса. Именно эти структуры должны стать основным объектом внимания и финансирования.

Кластерная теория является ярким примером применения системного подхода, т.к. основана на концепции того, что система – это нечто большее, чем сумма ее составных частей: в теории одним из основных является тезис о том, что конкурентные преимущества определяются не только самими компаниями (компонентами системы), но и бизнес-средой, формируемой кластером.

Сходные идеи высказывают и сторонники такой концепции, как «глокализация», основную идею которой можно выразить девизом римского клуба: «Мыслить глобально, действовать локально». Термин и его определение предложены английским социологом Р. Робертсоном в конце прошлого века. «Глокализация – это возрастание роли локальных местностей, городов, районов, повышение внимания к местной самобытности, – параллельное глобализации и направленное на ускорение мирового развития, гармонизацию общества. Главные участники глокализации – отдельные местности, районы, города, их всестороннее развитие, увеличение пропускной способности глокальных средств связи» [5].

Постановка задачи управления

Было решено создать программную модель локальной экономической системы (сообщества) с целью выявления и оценки возможных типов управления. Причем под управлением в данном случае понимается не регулирование через некоторое внешнее воздействие (кибернетика первого порядка), а изменение структуры и организации системы (кибернетика второго порядка) [6].

В модели действуют экономические субъекты, которые производят товары и услуги. Произведенный продукт они реализуют в своем сообществе, при этом стараясь здесь же закупить ресурсы, необходимые для возобновления производства. Математической основой данной модели явилась модель Леонтьева «затраты – выпуск» [7]. В эту классическую балансовую модель введены денежные средства, которые выполняют роль средства обмена и делают ее более реалистичной, т.к. большинство экономических систем основаны на денежном обороте.

Состояние системы в момент времени t можно выразить как

$$S(t)=\left\{Ag_i\left(\vec{c}\,(t)\right)\right\}_{i=1}^{N},W_{NxN}(t),\vec{f}\,(t),Z_S, \quad (1)$$

где $\left\{Ag_i\left(\vec{c}\,(t)\right)\right\}_{i=1}^{N}$ – множество агентов системы (всего N-агентов); $\vec{c}\,(t)$ – вектор характеристик агента; $W_{NxN}(t)$ – матрица связей агентов в системе (взаимных потребностей); $\vec{f}\,(t)$ – вектор взаимодействия с внешней средой (глобальной экономикой); Z_S – цель системы.

Вектор характеристик экономического агента содержит элементы двух типов: производственного и поведенческого. Элементы производственного типа – это объем выпуска продукта (x), вектор потребностей в продуктах других агентов $\left(\vec{w}(t)\right)$, свободный остаток (y) и объем денежных средств на счету ($m(t)$). Элементом поведенческого типа является стратегия поведения агента ($STR=\left\{str_j\right\}_{j=1}^{5}$ – множество реализованных стратегий). Каждая стратегия определяет, как каждый агент закупает нужные ему ресурсы: в каком порядке выбирает контрагентов – продавцов и в каком объеме стремится закупить товар.

Матрица связей агентов в системе имеет тот же смысл, что и в модели Леонтьева: в ней отражено, в каком объеме агент должен закупить товары, производимые другими агентами, чтобы поддержать воспроизводство своего товара на определенном уровне. Составлена эта матрица из векторов потребностей агентов системы.

Любая система (по определению понятия системы) должна иметь цель. В цели экономической системы можно выделить две составляющих: первая из них направлена на поддержание жизнеспособности самой системы, а вторая, как правило, – оптимизаци-

онная: увеличение товарооборота, ускорение обменных процессов, максимизация прибыли и т.д. В данной постановке задачи вторая составляющая – это оптимизация коммуникационного процесса, которая заключается в минимизации длительности процесса и его предсказуемости (т.е. минимизации разбросов параметров) при минимально возможных денежных затратах (минимуме оборотных денежных средств в системе).

Если рассматривать макропараметры системы, то ее состояние в момент времени t определяется через: вектор-константу стратегий агентов в системе

$$\overrightarrow{STR} = [str_1, str_2, \ldots, str_N],$$

вектор объемов выпуска агентов

$$\left(\vec{X}(t) = \left[x_1(t), x_2(t), \ldots, x_N(t)\right]\right),$$

вектор свободных остатков

$$\left(\vec{Y}(t) = \left[y_1(t), y_2(t), \ldots, y_N(t)\right]\right),$$

матрицу связей

$$\left(W = \left[\overrightarrow{w_1}(t), \overrightarrow{w_2}(t), .. \overrightarrow{w_i}(t), \ldots \overrightarrow{w_N}(t)\right]\right)$$

объем денежных средств, зачисленных на счета агентов,

$$\left(\vec{M}(t) = \left[m_1(t), m_2(t), \ldots, m_N(t)\right]\right),$$

и может быть записано в виде

$$S(t) = \overrightarrow{STR}, \vec{X}(t), \vec{Y}(t), W_{NxN}(t), \vec{M}(t), \vec{f}(t), Z_S. \quad (2)$$

Цель управления системой через макропараметры запишется следующим образом:

$$Z_S \rightarrow \left(\vec{X}(t_0) - A \cdot \vec{X}(t_0) = \vec{Y}(t_0)\right) \& (\min T_c \mid \min M) \& (\min S), \quad (3)$$

где

$$\vec{X}(t_0) - A \cdot \vec{X}(t_0) = \vec{Y}(t_0) \quad (4)$$

уравнение статического межотраслевого баланса Леонтьева, которое определяет условие жизнеспособности системы; T_c – длительность коммуникационного процесса; M – величина оборотных средств в системе; S – среднеквадратичное отклонение характеристики денежного оборота в системе (характеризует вариативность коммуникационного процесса).

Комплекс программных моделей как инструмент исследования

Был создан комплекс агент-ориентированных программных моделей, каждая из моделей ориентирована на реализацию и тестирование определенных типов управления. Агент-ориентированная (или агентная) технология [8, 9] предназначена для создания моделей социальных и экономических систем, в [9] она названа «правильной математикой для социальных наук».

Программной средой создания моделей стала NetLogo версии 5 [10]. Программный комплекс состоит из 5 моделей, основой всех является базовая модель, остальные – ее модификации, ориентированные на исследование одного (или нескольких) типов управления.

Алгоритм работы базовой модели (базовый алгоритм) состоит из трех основных этапов. Первый этап, инициализационный, на нем создаются программные агенты, их характеристики считываются из файла, создаются и инициализируются системные переменные, изменение значений которых и является информационной основой анализа (например, денежный оборот в системе). Второй этап – коммуникационный, на этом этапе моделируются коммуникации между агентами в системе. Третий этап – получение результатов: производится расчет результирующих значений макропараметров системы (основных системных переменных) и запись их в выходной файл.

В модели действуют производственные агенты (Ag_i, $i = 1..N$), в начале моделирования у них определенные объемы продукции (x_i). В процессе моделирования они закупают у других агентов системы ресурсы, для этого вступая в коммуникации. Каждая коммуникация тождественна акту купли-продажи, в котором участвуют денежные средства. Институт денежных средств – это основной институт, исследуемый в этой модели.

Коммуникационный этап состоит из отдельных циклов. В каждом цикле обмена каждому агенту, выбираемому случайным образом, предоставляется возможность однократно вступить в коммуникацию с другим агентом. Коммуникационный этап длится до тех пор, пока возможен хотя бы один обмен в системе.

Агенты в начальный момент времени авансируются в объемах пропорциональных имеющемуся у них продукту, причем этот аванс в конце коммуникативного этапа списывается с их счетов. Состояние i-го агента в начальный момент времени (t_0):

$$Ag_i(t_0) = x_i(t_0), y_i(t_0), \overrightarrow{w_i}(t_0), m_i(t_0). \quad (5)$$

Состав комплекса АОМ коммуникаций

Название модели	Краткая характеристика	Исследуемые типы управления
Базовая модель	Реализован базовый алгоритм коммуникаций	Институциональный (объем денежных средств)
Модель стратегий	Действующие экономические агенты отличаются стратегиями поведения	Управление функционированием
Модель муниципалитета	Матрица взаимных платежей ($W_{N\times N}$) составлена по реальным экономическим данным	Управление структурой
Модель открытой системы	Агенты внешней среды введены в матрицу взаимных платежей – модель открытой системы. Использованы два типа денежных средств: реальные $\left(\overrightarrow{M_r}(t)\right)$ и виртуальные деньги $\left(\overrightarrow{M_v}(t)\right)$	Институциональный (разные типы денежных средств)
Производственно-коммуникационная модель	Введен этап производства, на котором корректируются объемы производства	Институциональный, управление функционированием

При успешно закончившемся этапе коммуникации по окончании моделирования ($t = t_k$) состояние i-го агента должно быть:

$$Ag_i(t_k) = 0,\ y_i(t_0), \vec{0},\ m_i(t_0), \qquad (6)$$

в этом случае соблюдено условие жизнеспособности системы.

Типы управления (организационными системами), использованные в моделях, рассмотрены в соответствии с классификацией, предлагаемой Новиковым в [11]. Состав комплекса моделей, их краткое описание и перечень реализованных в них типов управления приведены в таблице.

Основными типами управления, исследуемыми в данной работе, являются:

– институциональное управление (U_{In}) – управление объемом и типами денежных средств в системе;

– управление составом (u_C) – управление количеством и типами агентов, действующих в системе;

– управление структурой (u_S) – управление связями между агентами (изменение матрицы связей W);

– управление функционированием (u_F) – возможность изменения экономического поведения агентов (управление стратегиями обмена).

В базовой модели исследуется влияние объема имеющихся в системе оборотных денежных средств на вид (вариативность) и продолжительность коммуникационного этапа. В этой модели все агенты действуют одинаковым образом, используют одну стратегию поведения. Для изучения влияния поведения агентов на эффективность коммуникационного процесса были разработаны и реализованы в модели различные стратегии поведения агентов, таким образом создана возможность изучения управления функционированием. Эти эксперименты подробно описаны в [12].

Результаты экспериментов на расчетных наборах данных были верифицированы с использованием модели муниципалитета, созданной на реальном наборе данных (его создание описано в [13]). Выводы об эффективности институционального управления и управления функционированием были подтверждены на этой модели, т.е. на реальных экономических данных. С помощью модели муниципалитета были изучены возможности управления структурой на основе экспериментов с вводом или удалением связей в существующей структуре сети.

Одним из ограничений первых трех моделей является то, что это модели закрытых систем. Четвертая модель – модель открытой системы, т.е. системы, в которую введены внешние агенты, названные агентами внешней среды. Связи с этими агентами отражают связи экспорта/импорта, существующие в большинстве реальных экономических систем. В постановке задачи эти связи представлены вектором-функцией взаимодействия с внешней средой.

В модели открытой системы реализован другой вид институционального управления: введены два типа денежных средств – реальные и виртуальные. О возможности функционирования виртуальных единиц расчета подробно писал Бернар А. Лиетар [14]. Реальные деньги в модели могут быть использованы во всех обменах, а внутренние – только в обменах между внутренними агентами. Моделирование доказало эффективность такого вида институционального управления: виртуальные деньги при недостатке реальных денег в системе начинают играть их роль, оптимизируя коммуникационный процесс.

В пятой, производственно-коммуникационной, модели также реализовано институциональное управление и управление

функционированием, в этой модели введен производственный этап, на котором корректируются программы агентов в том случае, если не все агенты смогли успешно приобрести ресурсы в нужном объеме. Эта модель доказывает значимость условия баланса для поддержки жизнеспособности системы, т.к. при нарушении условий баланса (уравнение 4) и неизменных правилах совершения коммуникаций системе не удается найти нового устойчивого состояния.

Выводы

В данном исследовании локальная экономическая система (сообщество) рассмотрена как сеть экономических коммуникаций. Вектор управления этой системой имеет вид $\vec{u}(t)=[u_{In},u_C,u_S,u_F]$. Элементы вектора – это институциональное управление, управление функционированием, управление составом и управление структурой. Институциональное управление реализовано через управление объемами и типами денежных средств, структурой – через изменение матрицы связей агентов, управление составом – через изменение количества и типов действующих агентов, а управление функционированием – через программирование различных стратегий поведения агентов.

Список литературы

1. Митусов М.О., Генкин А.С. К вопросу о жизнеспособности локальных дополнительных экономик в новом мире / М.О. Митусов, А.С. Генкин // Мир новой экономики. – 2012. – № 1–2. – С. 28–32.

2. Власов В.В. О трактовании понятий «региональный» и «локальный» рынок / В.В. Власов // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 11 (033). – С. 56–59.

3. Porter Michael E. Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy // Economic Development Quarterly. – February, 2000. – Vol. 14, № 1. – P. 15–34.

4. Porter Michael E. The competitive advantage of nations // Harvard Business Review. – March-April 1990. – P. 71–91.

5. Кожевников Н.Н., Пашкевич Н.Л. Глокализация: концепции, характерные черты, практические аспекты вич / Н.Н. Кожевников, Н.Л. Пашкевич // Вестник ЯГУ. – 2005. – Т. 2, № 3. – С. 111–115.

6. Achterbergh Jan, Vriens Dirk. Organizations. Social Systems Conducting Experiments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. – 381 p.

7. Леонтьев В.В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика: Пер. с англ. / В.В. Леонтьев. – М.: Политиздат, 1990. – 415 с.

8. Борщев А. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика / А.Борщев // Exponenta PRO. – 2004. – № 3–4(7–8). – С. 38–47.

9. Borrill Paul L., Tesfatsion Leigh. Agent-Based Modeling: The Right Mathematics for the Social Sciences // Working Paper № 10023. July, 2010.

10. NetLogo Home Page [Электронный ресурс]. – URL: http://ccl.northwestern.edu/netlogo/ (дата обращения: 01.07.2017).

11. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. 3-е изд., испр. и дополн. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2012. – 604 с.

12. Берг Д.Б., Зверева О.М. Особенности коммуникаций между функционально сопряженными агентами производственной сети / Д.Б. Берг, О.М. Зверева // Вестник СибГУТИ. – 2015. – № 1. – С. 82–96.

13. Игнатова М.А., Селезнева Н.А., Ульянова Е.А. Муниципальная экономика: модель финансовой сети внутреннего рынка // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1.; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=12901 (дата обращения: 01.07.2017).

14. Лиетар Б.А. Будущее денег: новый путь к богатству полноценному труду и более мудрому миру / Б.А. Лиетар. – М.: КРПА, Олимп: АСТ: Астрель, 2007. – 493 с.

УДК 629.1

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ВАЛА ВОЗДУШНОГО ВИНТА АМФИБИЙНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ДВИЖИТЕЛЕМ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Киркин С.Ф., Коротков П.А., Осипов В.И.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: KorotkovPA@volgatech.net

Обоснована необходимость учета гироскопических сил при расчете узлов и деталей винтомоторной установки амфибийной транспортной машины с аэродинамическим движителем, эксплуатируемой в условиях пересеченной местности. Выполнен анализ движения амфибийной машины по пересеченной местности, когда на вал воздушного винта действуют гироскопические моменты, возникающие вследствие изменения плоскости вращения воздушного винта, представляющего гироскоп с большими вращательными импульсами. Получено аналитическое выражение для нахождения численных величин гироскопического момента и закона его изменения при любой смене направления движения амфибийной машины в различных координатных плоскостях (движение по неровностям и др.). Предлагается использовать полученное аналитическое выражение при расчетах на прочность и долговечность валов воздушных винтов. Расчеты подтверждаются результатами длительных производственных испытаний амфибийных машин.

Ключевые слова: амфибии, аэроботы, гироскопический момент, воздушный винт, долговечность

THE CALCULATION OF LONGEVITY OF A PROPELLER SHAFT OF AN AMPHIBIOUS VEHICLE WITH AERODYNAMIC PROPELLING SCREW

Kirkin S.F., Korotkov P.A., Osipov V.I.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: KorotkovPA@volgatech.net

The article explains the necessity for measuring the gyroscopic force while calculating the components of an engine-propeller combination of an amphibious vehicle with aerodynamic propeller operated on a cross-country terrain. The article also considers the analysis of motion modes of an amphibious vehicle on a cross-country terrain when the gyroscopic moment influences on propeller shaft, arising due to changes of the propeller disk plane which is a gyroscope with large rotational pulses. We obtained the computation expression for identifying the numerical values of the gyroscopic moment and the law of its change upon any turn in the direction of motion of the vehicle in any plane of reference (movement over bumps, bends and etc.). It was proposed to use the resulting computation expression while calculating the strength and longevity of propeller shafts. The calculations are supported by the results of long-time performance tests of amphibious vehicles.

Keywords: an amphibious vehicle, airboats, gyroscopic moment, aerodynamic propeller, total running time

Необходимость данного исследования возникла из многолетнего опыта эксплуатации амфибийных транспортных машин с аэродинамическими движителями (далее – амфибийных машин), разрабатываемых Поволжским государственным технологическим университетом по заказам ряда предприятий нефтегазовой промышленности, энергетики, рыбного хозяйства.

Эксплуатация таких машин в условиях Северного Каспия при движении по торосистому льду, битому льду с водой, при выходе из воды на лед показала, что первоначальные признаки разрушения валов воздушных винтов обнаруживаются на значительно более ранних стадиях эксплуатации, чем это происходит в более благоприятных условиях.

Это обстоятельство вызывает необходимость более полного и точного учета всех видов нагрузок, действующих на амфибийную машину при ее движении по пересеченной местности, в том числе гироскопических моментов. Данная статья продолжает цикл работ авторов [1–3] в этом направлении.

Цель исследования

Одной из целей работы является привлечение внимания специалистов, занимающихся созданием амфибийных машин (аэроботов, аэроглиссеров), к проблеме обеспечения надежности наиболее ответственных деталей, например валов воздушных винтов. Это обстоятельство придает работе повышенную актуальность.

Вал воздушного винта в условиях эксплуатации испытывает сложное напряженное состояние, определяемое воздействием изгибающих и вращающих моментов. Основными силовыми факторами, вызывающими в теле вала напряжение изгиба, являются гироскопические силы и сила тяжести винта. При этом наиболее сложной задачей является учет влияния гироскопического момента на усталостную прочность вала винта.

Материалы и методы исследования

В связи с тем, что возникновение гироскопического момента носит случайный характер и зависит от множества факторов, в основу расчета и оценки его влияния на долговечность вала должны быть положены вероятностные методы.

Известные методы расчета усталостной прочности, содержащие вероятностный подход, предполагают использование нормального закона распределения случайных параметров. Этот закон может быть реализован применительно к изучению усталостной прочности вала воздушного винта амфибийной машины.

Напряжения от действия гироскопического момента прямо пропорциональны его значению. Величина гироскопического момента определяется выражением [3]:

$$M = J\omega_e\omega_p\sqrt{1+2\cos 2\varphi+\cos^2 2\varphi+\sin^2 2\varphi} = 2J\omega_e\omega_p\left|\cos\varphi\right|, \quad (1)$$

где J – осевой момент инерции винта; ω_e – угловая скорость винта; ω_p – угловая скорость движущейся амфибийной машины; φ – угол поворота винта в принятой системе отсчета.

Параметры J и ω_e могут считаться постоянными, а ω_p и φ имеют случайные значения и зависят от факторов, среди которых главными являются: характер неровностей профиля пути, искривление пути в плане, профиль скользящей поверхности амфибийной машины, скорость движения.

Из названных факторов при исследовании движения амфибийной машины конкретной конструктивной схемы выделим характер неровностей профиля пути, предполагая, что движение происходит с постоянной скоростью (возможность варьирования значением скорости при этом не исключается). Повороты амфибийной машины в плане будем рассматривать в дальнейшем как разовые явления.

Обратимся к известным данным о микропрофиле бездорожья, представленным в виде расчетных корреляционных функций [4, 5]. Максимальная высота неровностей h, соответствующая конкретному типу бездорожья, выражена формулой $h = 6\sigma\ (\sigma = \sqrt{D})$, где σ – среднеквадратичное отклонение, D – дисперсия случайного процесса изменений высот неровностей. Значения h (высота неровности) и l (длина основания неровности) для различных типов бездорожья приведены в таблице.

Используя данные (таблица) и предполагая, что характер неровностей подчиняется нормальному закону распределения, можно определить математическое ожидание по правилу «трех сигма» и среднеквадратичное отклонение высот для конкретного типа неровностей. Например, для неровности типа «возвышенность» среднеквадратичное отклонение равно 8 см, а математическое ожидание $h_m = 25$ см. К этому типу относятся высохшие болота средней полосы, возвышенности полупустыни и тундры [4, 5]. Высота их неровностей составляет до 50 см. Отсюда следует, что кривая плотности вероятностей в данном случае имеет вид представленный на рис. 1.

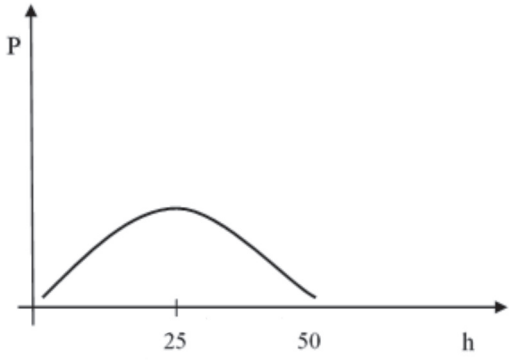


Рис. 1. Кривая плотности вероятностей

Отметим, что корреляционные функции [5], получены в результате обработки экспериментальных данных методом пересечений, принимая за случайную величину только отклонение микропрофиля от условной горизонтальной плоскости. Поэтому действительное математическое ожидание равно нулю.

Чтобы не оперировать с отрицательными высотами, условная горизонтальная плоскость была опущена на 25 см и получено $h_m = 25$ см.

Напряжение изгиба вала $\sigma_в$ от действия гироскопического момента определяется по формуле

$$\sigma_в = \frac{M}{W_n} = \frac{2J\omega_e\left|\cos\varphi\right|\omega_p}{W_n}, \quad (2)$$

где W_n – осевой момент сопротивления изгибу. Зависимость напряжения от ω_p является линейной.

Истинно утверждение [6, 7]: «Линейная функция $y = AX + B$ нормально распределенного аргумента X также распределена нормально, причем для того, чтобы найти математическое ожидание y, надо в выражении функции подставить вместо аргумента X его математическое ожидание a: $M(y) = Aa + B$ ».

Значения h (высота неровности) и l (длина основания неровности) для различных типов бездорожья

Параметры	Все виды лугов		Валы		Возвышенности	Укатанная дорога		Разбитая дорога	
Высота неровности h, м	0,3	1,4	1,2	1,62	0,5	0,14	0,25	0,36	0,6
Длина основания неровности l, м	15	30	20	30	0,6	4,5	19	8	30

Следовательно, изменение напряжения в вале происходит по нормальному закону, а его математическое ожидание находится по формуле

$$\sigma_{вM} = \frac{2J\omega_e}{W_n}\omega_{pM}, \quad (3)$$

где $\sigma_{вM}$ – математическое ожидание напряжения в вале; ω_{pm} – математическое ожидание угловой скорости ω_p. Множитель $|\cos\varphi|$ принимается равным единице.

Среднеквадратичное отклонение процесса изменения напряжений в вале находится по формуле

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{вM}}{3} = \frac{1}{3}\frac{2J\omega_e}{W_n}\omega_{pM}, \quad (4)$$

где $W_n = \frac{\pi}{32}D_в^3$, где $D_в$ – диаметр вала.

Тогда по утверждению [8] и пояснению [9] можно считать, что закон распределения амплитуд напряжений случайного процесса изменений напряжений в вале винта является релеевским со среднеквадратичным отклонением (4).

Формула (1) позволяет найти наибольшее значение угловой скорости ω_p, которую приобретает амфибийная машина при преодолении за время t вершины препятствия высотой h (рис. 2). За это время воздушный винт сделает $\omega_e t$ оборотов. При этом произойдет $\omega_e t$ циклов нагружения вала. Максимальное напряжение циклов достигает значения $\frac{2J\omega_e}{W_n}\omega_p$.

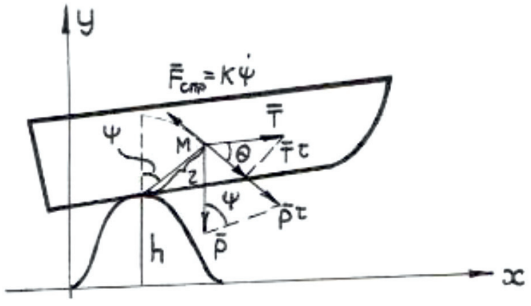


Рис. 2. Вращение амфибийной машины при преодолении препятствия

Вращение при преодолении вершины препятствия происходит по часовой стрелке при падении носовой части с одновременным скольжением днища по верхней части препятствия до удара передней части днища о землю.

В этом вращении амфибийная машина поворачивается на угол

$$\psi = \theta_1 + \theta_2 = \operatorname{arctg}\frac{z}{H} + \arcsin\frac{h}{\frac{3}{4}L + z}, \quad (5)$$

где H – расстояние от центра тяжести т. M до днища, L – длина днища, z – расстояние между проекцией т. M и верхней точкой h.

При этом вращении ускорение, направленное по касательной к траектории движения т. M, создается составляющей p^τ силы тяжести $\bar{P}$, составляющей силы тяги $\bar{T}$ и силами сопротивления $\bar{F}_{спр}$, оказываемыми движению воздухом и вершиной препятствия.

Последние весьма сложным образом зависят от происходящего вращения, от структуры вершины препятствия и его формы. Существенно упрощая имеющуюся сложную зависимость, будем считать, что эти силы создают результирующую, пропорциональную угловой скорости $\dot{\psi}$ и направленную по касательной к траектории движения центра масс. Тогда векторное уравнение, связывающее ускорение $\bar{a}^\tau$, направленное по касательной к траектории движения, будет следующим:

$$m\bar{a}^\tau = \bar{P} + \bar{T} + \bar{F}_{сопр.} \quad (6)$$

Это уравнение в координатной форме примет вид

$$ma^\tau = mg\sin\psi + T\cos\theta_1 - K\dot{\psi}. \quad (7)$$

Воспользуемся равенством $a^\tau = \varepsilon r = \ddot{\psi} r$ и введем обозначения:

$$b = \frac{g}{r},\ d = \frac{T9{,}8\cos\theta_1}{mr},$$
$$f = \frac{K}{mr},\ (r = \sqrt{H^2 + z^2}).$$

Подставив введенные обозначения в уравнение (7), будем иметь

$$\ddot{\psi} = b\sin\psi + d - f\dot{\psi}. \quad (8)$$

Воспользовавшись равенством $\sin\psi = \psi$ (для малых углов), можно из уравнения (8) получить уравнение, которое даст решение, близкое к истинному:

$$\ddot{\psi} + f\dot{\psi} - b\psi = d\ . \quad (9)$$

Нахождение его общего решения не представляет трудности. Начальные условия для получения частного решения очевидны (при $t = 0$, $\dot{\psi} = 0$ и $\psi = 0$).

Результаты исследования и их обсуждение

Формула (1) позволяет найти наибольшее значение угловой скорости ω_p, которую приобретает амфибийная машина при преодолении вершины препятствия высотой h. За время t воздушный винт сделает $\omega_e t$ оборотов. При этом произойдет $\omega_e t$ циклов нагружения вала. Максимальное напряжение циклов достигает значения $\frac{2J\omega_e}{W_n}\omega_p$.

Срок службы вала воздушного винта, выражаемого количеством преодоленных препятствий, вычисляется по формулам

а) для $s_\sigma < 0{,}5\sigma_{f\lim}$:

$$N_{сум} = \frac{T_n}{T_e\omega_e t_{крит.}} =$$

$$= \frac{a_p N_0 x_0^{m_1}}{\psi(m_1+2)P(x_0^2, m_1+2)\omega_e t_{крит.}}; \quad (10)$$

б) $s_\sigma \geq 0{,}5\sigma_{f\lim}$:

где $\sigma_{f\lim}$ – предел выносливости при изгибе, T_n – ресурс вала, выраженный в секундах, T_e – «эффективный период», ω_e – угло-

вая скорость винта, $t_{крит.}$ – время вращения амфибийной машины при преодолении вершины препятствия, когда ускорение направлено по касательной к траектории движения, N_0, m_1 – эмпирические константы:

$$\psi(m_1)=\begin{cases}(n-2)!!\sqrt{\frac{\pi}{2}} \text{ при нечетном } n\\ 2^{\frac{n}{2}-1}\left(\frac{n}{2}-1\right)! \text{ при четном } n\end{cases},$$

где

$$(n-2)!!=1\cdot 3\cdot 5\ldots(n-4)(n-2),$$

$$\psi(1)=\psi(3)=\sqrt{\frac{\pi}{2}},\ \psi(3)=1;$$

$P(x_0^2,n)$ – значение интеграла вероятности x^2:

$$a_p=\frac{\sqrt{\frac{\pi}{2}}\frac{P(y_0^2,3)}{P(y_0^2,2)}}{4-y_0},\ y_0=\frac{0{,}5\sigma_{-1}}{s_\sigma}.$$

Для нахождения $t_{3крит.}$ решается дифференциальное уравнение (8), используя начальные условия $t=0$, $\dot{\psi}=0$ и $\psi=0$, получим решение в преобразованном виде:

$$t=\frac{1}{\sqrt{b}}\ln\left[\left(1+\frac{b}{d}\psi_3\right)+\sqrt{\left(1+\frac{b}{d}\psi_3\right)^2-1}\right]. \quad (11)$$

Для того чтобы найти $t_{крит.}$, необходимо подставить в (11) значения b, d, ψ, соответствующие $h_{крит.}$.

Заключение

Результаты исследования были использованы при расчете и конструировании винтомоторных установок амфибийных машин, разрабатываемых в Поволжском государственном технологическом университете. Амфибии «Каспий-2М» и «Каспий-5М» выпускались серийно и эксплуатировались в зимнее время на Северном Каспии в условиях торосистого льда, битого льда с водой и открытой воды.

Длительная производственная эксплуатация амфибийных машин показала требуемую надежность и долговечность валов воздушных винтов, что подтверждает достоверность расчетов.

Список литературы

1. Соколов Г.М. Расчет и оптимизация рабочих параметров амфибийной транспортной машины с аэродинамическим движителем / Г.М. Соколов, С.Ф. Киркин, П.А. Коротков // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1.; URL: http://www.science-education.ru/107-8183 (дата обращения: 22.09.2017).

2. Киркин С.Ф. Определение гироскопических моментов воздушного винта при движении амфибийной транспортной машины с аэродинамическим движителем по пересеченной местности / С.Ф. Киркин, П.А. Коротков, В.И. Осипов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2.; URL: www.science-education.ru/116-12347 (дата обращения: 26.09.2017).

3. Киркин С.Ф. Обоснование конструктивного решения амфибийной транспортной машины с аэродинамическим движителем / С.Ф. Киркин, Г.М. Соколов, П.А. Коротков, В.И. Осипов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–1. – С. 61–65.

4. Ершов В.И. Вероятностные характеристики микропрофиля пересеченной местности / В.И. Ершов, Л.В. Бархатнов // Известия вузов. – 1971. – № 4. – С. 117–119.

5. Рукавишников С.В. Классификация микропрофиля бездорожья территории Советского Союза / С.В. Рукавишников, В.И. Ершов, Л.В. Барахтанов // Известия вузов. Машиностроение. – 1975. – № 5. – С. 132–136.

6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / В.Е. Гмурман. – 12-изд. – М.: Юрайт, 2017. – 480 с.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник / Е.С. Вентцель. – 11-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2010. – 664 с.

8. Силаев Б.М. Расчет и конструирование деталей авиационных механических передач: учебно-справочное пособие / Б.М. Силаев. – 2-е изд., испр. и допол. – Самара: Издво Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2008. – 150 с.

9. Лукашенко В.И. Курс лекций по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций». В двух частях: учебное пособие / В.И. Лукашенко. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2016. – 244 с.

УДК 004.822

РЕЦЕПТ ПОИСКА И ВЫБОРА В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Клебанов Б.И., Парфенов Ю.П., Антропов Т.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: kbi11@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы создания высокоуровневого инструментария для разработки моделей поведения популяций активных агентов в пространственно-распределенной социально-экономической среде, предназначенных для анализа влияния малых флуктуаций на развитие социальных процессов. Принято, что все поведение индивидуумов определяется их потребностями, которые реализуются с помощью типовых рецептов поведения (паттернов). Определены составы глобальной и локальных баз знаний агентов. Определена структура описания типового рецепта, включающая описания входных материальных и нематериальных ресурсов, результатов выполнения рецепта, средств исполнения и управления, условий внешней среды, функции преобразования. Основное внимание уделено типизации алгоритмов поиска и выбора в базе знаний агента необходимых материальных и информационных объектов и рецептов реализации потребностей. Приведены результаты экспериментальных исследований прототипа инструментария.

Ключевые слова: активный агент, потребность, мультиагентное моделирование

THE RECIPE OF THE SEARCH AND SELECTION IN THE MULTIAGENT MODEL OF THE SOCIETY DEVELOPMENT

Klebanov B.I., Parfenov Yu.P., Antropov T.V.

Ural Federal University n.a. the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, e-mail: kbi11@yandex.ru

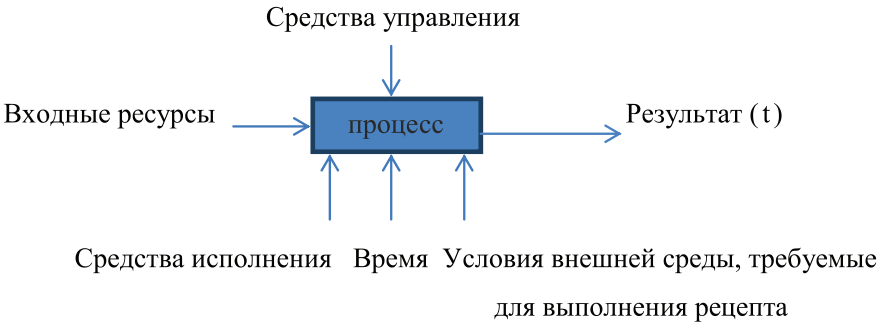
The problems of creating a high-level toolkit for developing models of the active agents populations behavior in a spatially distributed socio-economic environment designed to analyze the influence of small fluctuations on the development of social processes are considered. It is accepted that all the behavior of individuals is determined by their needs, which are realized with the help of typical patterns of behavior (patterns). The compositions of the global and local knowledge bases of agents are defined. The structure of the typical recipe description is defined, including descriptions of material and non-material input resources, the results of the recipe, means of execution and management, environmental conditions, transformation functions. The main attention is paid to the typification of search algorithms and the selection in the agent knowledge base of the necessary material and information objects and recipes of the needs realization. The results of experimental studies of the toolkit prototype are presented.

Keywords: active agent, need, multiagent modeling

Одним из важных направлений цифровизации общества является создание динамических моделей поведения индивидуумов в меняющейся социально-экономической среде. При этом надо учитывать, что существуют объекты, актуальная информация о состоянии которых не может быть получена, а разработанные в настоящее время модели не позволяют с желаемой точностью прогнозировать их поведение. К таким объектам, прежде всего, относятся отдельные личности, организации, действия (или бездействие) которых могут оказывать существенное влияние на будущее развитие всего общества. С точки зрения лауреата Нобелевской премии Ильи Пригожина [1] важным направлением в решении данной проблемы является анализ влияния малых флуктуаций на развитие общества и, в частности, анализ того, как в результате деятельности отдельных агентов вся система переходит сначала в неустойчивое, а затем новое устойчивое состояние. Пригожин считает, что нельзя строить прогноз развития только на статистических данных по множеству агентов, нужно учитывать индивидуальное поведение. Особую проблему при анализе составляет реакция системы на введение новых единиц, способных размножаться и вовлекать во взаимодействие различные процессы, протекающие в системе. Вводимые в небольшом количестве в систему новые агенты приводят к возникновению новой сети реакций между ними. Новая сеть реакций начинает конкурировать со старым способом функционирования и часто ведет к непредсказуемым последствиям. У.Б. Артур [2] задаётся вопросом, как индивидуальное поведение может *ответно реагировать* на сообща создаваемые индивидами типовые формы поведения (паттерны) и как эти паттерны будут изменяться в результате. Он рассматривает два основных фактора, порождающих данный процесс: индивидуальный процесс принятия решений и научно-технический прогресс. Что касается первого фактора, то один из способов смоделировать – предположить, что агенты формируют индивиду-

альные убеждения (возможно, несколько убеждений) или гипотезы – внутренние модели – относительно ситуации, в которой они находятся, и непрерывно их обновляют, приводя в соответствие с текущим моментом; это означает, что они постоянно адаптируются, отказываясь от тех или иных действий и стратегий и заменяя их другими, обучаясь опытным путём – осуществляя «разведывание» *(explore)*. Влияние второго фактора – технологического прогресса проявляется в стремлении человека к экономии усилий при реализации потребностей, появляются новые более совершенные средства удовлетворения потребностей. У.Б. Артур рассматривает модель развития общества как алгоритмическую систему с непрекращающимся *вычислением (computation)* – в огромных масштабах рассредоточенным, характеризуемым массовым параллелизмом, стохастическим, с определенным порядком действий и последовательностью событий. Аналогичные выводы относительно использования экономической аналитики и поведенческого моделирования делает академик В.Л. Макаров [3]. В связи с вышеизложенным оказывается важным построение моделей поведения отдельных агентов и их взаимодействий, учитывающих акты восприятия действительности, действия агентов, знания агентов о самом себе и отношениях с другими агентами.

В данной работе рассматривается методология построения модели поведения индивидуума в пространственно-распределенной социально-экономической среде/ Рассматривается мультиагентная архитектура модели с интеллектуальными агентами – индивидами [4]. Мотивация любого поступка или действия индивидуума представлена в модели через его потребности [5]. При этом поведение индивида определяется совместным влиянием многих одновременно присутствующих потребностей. Часть потребностей носит императивный характер и навязана индивиду его состоянием, окружающей средой, другими индивидуумами и обусловлена, как правило, необходимостью поддержания существования самого индивида. Другая часть – потребности, представляющие стремление индивида улучшить свое текущее состояние или создать условия для его улучшения в будущем. Вне зависимости от типа потребности, который влияет на очередность их реализации, потребность может иметь собственную внутреннюю структуру, отражающую необходимость формирования и реализации других потребностей, приводящих к состоянию, необходимому для исполнения целевой потребности. Структура потребностей представляет часть общей базы знаний (БЗ) всех индивидуумов, описывающей используемые в моделируемой среде понятия, Потребности отдельного индивида представляют часть описания его текущего состояния. Разработка инструментов для моделирования поведения индивида требует типизации и создания базового набора потребностей, с помощью которого через указание параметров можно было бы задать любую конкретную потребность в материальном или информационном объекте, представленном в БЗ модели. Предложения по составу типовых абстрагированных потребностей индивидов представлены в [6–8]. Другой частью базы знаний, необходимой для моделирования поведения индивида, являются способы (рецепты) удовлетворения потребностей. Выходы в определении рецепта должны содержать типы тех самых материальных, структурных или информационных объектов БЗ, которые определяют содержание потребности. Таким образом, для каждой потребности могут быть определены рецепты, чьи выходы обеспечивают ее удовлетворение. Через указания типов на входах рецепта определяются необходимые ресурсы, средства и управляющие воздействия, необходимые для его исполнения. Кроме того, для каждого рецепта могут задаваться требования к отношениям индивидуума с элементами среды функционирования и их параметрам. В рамках предлагаемого подхода принимается, что в физическом пространстве представлены два типа элементов – материальные и нематериальные. К материальным элементам относятся: статические (неизменяемые во времени) материальные элементы, пассивные динамические элементы и активные элементы – агенты. К нематериальным относятся статические информационные элементы и отношения между ними в форме данных и знаний индивида. Типизация элементов и их взаимодействий приводит к созданию классов и объединению их в структуру, образующую основу базы знаний моделируемой предметной области. Действия агентов обусловлены возникающими потребностями (заявками). Причинами возникновения потребностей агента могут быть внутренние и внешние события или прогнозы их возникновения. Агенты могут воспринимать состояние внешней среды и взаимодействовать с ней для эффективной реализации своих потребностей. Одни потребности в случае неготовности ресурсов для исполнения могут потребовать реализации других вспомогательных потребностей. Потребность может быть удовлетворена разными способами (рецептами модели), возможно, отличающимися необходимыми ресурсами и качеством исполнения.



Рецепт реализации потребности агента

В рассматриваемой модели агенты представляют собой структуру, включающую все типы элементов пространства. Агенты обладают рецепторами, эффекторами, определенным объемом знаний и данных о себе и элементах (типах и экземплярах) внешней среды, на основании которых ими принимаются и исполняются решения (с помощью своих и\или привлеченных чужих эффекторов). Агенты обладают разными типами потребностей и объемами знаний, необходимых для их реализации. Объем знаний конкретных агентов может увеличиваться (обучение) и уменьшаться (забывание) во времени. Для представления агентов используются следующие модели: глобальная база знаний (ГБЗ), модель локальной базы знаний агента (ЛБЗ), глобальная модель истории и текущего состояния среды, локальная модель истории и текущего восприятия окружающей среды конкретным агентом [6].

Потребность агента можно представить как необходимость выполнения действия (рецепта), дающего требуемый результат в заданном интервале времени. Рецепт реализации потребности агента можно представить в виде нотации, аналогичной нотации IDEF0 (рисунок).

В качестве средств исполнения могут выступать агенты, а также статические и пассивные динамические элементы базы знаний. В качестве средств управления – агенты. В качестве входных ресурсов, результата и требуемых условий внешней среды используются любые доступные элементы, описанные в глобальной базе знаний. Все количественные ресурсы в рецептах могут иметь норматив в определенных единицах измерения.

В общем виде процесс реализации потребности, возможно, требующей предварительно удовлетворения вспомогательных потребностей, можно представить в виде И-ИЛИ графа. Каждая вершина графа – процесс удовлетворения вспомогательной потребности.

Для простых рецептов граф может быть определен заранее. В сложных предметных областях процесс реализации потребности выполняется динамически с использованием ГБЗ. В упрощенном виде модель процесса удовлетворения потребности включает поиск и выбор подходящего рецепта, подготовку и исполнение рецепта. Более подробно процесс исполнения потребности с учетом возможного появления вспомогательных потребностей имеет вид:

1. Определение множества рецептов, приводящих к удовлетворению потребности.

В список могут быть включены ранее известные агенту рецепты или найденные им при появлении потребности, имеющие в результате указанные в потребности классы элементов и их свойства. Если в потребности задан класс элементов, имеющий подклассы, то в список необходимых рецептов включаются рецепты, создающие элементы всех подклассов.

2. Масштабирование рецептов – определение необходимого объема всех входных ресурсов необходимых для выполнения рецепта. Выбор рецепта из множества удовлетворяющих потребность.

3. Если для выбранного рецепта доступны безусловно все необходимые входные ресурсы, средства исполнения, управления и удовлетворительные условия внешней среды, то захват ресурсов и средств запуск рецепта на исполнение, иначе формирование соответствующих вспомогательных потребностей. КОНЕЦ

4. Ожидание конца исполнения рецепта (возможно прерывание и временное освобождение ресурсов).

5. В момент исполнения рецепта:

– расчет и установка ожидаемого состояния выходов рецепта (пассивных элементов, агентов, отношений, состояния среды),

– освобождение использованных средств,

– если рецепт является финальным, то КОНЕЦ, иначе возврат и продолжение родительского прерванного рецепта.

Действия п. 1. п. 4 могут приводить к появлению вспомогательных потребностей. Как следует из общей схемы выполнения рецепта, ГБЗ должна включать базовый рецепт выбора любых элементов, описанных в ГБЗ. Ниже представлено описание универсального рецепта поиска и выбора объекта для удовлетворения потребности агента.

Входами рецепта выбора являются:

Id – идентификатор агента, выполняющего поиск объекта заданного типа;

T – тип (класс потребности, агента, рецепта, входного ресурса рецепта), описанный в БЗ, для которого выполняется поиск;

M_F – множество объектов типа T известных агенту из истории предыдущих поисков. По окончании поиска множество M_F дополняется найденными объектами;

M_G – подмножество объектов типа T доступных агенту. Зависит от состояния агента и среды на момент выполнения рецепта. Множество M_G может быть задано как перечислением части объектов типа T в БД, так и логическим выражением на свойствах агента и объектов типа T. Это множество может быть расширено путем использования агентов – помощников для поиска объектов заданного типа;

U_A – условие, содержащее требования агента к искомым объектам. Задается логическим выражением на описанных в БЗ свойствах типа T и типа, которому принадлежит агент, инициировавший поиск;

U_E – условие, содержащее требование среды к искомым объектам. Задается логическим выражением на свойствах типа T.

Для выбора единственного экземпляра из найденного множества экземпляров, удовлетворяющих требованиям агента и среды, используется функция предпочтения (P).

В основу построения функции предпочтения положена теория мотивации, предложенная К. Левиным [9]. Следуя подходу К. Левина, достижимость результата можно определить через требования к ресурсам, средствам, в том числе временным, необходимым для реализации рецепта. Кроме доступности разные варианты действий (рецептов) могут обеспечивать разную валентность (ценность) результата исполнения для агента. Ожидаемая валентность результата выбора r, учитывающая субъективно оцениваемую вероятность достижения результата определяется выражением

$$Pr = Vr * Wr,$$

где Vr – ожидаемая валентность, выбора результата r,

Wr – оценка агентом вероятности достижения результата r.

Общая схема выполнения рецепта.

Этап 1. Поиск множества подходящих объектов для последующего выбора.

1. Попытка выбора объекта из множества известных агенту по результатам предыдущих поисков (использование опыта агента).

1.1. В искомое множество M включаются ранее известные и положительно оцененные объекты $\mathbf{M_F}$ типа T, удовлетворяющие новым требованиям агента и среды:

$$\mathbf{M} = \mathbf{M_F} \mid (\text{Тип } m_i) = T \wedge \mathbf{U_A} \wedge \mathbf{U_E},$$

где $m_i \in \mathbf{M_F}$.

1.2. Если $M \neq \varnothing$ – из предыдущего опыта агенту известны искомые объекты, то время выполнения рецепта равно нулю, переход к этапу 2.

2. Если среди известных агенту требуемые объекты не найдены ($M = \varnothing$):

2.1. Выбрать из множества доступных объектов $\mathbf{M_G}$, принадлежащих заданному типу T и одновременно удовлетворяющих требованиям агента и среды, заданным условиями U_A и U_E.

$$M = \mathbf{M_G} \mid (\text{Тип } m_i) = T \wedge \mathbf{U_A} \wedge \mathbf{U_E},$$

где $m_i \in \mathbf{M_G}$, где $m_i \in M_G$ – объект БД. Если объекты найдены ($M \neq \varnothing$), то установить время выполнения рецепта, необходимое для поиска объектов и перейти к этапу 2.

2.2. Если $M = \varnothing$ – требуемые объекты не найдены и дополнительные ресурсы (помощники, технические средства) еще не привлекались, то формировать потребность в привлечении дополнительного ресурса. Поиск и выбор помощника выполняется по общей схеме через формирование потребности и исполнение для нее удовлетворения рецепта выбора:

2.2.1. формирование входов для рецепта поиска и выбора помощника. Анализируя локальную БЗ агента, выясняется тип объектов, которые могут предоставить помощь в поиске нужных объектов заданного типа T и генерируется потребность, которая рекурсивно вызывает рецепт поиска и выбора с новым типом объекта поиска,

2.2.2. если помощник не найден ($M_п = \varnothing$), то требуемый объект заданного типа T не может быть выбран. Выход из рецепта поиска со значением $M = \varnothing$,

2.2.3. если помощник найден, то:

– включение его в множество известных объектов $\mathbf{M_F}$,

– расширение исходного множества доступных объектов M_G и переход к п. 2.1.

3. Если множество $M \neq \varnothing$, то перейти к следующему этапу 2 оценки и выбора объекта.

Этап 2. Оценка найденных объектов ($M \neq \varnothing$).

1. Для каждого найденного объекта из M выполняется:

– расчет функции предпочтения P,

– сохранение в приобретенном опыте агента результатов поиска и выбора $\mathbf{M_F = M_F \cup M}$.

Этап 3. Выбор элемента из множества M по значению функции предпочтения.

Для проверки рассмотренных принципов и методов проведено моделирование процесса развития/гибели популяции, содержащей динамические активные агенты двух типов Ta1 и Ta2, а также объекты типа To. Агенты типа Ta2 потребляют ресурсы, предоставляющие объектами типа To и, в свою очередь, предоставляют ресурсы для агентов типа Ta1. Агенты Ta1 в своем жизненном цикле потребляют ресурсы как агентов Ta1, так и объектов To и генерируют экземпляры агентов Ta2 и To, восстанавливая их популяцию. Экземпляры каждого типа имеют ограниченное время жизни, зависящее от количества отданного ресурса и потребленного ресурса. Разработка прототипа системы, реализующей указанные подходы, выполнена в среде AnyLogic. Эксперименты, выполненные с использованием модели, продемонстрировали адекватность поведения агентов в моделируемых условиях реальным действиям людей.

Выводы

В рамках проведенного исследования получены следующие результаты:

1. Определены требования к алгоритму выбора путей реализации потребностей.

2. Разработан типовой рецепт поиска и выбора необходимых объектов и рецептов, учитывающий рекурсию процесса генерации потребностей.

Список литературы

1. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.

2. Артур У.Б. Теория сложности в экономической науке: иные основы экономического мышления // Пространство экономики. – 2015. – № 2. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-slozhnosti-v-ekonomicheskoy-nauke-inye-osnovy-ekonomicheskogo-myshleniya (дата обращения: 26.07.2017).

3. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). – М.: Экономика, 2013. – 296 с.

4. Маслоу А. Мотивация и личность / пер. с англ. В. Васильева. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 392 с.

5. Ali Orhan Aydın, Mehmet Ali Orgun. The Reactive-Causal Architecture: Radar Task Simulation // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2012. URL: http://jasss.soc.surrey.ac.uk/15/4/5.html (дата обращения: 22.08.2017).

6. Клебанов Б.И., Антропов Т.В., Рябкина Е.М. Один подход к построению имитационной модели развития общества на основе учета потребностей агентов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: www.science-education.ru/121-18155 (дата обращения: 26.07.2017).

7. Klebanov B.I., Antropov T.V. Cycle of the needs satisfaction, and information support of the society development simulation system // AIP Conference Proceedings. – 2017. – Volume number 1836. – Issue 1. – P. 020039.

8. Klebanov B., Antropov T., Riabkina E. Bases of imitation model of artificial society construction accounting of the agents' needs recursion. 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2016. Book2 Vol. 1. – P. 101–108. URL: http://www.sgem.org/sgemlib/spip.php?article8493 (дата обращения: 26.07.2017).

9. Хекхаузен Х. Теория поля Левина (II). – URL: http://gestalt.lv/wp-content/uploads/2015/11/teorija-pola-levina-2.pdf (дата обращения: 26.07.2017).

УДК 519.652

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Клевцов С.И., Клевцова А.Б.

Институт радиотехнических систем и управления

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Таганрог, e-mail: sergkmps@mail.ru

Влияние внешних и внутренних факторов на контролируемый технический объект приводит к изменению его параметров и нарушению устойчивого функционирования. Для отслеживания таких нарушений необходима прогнозная оценка значений параметров объекта. В статье рассматриваются особенности процесса краткосрочного прогнозирования параметра контролируемого объекта с помощью модели сглаживающего временного ряда первой степени. В работе проведены исследования влияния характеристик временного ряда на погрешность прогнозирования контролируемого параметра. Определены схема и правила подбора коэффициента сглаживания временного ряда в зависимости от скорости изменения прогнозируемого параметра. Показано, что для устранения или значительного сокращения периода настройки ряда необходимо достаточно точно задать начальные коэффициенты аппроксимации экспериментальной зависимости. Целесообразно использовать для вычислений метод наименьших квадратов. Предложена схема реализации процесса прогнозирования в фоновом режиме с использованием микроконтроллера. Результаты исследований, в случае их использования, позволят повысить эффективность контроля объекта при его эксплуатации и предотвратить нештатные ситуации.

Ключевые слова: временной ряд, параметр, контроль, реальное время, прогнозирование, алгоритм, погрешность, моделирование, оценка

USING A POLYNOMIAL TIME SERIES MODEL TO ESTIMATE THE PARAMETERS OF TECHNICAL OBJECTS

Klevtsov S.I., Klevtsova A.B.

Institute of Radio Engineering Systems and Controls Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Southern Federal University», Taganrog, e-mail: sergkmps@mail.ru

The influence of external and internal factors on the controlled technical object leads to a change in its parameters and a violation of stable functioning. To monitor such violations, a predictive assessment of the values of the parameters of the object is necessary. In the article features of process of short-term forecasting of a parameter of the monitored object by means of the model of a smoothing time series of the first degree are considered. In the work, the influence of the time series characteristics on the error of forecasting the controlled parameter is investigated. The scheme and rules for selecting the smoothing coefficient of the time series are determined depending on the rate of change of the predicted parameter. It is shown that in order to eliminate or significantly shorten the period for setting the series, it is necessary to set the initial coefficients of approximation of the experimental dependence with sufficient accuracy. It is advisable to use the method of least squares for calculations. A scheme for implementing the prediction process in the background using a microcontroller is proposed. The results of the research, if used, will improve the effectiveness of the facility's monitoring during its operation and prevent contingencies.

Keywords: time series, parameter, control, real time, prediction, algorithm, error, modeling, estimation

Мониторинг состояния сложного объекта или процесса необходим для раннего выявления опасных ситуаций или их устранения с незначительными потерями. Исходной информацией для мониторинга служат данные, снимаемые с датчиков, которые характеризуют изменения параметров отслеживаемого объекта. На основе этой информации возможно прогнозирование отдельных параметров объекта. В этом случае, при условии реализации этого процесса в реальном времени возможна оценка состояния объекта на последующие временные промежутки, следующие за текущим. Таким образом, вопросы прогнозирования параметров являются актуальными для обеспечения безопасности функционирования сложных объектов и процессов [1–3].

Развитие цифровой техники, внедрение различных микроконтроллерных систем в составе систем мониторинга сложных объектов делает эту задачу реализуемой. Расчеты, выполняемые в микроконтроллерных системах в режиме реального времени, обеспечивают быстрое реагирование на изменяющуюся ситуацию. Для прогнозирования параметров объекта целесообразно использовать простые вычислительные, поскольку их можно реализовать в микроконтроллере в фоновом режиме. Такой дополнительный алгоритм не должен существенно менять нагрузку на микроконтроллер. В качестве простых моделей предлагается взять модели временных рядов [4, 5].

Постановка задачи

В работе рассматривается алгоритм прогнозирования параметра объекта с использованием модели многократного экспоненциального сглаживания его времен-

ного ряда. Оценка возможности и качества прогнозирования определяется на основе обработки данных, снимаемых с датчика ускорения. В качестве датчика взят автомобильный акселерометр. Съем данных об ускорении осуществлялся при движении автомобиля в различных дорожных условиях.

Схема прогнозирования разрабатывалась на основе модели многократного экспоненциального сглаживания. Предполагалось, что интервал дискретизации будет небольшим, его можно зафиксировать так, чтобы изменение параметра на протяжении нескольких интервалов оставалось незначительным, в среднем рост или падение значения параметра не более 10–15 %. Это снизит погрешность прогнозирования.

Положим, что измерения параметра объекта или процесса $y(t)$ фиксируются с помощью акселерометра и записываются в память микроконтроллера. Интервал фиксации измерений равен h. Таким образом, имеется вектор $Y = \{y_i\}_{i=0}^{n}$. Элементами вектора являются значения параметра $y_i = y(t_i)$, которые фиксированы в точках $t_0, t_1, ..., t_n$; $t_i = t_{i-1} + h$. Задача заключается в вычислении значений y в точках $T + kh$, $k = 1, K$. Здесь T – текущее значение времени. Число k определяет глубину прогнозирования.

Результаты моделирования

Исходным является временной ряд в виде полинома первой степени [1, 4]:

$$y(t) = a_1 + a_2 t . \quad (1)$$

Значение параметра в $T + \tau$ определяется согласно выражению

$$\tilde{y}(T+\tau) = \left(2 + \frac{\alpha}{\beta}\tau\right) S_T - \left(1 + \frac{\alpha}{\beta}\tau\right) S_T^{[2]} . \quad (2)$$

Величины S_T и $S_T^{[2]}$ вычисляются по формулам

$$S_T = \alpha y_T + \beta S_{T-1} , \; S_T^{[2]} = \alpha S_T + \beta S_{T-1}^{[2]} . \quad (3)$$

В предыдущем выражении величина α – постоянная сглаживания, β = 1 – α. Постоянная α влияет на способность временного ряда сглаживать измеренные значения параметра и тем самым влияет на процесс прогнозирования.

Величины S_0 и $S_0^{[2]}$ определяются в начале процедуры прогнозирования:

$$S_0 = \overline{a}_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha}\overline{a}_{2,0} , \; S_0^{[2]} = \overline{a}_{1,0} - \frac{2\beta}{\alpha}\overline{a}_{2,0} . \quad (4)$$

Коэффициенты $\overline{a}_{1,0}$ и $\overline{a}_{2,0}$ представляют собой предварительные значения величин a_1 и a_2 в (1). Их можно определить различными способами, но обычно используется метод наименьших квадратов.

Как было ранее сказано, в качестве исходных данных использовались данные об ускорении, снимаемые с соответствующего датчика ускорений. Полученная функция является знакопеременной, разброс значений достаточно большой, временной интервал между значениями составляет h = 0,015625 сек.

Для прогнозирования параметра необходимо определить несколько коэффициентов, которые влияют на процесс. Коэффициенты $\overline{a}_{1,0}$ и $\overline{a}_{2,0}$ определяются на известном участке временного ряда таким образом, чтобы формируемая ими функция (1) определяла тренд временного ряда на выбранном временном интервале. Правильный выбор этих коэффициентов способствует быстрому выходу в режим прогнозирования и устранению или существенному сокращению временного интервала, на котором временной ряд подстраивается под динамику снимаемых экспериментальных данных [6]. За пределами этого временного интервала коэффициенты $\overline{a}_{1,0}$ и $\overline{a}_{2,0}$ не влияют на погрешность прогнозирования. Этого нельзя сказать в отношении коэффициента α. Правильный выбор этого коэффициента напрямую влияет на характер процесса прогнозирования и определяет величину погрешности.

Прогноз поведения отслеживаемого параметра с использованием модели временного ряда при различных величинах коэффициента α показан на рис. 1. Временной интервал, на который осуществляется прогнозирование, равен h.

Коэффициент α может изменяться от 0 до 1. Его увеличение приводит к большей чувствительности временного ряда, формируемого в процессе моделирования. Он более точно воспроизводит экспериментальную кривой. Но в то же время снижаются сглаживающие возможности временного ряда, что приводит к увеличению чувствительности ряда к отдельным выбросам, увеличивая тем самым погрешность прогнозирования. Очевидно, что для повышения эффективности прогнозирования необходима настройка ряда, заключающаяся в выборе коэффициента α, соответствующего текущей зависимости, полученной в результате измерения параметра [4]. Рис. 2 иллюстрирует эту особенность временного ряда.

Из анализа графиков следует, что в случае быстрого увеличения параметра более низкую погрешность дает использование ряда с высоким значением коэффициента α. Если же наблюдается медленный рост или небольшие колебания, то целесообразно

использование временного ряда со значением коэффициента α, близким к нулевому. Поскольку усложнение алгоритма подбора и установки α в условиях реализации алгоритма в фоновом режиме недопустимо, должно быть выбрано одно значение этого коэффициента и так, чтобы процесс прогнозирования был сбалансирован с точки зрения достаточности погрешности для решения задачи отслеживания и предотвращения нештатных ситуаций. Общие положения по выбору коэффициента приведены в [4, 6]. На основе предварительного моделирования с учетом указанных в [4, 6] общих положений для контролируемого параметра был выбран коэффициент α, равный 0,35. На рис. 3 представлены результаты моделирования с использованием временного ряда с α = 0,35 в случае различных временных интервалов прогнозирования.

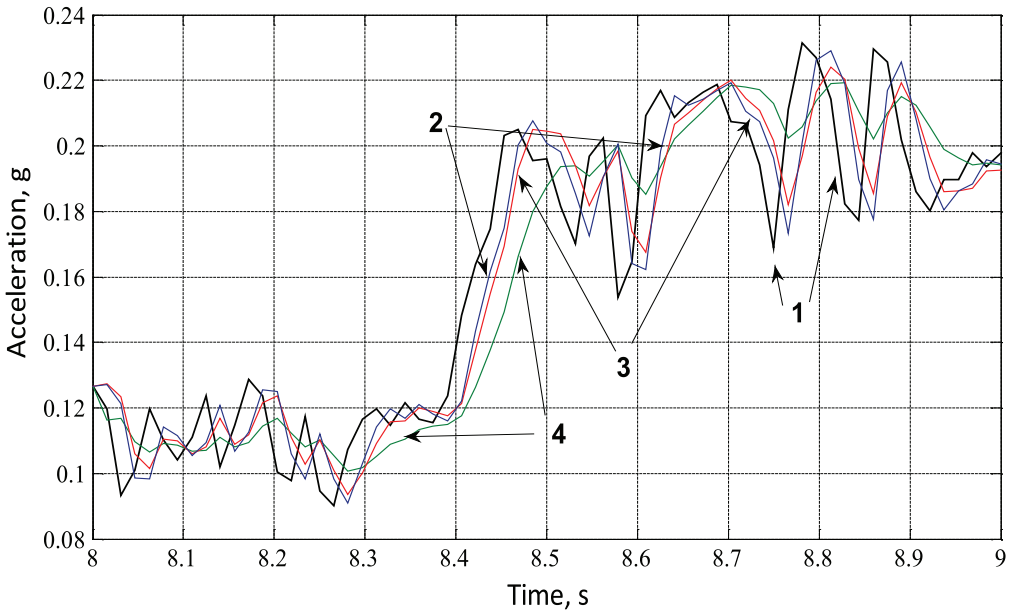


Рис. 1. Прогноз поведения параметра с использованием модели временного ряда: 1 – зависимость параметра от времени; 2 – прогноз при α = 0,55; 3 – прогноз при α = 0,35; 4 – прогноз при α = 0,15

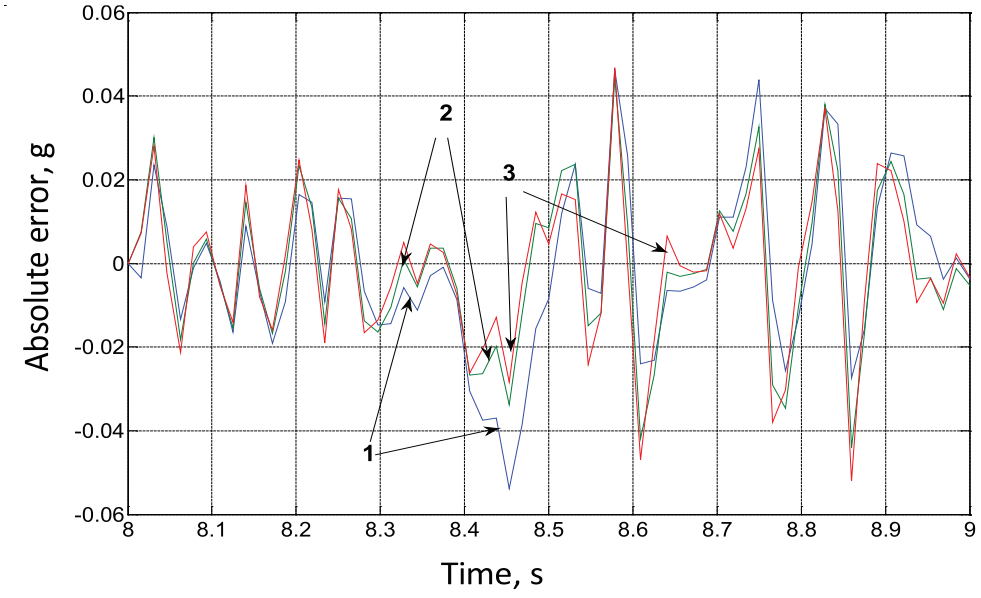


Рис. 2. Погрешность прогнозирования: 1 – α = 0,15; 2 – α = 0,35; 3 – α = 0,55

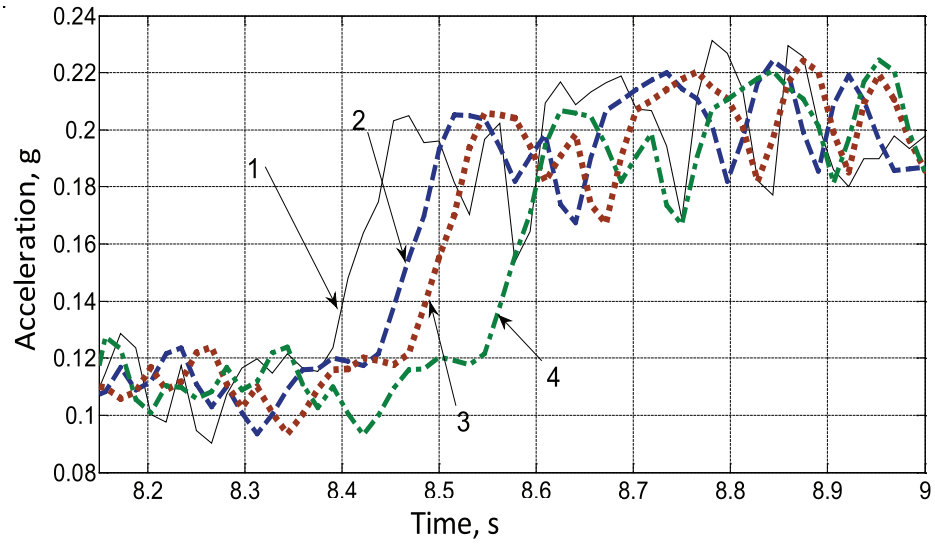


Рис. 3. Прогноз поведения параметра при α = 0,35: 1 – зависимость параметра от времени; 2 – прогноз при τ = 3h; 3 – при τ = 5h; 4 – при τ = 10h

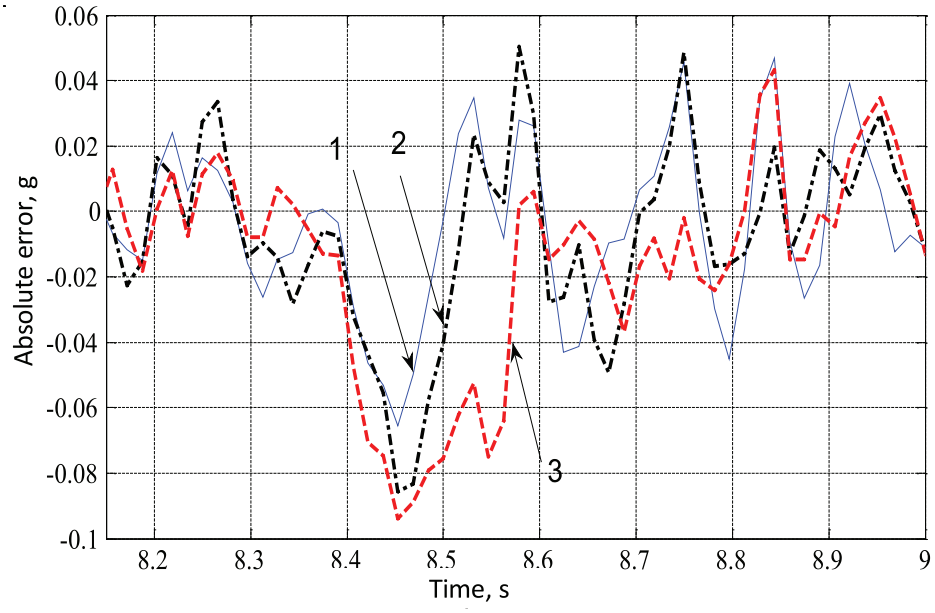


Рис. 4. Погрешность прогнозирования при α = 0,35: 1 – интервал прогнозирования τ = 3h; 2 – интервал прогнозирования τ = 5h; 3 – интервал прогнозирования τ = 10h

Если сравнивать погрешности прогноза для различных интервалов прогнозирования, то наименьшая погрешность соответствует наименьшему из представленных интервалов (рис. 4).

Представленные результаты показывают, что выбранную модель временного ряда целесообразно использовать для краткосрочного прогнозирования параметра, поскольку при больших интервалах прогнозирования, более 5*h*, время запаздывания прогноза в среднем сравнимо с величиной этого интервала. Это существенно увеличивает погрешность прогноза.

Схема реализации процесса прогнозирования

1. На первом этапе с использованием (1) вычисляются значения $\overline{a}_{1,0}$ и $\overline{a}_{2,0}$. Это оценки коэффициентов a_1 и a_2. Определить эти значения можно методом наименьших квадратов, используя в качестве исходных данных значения параметра, снятые с датчика ускорений на начальном этапе моделирования.

2. Начальное значение коэффициента α можно установить в диапазоне [0,1…0,3], как рекомендовано в [7]. Эта величина корректируется в процессе настройки ряда. В качестве исходных данных используются ранее полученные значения параметра. Критерием является снижение погрешности прогнозирования до уровня, приемлемого для конкретного случая применения модели. В процессе настройки следует учитывать, что увеличение α приводит к уменьшению среднего возраста используемой информации и наоборот [4]. Средний возраст информации определяется по соотношению $G = (1-\alpha)/\alpha$. Для краткосрочного прогнозирования необходим баланс влияния более старых по времени и новых данных.

3. На следующем этапе подготовки модели для проведения процесса прогнозирования с учетом соотношений (4) вычисляются значения S_0 и $S_0^{[2]}$. Определяется интервал прогнозирования, например $\tau = h$.

4. Прогнозирование выполняется для каждой временной точки $T \in [t_2, t_3, ..., t_n]$ на интервал прогнозирования τ, т.е. определяется возможное значение параметра в точке $T + \tau$. Для каждой точки T вычисляются экспоненциальные средние S_T и $S_0^{[2]}$ согласно выражению (3). Затем согласно (2) вычисляется прогнозное значение параметра $\tilde{y}(T+\tau)$ в точке $T + \tau$. Следует отметить, что в самом начале моделирования прогнозирующая и прогнозируемая кривые могут сильно отличаться по форме и значениям. Это связано с наличием периода настройки модели. Его длительность напрямую зависит от правильности определения значений $\overline{a}_{1,0}$ и $\overline{a}_{2,0}$. Завершение периода настройки можно определить по факту приближения прогнозирующей кривой к экспериментальной. Далее прогнозирующая кривая в целом повторяет форму экспериментальной с некоторым запаздыванием.

5. Для снижения погрешности прогнозирования возможно использование различных коэффициентов α для участков изменения параметра с разной динамикой. Увеличение коэффициента уменьшает средний возраст информации, используемой для прогнозирования и, следовательно, снижает погрешность прогнозирования для быстро меняющихся участков изменения параметра. Соответственно, для менее динамичных участков изменения параметра коэффициент α целесообразно снизить.

Заключение

В статье рассмотрены особенности процесса прогнозирования параметра сложного объекта с использованием модели временного ряда, основанного на многократном экспоненциальном сглаживании результатов измерения параметра. Проведена качественная оценка влияния коэффициентов настройки временного ряда для решения задачи прогнозирования. Показано, что для устранения или значительного сокращения периода настройки ряда необходимо достаточно точно задать начальные коэффициенты аппроксимации экспериментальной зависимости. Целесообразно использовать для вычислений метод наименьших квадратов.

Предложена схема реализации процесса прогнозирования, разбивающая процесс на этап настройки и этап прогнозирования. Определены схема и правила подбора коэффициента сглаживания временного ряда в зависимости от скорости изменения прогнозируемого параметра. Предложенная модель прогнозирования направлена на ее выполнение в микроконтроллере системы мониторинга объекта в фоновом режиме, без существенного снижения производительности и загрузки.

Полученные результаты могут быть использованы в системах мониторинга и контроля различных объектов и процессов для предупреждения развития нештатных и аварийных ситуаций.

Список литературы

1. Klevtsov S.I. Identification of the State of Technical Objects Based on Analyzing a Limited Set of Parameters // 2016 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2016. – Proceedings. 2016. – P. 749–752.

2. Lihua Sun, Yingjun Guo, Haichao Ran. A New Method of Early Real-Time Fault Diagnosis for Technical Process // Electrical and Control Engineering (ICECE), 2010 International Conference. – Wuhan, China, 2010. – P. 4912–4915.

3. Vovk S.P., Ginis L.A. Modelling and forecasting of transitions between levels of hierarchies in Difficult formalized systems // European Researcher. – 2012. – Vol. (20), № 5–1. – P. 541–545.

4. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

5. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – 197 с.

6. Клевцов С.И. Особенности выбора параметров настройки модели сглаживающего временного ряда для осуществления краткосрочного прогнозирования изменения физической величины // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 5(118). – С. 133–138.

7. Brown R.G. Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series. – Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1963. – 468 p.

УДК 691.32/.334:531.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ КВАЗИСАМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА С МИКРОКРЕМНЕЗЕМОМ

Кононова О.В., Смирнов А.О.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: KononovaOV@volgatech.net, SmirnovAO@volgatech.net

Исследованы особенности формирования прочности квазисамоуплотняющегося бетона с микрокремнеземом. Учитывались следующие условия: содержание цемента в бетоне варьировалось от 150 до 330 кг/м^3, бетон твердел в нормальных условиях, содержание микрокремнезема составляло 2 и 10% от массы цемента, бетон модифицировался добавкой суперпластификатора Glenium® ACE 430 в количестве 1,5% от массы цемента. Осадка конуса контрольного состава бетонной смеси составляла 12±2 см. Контрольные составы бетона не содержали микрокремнезема. Установлено, что повышение содержания добавки микрокремнезема в нормальных условиях твердения в исследуемых пределах в малоцементных составах способствует приросту прочности бетона, а при повышенном содержании цемента постепенно снижает прочность бетона. Модифицирование составов бетона добавкой Glenium® ACE 430 при содержании цемента 330 кг/м^3 делает влияние 10% микрокремнезема на прочность статистистически не значимым в сравнении с контрольными составами. При этом предел прочности при сжатии и кинетика роста прочности бетонов повышаются.

Ключевые слова: квазисамоуплотняющийся бетон, микрокремнезем, суперпластификатор, подвижность, предел прочности при сжатии, кинетика роста прочности

ALMOST SELF-COMPACTING CONCRETE WITH MICROSILICA STRENGTH FORMING INVESTIGATION

Kononova O.V., Smirnov A.O.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: KononovaOV@volgatech.net, SmirnovAO@volgatech.net

The features of almost self-compacting concrete with microsilica strength forming studied. The following conditions were taken into account: cement content in concrete varied from 150 to 330 kg/m^3, concrete was hardened under normal conditions, the content of microsilica was 2 and 10% of cement mass, concrete was modified by adding Glenium® ACE 430 superplasticizer in 1,5% amount of cement. The cone of immobile control concrete mixtures sediment was 12 ± 2 cm. The control concrete compositions did not contain microsilica. It has been established that an increase in the microsilica additive content under normal conditions of hardening within the investigated limits in low-cement compositions contributes to the increase in concrete strength, and with an increased of cement content, gradually reduces the strength of concrete. Modification of concrete compositions with the Glenium® ACE 430 at cement content 330 kg/m^3 additive makes the effect of 10% microsilica on strength statistically insignificant in comparison with the control compositions. In this case, the compressive strength and the concrete strength growth kinetics increase.

Keywords: almost self-compacting concrete, microsilica, superplasticizer, flow ability, compressive strength, kinetics of strength

В последние годы получены и опубликованы данные многих исследователей, показывающие, что сочетание тонкодисперсного наполнителя и суперпластификатора обеспечивает синергический эффект в бетоне, позволяя получать наилучший результат по прочности [1–5]. Большой интерес сегодня как у строителей, так и у исследователей вызывает применение в бетонах отхода производства ферросплавов – микрокремнезема. Положительное влияние микрокремнезема как тонкодисперсной активной минеральной добавки и необходимость его использования в бетоне в сочетании с суперпластификатором описывалось в публикациях уже около 40 лет тому назад [5]. Была выдвинута идея повышения плотности упаковки твердых частиц в свежеуложенном бетоне, которая достигается оптимизацией зернового состава частиц бетонной смеси. K. Loland и O. Cyiorv показали, что частицы микрокремнезема, размер которых составляет 0,5…0,05 мкм, способны заполнять пустоты между частицами цемента и заполнителей. Частицы микрокремнезема создают вокруг себя прочно связанную оболочку воды, что затрудняет миграцию воды к поверхности бетона и, как следствие, снижает расслаиваемость бетонной смеси и усадку бетона [5].

Сегодня наибольшие надежды производителей бетонов связываются с совместным использованием в бетоне суперпластификаторов поликарбоксилатного типа и ультрадисперсных порошковых наполнителей, позволяющих получать особо высокопрочные самоуплотняющиеся составы бетонов. В частности, разработаны порошково-активированные бетоны ново-

го поколения, содержащие повышенное количество суспензионной составляющей из цемента, порошкообразных дисперсных добавок из молотых горных пород и тонкого песка для улучшения разжижаемости их суперпластификаторами. Получены самоуплотняющиеся песчаные бетоны с карбонатным наполнителем с прочностью при сжатии 140–160 МПа [2]. Публикуемые результаты исследований бетонов с использованием микрокремнезема и суперпластификаторов не однозначны, что в определенной степени обусловлено применением разных базовых составов. Совместное использование суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров и микрокремнезема является необходимым, но недостаточным условием формирования способности бетона к самоуплотнению. Способность к самоуплотнению обычно проявляется у бетона при повышенном содержании суперпластификатора (2…3 % от массы цемента) и повышенном содержании микрокремнезема или другого ультрадисперсного наполнителя (10…25 % от массы цемента) в сочетании с рациональным зерновым составом компонентов бетонной смеси [2; 3].

С учетом высоких цен на суперпластификаторы поликарбоксилатного типа и микрокремнезем, стоимость которого в 2…3 раза выше стоимости портландцемента, представляются важными исследования, направленные на дальнейшее совершенствование составов и свойств квазисамоуплотняющихся бетонов, получение которых проще и дешевле.

В этих условиях становится очевидной необходимость исследования влияния микрокремнезема и суперпластификатора на формирование свойств квазисамоуплотняющихся бетонов с различным содержанием цемента при использовании рядовых и доступных материалов, в том числе рядовых цементов и широко распространенных на территории РФ мелкозернистых песков.

Цель исследования состояла в изучении участия микрокремнезема и суперпластификатора поликарбоксилатного типа в формировании прочности и кинетики твердения тяжелого бетона при различном содержании цемента.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены на рядовом портландцементе ЦЕМ I 42,5Н, производства ЗАО «Ульяновскцемент» с удельной поверхностью 353 м^2/кг, который имел следующий минералогический состав: C_3A = 7,2 %, C_3S = 58,0 %, $C_3A + C_4AF$ = 20 %. Изучались составы бетонов с базовой подвижностью П3 и расходом цемента на 1 м^3 150, 180, 210 и 330 кг, твердевшие в нормальных условиях. Для приготовления бетона использовался заполнитель из плотного доломитового щебня, с прочностью по дробимости 1200, при соотношении фракций по массе: 5/10 мм – 40 % и 10/20 мм – 60 %. В качестве мелкого заполнителя применен местный мелкозернистый природный кварцевый песок с модулем крупности 1,9. В качестве активного микронаполнителя использовался микрокремнезем марки МК-85, который вводился в бетонную смесь в сухом виде одновременно с цементом и дополнительно к нему. При этом его количество составляло 2 и 10 % от массы цемента. С учетом ранее проведенных исследований, показывающих, что при повышении содержания суперпластификатора в бетоне может замедляться кинетика набора ранней прочности, в исследованиях был применен суперпластификатор Glenium® ACE 430, обеспечивающий получение бетонных смесей с высокими показателями ранней и конечной прочности [1; 6].

Смеси приготавливались в лабораторном смесителе при общей продолжительности перемешивания 8 минут. Содержание воды подбиралось таким образом, чтобы обеспечить получение равноподвижных смесей с осадкой стандартного конуса КА 12 ± 2 см. Изготовлено две серии бетонов. Первая серия приготавливалась без суперпластификатора. Составы бетонов второй серии содержали суперпластификатор Glenium® ACE 430 в количестве 1,5 % от массы портландцемента. Поликарбоксилатный суперпластификатор Glenium® ACE 430 добавлялся в бетонную смесь с последней третьей частью воды затворения после предварительного перемешивания бетонной смеси в течение 5 минут [6]. Затем смесь дополнительно перемешивалась в течение 3 минут. В каждой серии приготавливались контрольные составы, не содержащие микрокремнезема.

Из бетонных смесей виброуплотнением, в течение 10 с, формовались образцы-кубы размерами 100×100×100 мм. В процессе твердения в нормальных условиях в возрасте 3, 7 и 28 суток на испытательном прессе контролировалась их прочность при сжатии.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 приведены результаты испытания составов бетона, не содержащих суперпластификатора.

В целом проведенный эксперимент выявил следующие особенности в кинетике набора прочности исследованных составов бетона на применяемом цементе.

В возрасте 3 суток составы бетона, содержащие 2 % микрокремнезема, набирают от 45 % проектной (28-суточной) прочности при расходе цемента 150 кг/м^3 до 53 % соответственно при расходе цемента 330 кг/м^3. Составы бетона, содержащие 10 % микрокремнезема, в этом же диапазоне расхода цемента набирают от 47 до 54 % проектной прочности. Таким образом, выявлено, что при постоянном расходе цемента увеличение содержания микрокремнезема от 2 до 10 % не снижает кинетику набора ранней прочности бетона.

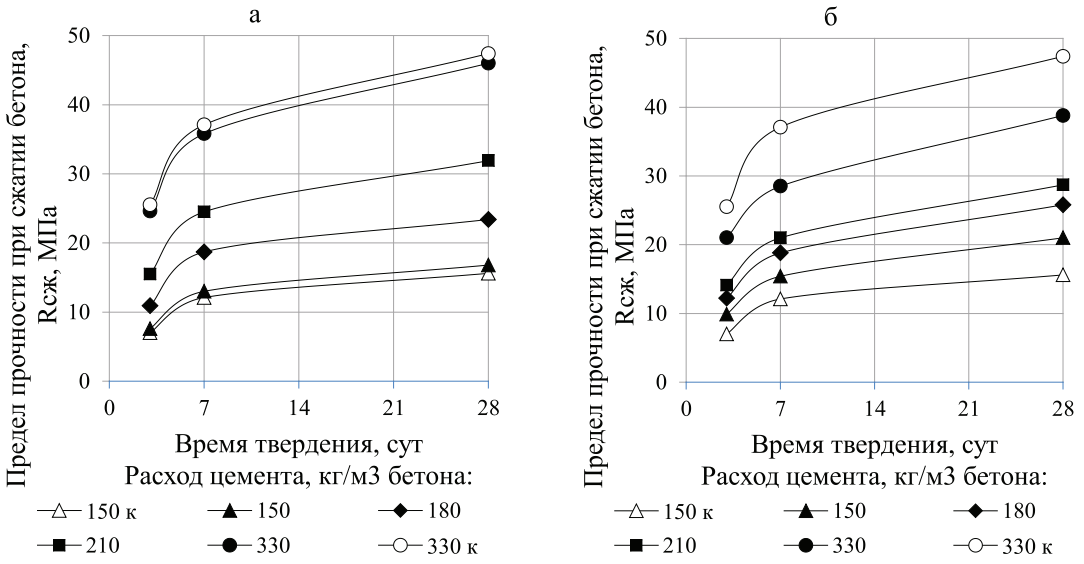


Рис. 1. Влияние содержания микрокремнезема (а – 2%, б – 10% от массы цемента) на кинетику твердения немодифицированного бетона из равноподвижных смесей; к – контрольные составы бетона без микрокремнезема

В возрасте 7 суток твердения составы, содержащие 2% микрокремнезема, набрали 77…79% проектной прочности. Увеличение содержания микрокремнезема от 2 до 10% сопровождается понижением кинетики набора прочности бетонов в среднем от 78 до 73%. Полученный результат может быть объяснен постепенным проявлением химической активности микрокремнезема в период после 7 суток твердения.

В структуре бетона микрокремнезем выполняет две функции – наполнителя и активной минеральной добавки. Это отражается на том, что в малоцементных составах с высокой структурно обусловленной макропористостью, несмотря на рост водоцементного отношения, в условиях соблюдения принципа равноподвижности, при увеличении содержания микрокремнезема от 0 до 10% прочность бетона увеличивается. В частности, в возрасте 3 суток прочность контрольного состава бетона, не содержащего микрокремнезем, при расходе цемента 150 кг/м^3 возросла у состава с расходом микрокремнезема 2% с 7,0 МПа до 7,6 МПа, и до 9,9 МПа у состава, с расходом микрокремнезема 10% от массы цемента. Прочность бетона контрольного состава в возрасте 28 суток с 15,6 МПа за счет введения 2% микрокремнезема повысилась до 16,8 МПа, а добавка микрокремнезема в количестве 10% от массы цемента привела к увеличению прочности состава до 21 МПа, то есть на 34%.

Увеличение содержания цемента в немодифицированном бетоне снижает положительное влияние микрокремнезема как уплотнителя структуры. При расходе цемента 210 кг/м^3 наполняющий эффект становится менее заметным. Это объясняется уменьшением объема структурно обусловленной макропористости бетона и разуплотняющим действием микрокремнезема в силу его высокой водопотребности и склонности к агрегатированию.

Анализ результатов исследования показал, что повышение содержания микрокремнезема в бетоне с расходом цемента 330 кг/м^3 приводит к снижению прочности немодифицированных составов бетона. В возрасте 28 суток прочность бетона при введении 2% микрокремнезема в сравнении с контрольным составом понизилась с 47,4 до 46,0%, а при добавлении 10% микрокремнезема, соответственно, до 38,8 МПа. Таким образом, снижение прочности при увеличении содержания микрокремнезема в исследованном диапазоне достигает 18%.

На рис. 2 приведены результаты изучения кинетики твердения цементных бетонов, с добавкой Glenium® ACE 430 в количестве 1,5% от массы цемента.

Исследованные составы при осадке конуса 12 см приобретают способность к качественному уплотнению при кратковременном виброуплотнении в течение 5 с. В возрасте 3 суток составы квазисамоуплотняющегося бетона с расходом цемента

150…210 кг/м^3, содержащие 2…10 % микрокремнезема и до 1,5 % суперпластификатора Glenium® ACE 430, набирают 50…53 % 28-суточной прочности. В возрасте 7 суток твердения эти модифицированные составы бетона набирают 76…77 % проектной прочности. Приведенные результаты означают, что эффект ускорения твердения бетона в ранние сроки твердения при низких расходах цемента 150…210 кг/м^3 под влиянием суперпластификатора Glenium® ACE 430 практически не проявляется.

При расходе цемента 330 кг/м^3 составы квазисамоуплотняющегося бетона, содержащие 2...10 % микрокремнезема, за первые трое суток твердения набирают 67…68 % проектной прочности. В возрасте 7 суток модифицированные составы набирают 81…82 % конечной прочности. Таким образом, очевидно, что эффективность влияния добавки Glenium® ACE 430 на повышение кинетики набора ранней прочности взаимосвязана с ростом концентрации цемента в бетоне.

Сопоставление прочности квазисамоуплотняющихся составов при постоянном расходе цемента показало, что эффективность введения микрокремнезема в бетон также зависит от содержания цемента в бетоне.

В малоцементных составах с расходом цемента 150…210 кг/м^3 введение микрокремнезема однозначно повышает прочность. Наибольший эффект получен при расходе цемента 150 кг/м^3. В сравнении с контрольным составом с проектной прочностью 18,0 МПа за счет введения 2 % микрокремнезема прочность повысилась до 19,2 МПа, а при увеличении содержания микрокремнезема до 10 % от массы цемента прочность повысилась до 22,2 МПа, что составляет 23,3 %. Суммарное влияние применения 10 % микрокремнезема и 1,5 % суперпластификатора Glenium® ACE 430 выражается в приросте прочности бетона с 15,6 МПа до 22,2 МПа, что составляет 42 %.

При расходе цемента 330 кг в квазисамоуплотняющемся бетоне с суперпластификатором Glenium® ACE 430 увеличение содержания микрокремнезема от 0 до 10 % от массы цемента приводит к постепенному понижению прочности бетона с 71 МПа до 67,5 МПа, то есть составляет 4,9 %, что практически, при доверительной вероятности 95 %, можно признать статистически не значимым. В итоге применение 1,5 % суперпластификатора Glenium® ACE 430 и 10 % микрокремнезема в сравнении с контрольным немодифицированным бетоном также обеспечивает повышение прочности бетона на 42 %. Удельный расход цемента на единицу прочности в этом квазисамоуплотняющемся бетоне составляет 4,89 кг/МПа.

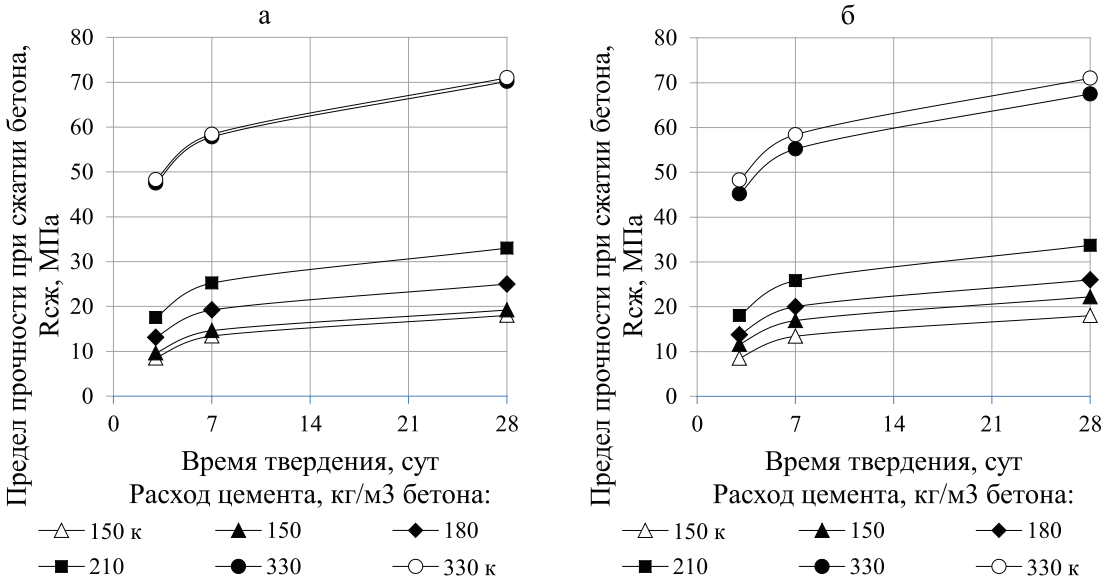


Рис. 2. Влияние содержания микрокремнезема (а – 2 %, б – 10 % от массы цемента) на кинетику твердения квазисамоуплотняющегося бетона модифицированного добавкой суперпластификатора Glenium® ACE 430; к – контрольные составы бетона без микрокремнезема

Влияние добавок суперпластификатора Glenium® ACE 430 и микрокремнезема на свойства бетона

№ состава	Расход цемента, кг/м³	Содержание добавок, % от массы цемента		Средняя плотность бетона, кг/м³	В/Ц
		микрокремнезем	Glenium® ACE 430		
1	330	0	0	2360	0,51
2	330	0	1,5	2460	0,40
3	330	10	0	2350	0,60
4	330	10	1,5	2425	0,45
5	210	0	0	2330	0,80
6	210	0	1,5	2385	0,68
7	210	10	0	2340	0,86
8	210	10	1,5	2400	0,71

В таблице приведены результаты исследования влияния добавок микрокремнезема и суперпластификатора Glenium® ACE 430 на формирование водоцементного отношения (В/Ц) и среднюю плотность бетона в сухом состоянии при различном содержании цемента.

Анализ формирования средней плотности бетона в сухом состоянии показывает, что она в значительной степени отражает установленные особенности формирования прочности исследованных составов. При расходе цемента 210 кг наибольшую среднюю плотность в сухом состоянии имеет состав № 8 с добавкой микрокремнезема 10% и 1,5% суперпластификатора Glenium® ACE 430. При расходе цемента 330 кг/м³ наибольшая средняя плотность была получена у состава № 2 с добавкой суперпластификатора. Состав бетона № 2 обеспечил наименьшее водоцементное отношение.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Влияние добавок микрокремнезема и суперпластификатора Glenium® ACE 430 на прочность тяжелого бетона и кинетику его твердения зависит от содержания цемента в бетоне.

2. Установлено, что повышение содержания добавки микрокремнезема до 10% от массы цемента в нормальных условиях твердения в исследуемых пределах при содержании цемента 150 кг/м³ способствует приросту прочности бетона на 23% за счет уплотнения его структуры. Общий эффект от применения 10% микрокремнезема и 1,5% суперпластификатора Glenium® ACE 430 выражается в повышении прочности бетона на 42%.

3. При содержании цемента 330 кг/м³ повышение содержания микрокремнезема от 0 до 10% постепенно снижает прочность бетона на 18%. Модифицирование этого состава бетона добавкой Glenium® ACE 430 в количестве 1,5% от массы делает влияние 10% микрокремнезема на прочность статистистически не значимым в сравнении с контрольным составом без микрокремнезема. В сравнении с контрольным немодифицированным составом прочность бетона также повысилась на 42%. Удельный расход цемента на единицу прочности в этом квазисамоуплотняющемся бетоне составляет 4,89 кг/МПа.

4. Отмечено повышение кинетики набора ранней прочности квазисамоуплотняющихся бетонов с добавкой Glenium® ACE 430 у составов с повышенным содержанием цемента.

Список литературы

1. Гамалий Е.А. Структура и свойства цементного камня с добавками микрокремнезема и поликарбоксилатного пластификатора / Е.А. Гамалий, Б.Я. Трофимов, Л.Я. Крамар // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. – 2009. – № 16. – С. 29–35.

2. Дрянин Р.А. Влияние содержания микрокремнезема на повышение прочности реакционно-порошковых бетонов / Р.А. Дрянин, Г.П. Сехпосян, С.В. Ананьев, В.И. Калашников // Молодой ученый. – 2014. – № 13. – С. 44–47.

3. Калашников В.И. Суспензионно-наполненные бетонные смеси для порошково-активированных бетонов нового поколения / В.И. Калашников, В.Т. Ерофеев, О.В. Тараканов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2016. – № 4. – С. 30–37.

4. Фомина Н.Н. Исследование влияния комплексной добавки суперпластификатора и микрокремнезема на свойства цементных композитов / Н.Н. Фомина, И.С. Алексеенко, Д.С. Царапкин // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2016. – № 1(15). – С. 54–59.

5. Loland K., Cyiorv O. Silikabetong. Nordisk betong, 1981. – Vol. 6. – P. 5–10.

6. Glenium® ACE 430 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tdpragmatica.ru/assets/glenium-ase-430.pdf (дата обращения: 10.07.2017).

УДК 658.5.012.7

ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

Крыгина Е.Г., Клейменова Н.Л., Орловцева О.А., Назина Л.И.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, e-mail: el.krygina@gmail.com

Одним из основных принципов современного управления качеством является признание важной роли потребителя в деятельности организации. Для достижения целей в области качества каждая организация должна выстраивать цепочку взаимодействия между потребителями и производителями. Информация о том, насколько обеспечена удовлетворенность потребителей, позволяет определить направления совершенствования деятельности организации, которые могут привести к улучшению результатов в области качества. Успешная деятельность организации возможна в том случае, если в организации проводится серьезная работа по определению потребностей потребителей и изучению степени их удовлетворенности. Для получения достоверной информации об удовлетворенности потребителей организация может использовать различные методы получения информации, сбора и анализа данных. В статье рассмотрено применение метода анкетирования потребителей с целью выявления причин, вызвавших неудовлетворенность продукцией, с последующей обработкой этих данных с помощью статистических методов для выявления сходных групп проблем и их комплексного решения.

Ключевые слова: качество, удовлетворенность потребителя, применение метода анкетирования, корректирующие действия

ASSESSMENT OF SATISFACTION OF CONSUMERS FOR EXAMPLE ON THE STOP VALVES

Krygina E.G., Kleymenova N.L., Orlovtseva O.A., Nazina L.I.

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: el.krygina@gmail.com

One of the main principles of modern quality management is the recognition of the important role of the consumer in the activities of the organization. To achieve quality objectives, each organization must build a chain of interaction between consumers and producers. Information on how satisfied consumers are, allows you to determine the direction of improvement of the organization, which can lead to better results in the field of quality. Successful activity of the organization is possible if the organization carries out serious work to determine the needs of consumers and study the degree of their satisfaction. To obtain reliable information about customer satisfaction, an organization can use various methods of obtaining information, collecting and analyzing data. The article considers the application of the method of questioning consumers in order to identify the causes that have caused dissatisfaction with the products and the subsequent processing of these data using statistical methods to identify similar groups of problems and their integrated solutions.

Keywords: quality, customer satisfaction, using of the method of questioning, corrective action

В настоящее время одним из важных элементов успеха организации является обеспечение удовлетворенности потребителей организацией и ее продукцией, что обусловливает необходимость осуществления мониторинга и измерения степени удовлетворенности потребителей.

Информация, полученная в результате мониторинга потребностей потребителей, способствует выявлению возможных путей совершенствования продукции, определения ее характеристик, важных для потребителей, технологических процессов ее получения и может служить целям организации в области качества. Все выявленные усовершенствования будут способствовать обеспечению доверия потребителей и могут привести к экономическим и прочим выгодам [1].

При производстве запорной арматуры для повышения надежности и долговечности изделий особое значение приобретает выбор конструкционных материалов, из которых изготавливаются узлы и детали [2]. Для достижения высокой коррозионной стойкости в некоторых странах для изготовления всех составных частей оборудования используются нержавеющие стали, несмотря на огромные затраты. В России, как правило, из коррозионно-стойкой стали изготавливают лишь те узлы и детали, которые в основном подвержены коррозии. А основное оборудование изготавливают из углеродистой стали. Из-за высокой стоимости нержавеющей стали изготовление из нее аппарата целиком экономически невыгодно. Для удешевления конструкции используются различные методы, например детали изготавливают из углеродистой стали с припуском на коррозию. Другим методом является применение биметал-

лов. Однако данные методы имеют свои ограничения. Припуск на коррозию увеличивает массу оборудования, а также затраты на транспортировку и монтаж. Использование биметаллических конструкций приводит к усложнению процесса сборки, особенно при выполнении сварных соединений [3].

Удовлетворенность потребителей можно оценить путем сравнения их ожиданий и восприятием потребителей продукции, поставляемой организацией.

С целью измерения удовлетворенности потребителей необходимо сначала понять, каковы ожидания потребителей от данного вида продукции. Такие ожидания могут быть явными, скрытыми или не полностью сформулированными. При планировании выпуска новых видов продукции, постановки ее на производство организация прогнозирует ожидания. Степень, с которой поставляемая продукция будет удовлетворять или превосходить ожидания потребителей, и определяет удовлетворенность.

При этом большое значение имеет понимание различия между мнением организации о качестве поставляемой продукции и восприятием потребителями данной продукции, поскольку именно оно предопределяет удовлетворенность потребителей.

Актуальность исследования удовлетворенности потребителей запорной арматуры заключается в том, что полученные результаты позволяют не только определить конкурентоспособность данной продукции, но и выявить факторы, оказывающие влияние на ее рост. Возможность эффективного управления конкурентоспособностью является важным для формирования этапов системы менеджмента качества. Организация должна поддерживать процессы регулярного мониторинга и измерения периодически изменяющейся удовлетворенности потребителей [4].

Материалы и методы исследования

В общем виде порядок выполнения работ по мониторингу удовлетворенности потребителей при производстве запорной арматуры на ООО НПО «Нефтегаздеталь» представлен в виде блок-схемы (рис. 1).

В процессе эксплуатации поставленной продукции проводится изучение мнения потребителя о соответствии продукции установленным требованиям. Один раз в полугодие определяется степень удовлетворенности потребителей. С этой целью происходит рассылка потребителям по электронной почте или по факсу бланков анкет. Информация, полученная из заполненных потребителями анкет, обрабатывается по мере поступления с построением линии динамики изменения степени удовлетворенности на основании методики ее расчета, описанной в работе [3].

Один раз в полугодие формируется «Отчёт по оценке степени удовлетворенности потребителей» в форме текстового документа, содержащего следующие разделы:

– анализ поступивших жалоб, претензий, рекламаций от потребителей;

– анализ проработки поступивших заявок и исполнения заключенных договоров (контрактов) на поставку;

– оценка изменения объема продаж в сравнении с прошлым периодом в сопоставимых ценах;

– результаты аудита второй и третьей сторонами;

– анализ других данных, полученных из анкет и переписки с потребителями (оценка потребителями, пожелания, сравнения качества продукции с конкурентами, основные источники получения информации о продукции предприятия, наиболее важные для потребителей критерии при выборе поставщиков и др.);

– анализ удовлетворенности потребителей, в том числе балльная и процентная оценка удовлетворенности потребителей.

Анализ данного вида деятельности предприятия показывает, что по результатам оценки принимается решение о необходимости корректирующих и предупреждающих действий. Отчет по оценке степени удовлетворенности потребителей является записью и используется как входные данные для анализа со стороны руководства. Корректирующие действия распространяются на виды продукции, серии и партии запорной арматуры в качестве предупреждающих действий. Оценка результативности и достаточности внедренных мероприятий осуществляется при повторной плановой оценке уровня удовлетворенности потребителей [5, 6].

Цель настоящего исследования – оценить удовлетворенность потребителей при производстве запорной арматуры.

Результаты исследования и их обсуждение

Спецификой работы предприятия ООО НПО «Нефтегаздеталь» является почти постоянное и неизменное число потребителей. После проведенного анализа результатов измерения удовлетворенности потребителей за 2015 г. можно сказать, что среди основных видов претензий (рис. 2), предъявляемых предприятиями-потребителями к запорной арматуре, были выявлены следующие группы:

– претензии к внешнему виду изделий, непосредственно влияющему на процесс эксплуатации;

– претензии к составным частям;

– претензии к качеству упаковки;

– претензии к сопроводительной документации, маркировке;

– претензии к комплекту запасных частей.

Основную долю несоответствий составили претензии к внешнему виду и составным частям, которые подробнее представлены на рис. 3, 4.

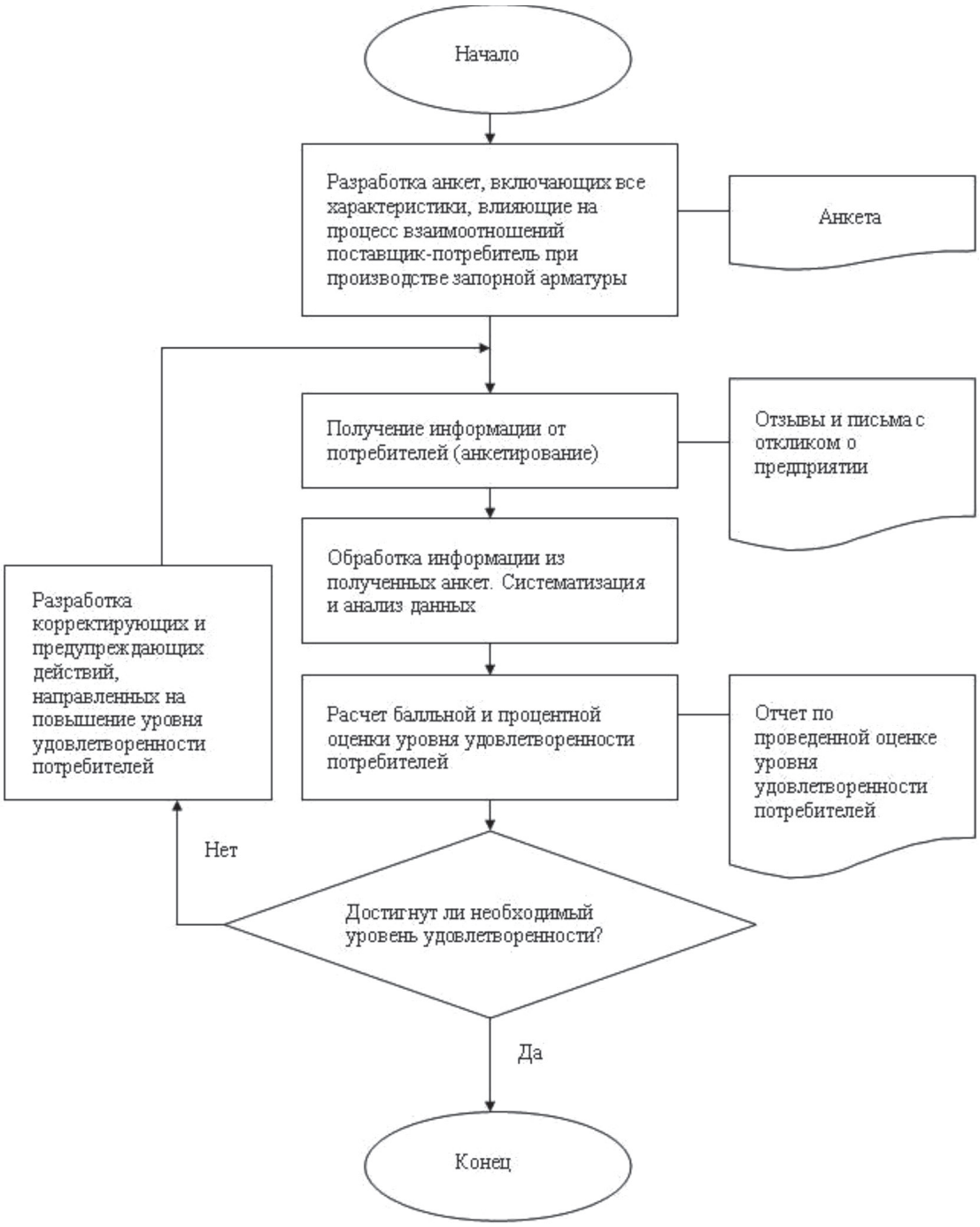


Рис. 1. Порядок выполнения работ по мониторингу удовлетворенности потребителей

Из представленных рисунков можно сделать вывод, что наибольшее число претензий вызвали наличие и размер пор на необрабатываемых участках, дефекты антикоррозионного покрытия, течи при эксплуатации по соединению «шибер-седло» и течи при эксплуатации по уплотнительным пакетам. После обработки мнений потребителей с помощью статистических методов были проведены следующие корректирующие действия:

1) для уменьшения и устранения пор на необрабатываемых участках был перезаключен договор с другой организацией на проведение пескоструйной обработки поверхностей;

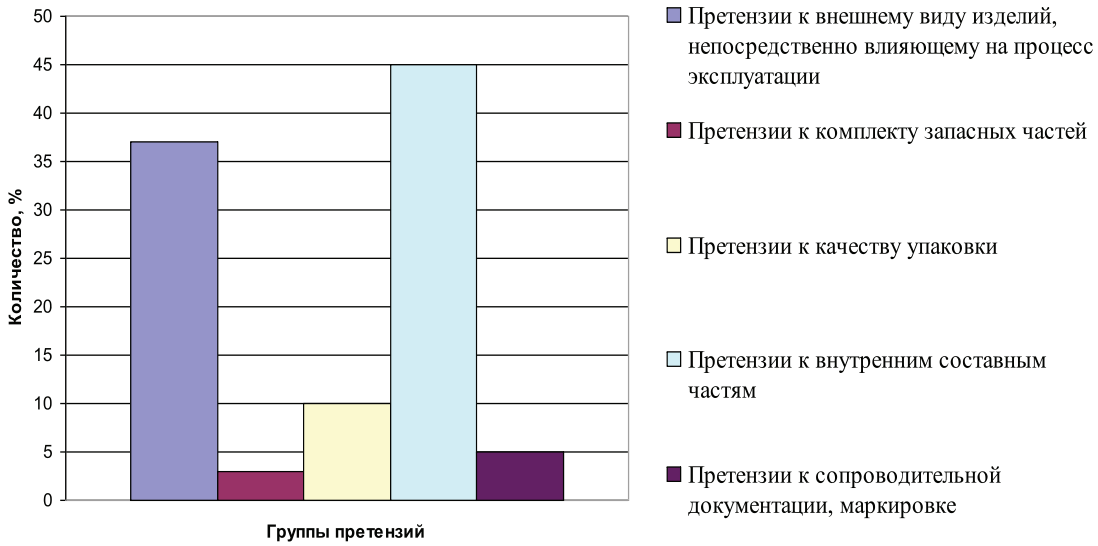


Рис. 2. Диаграмма распределения по количеству претензий

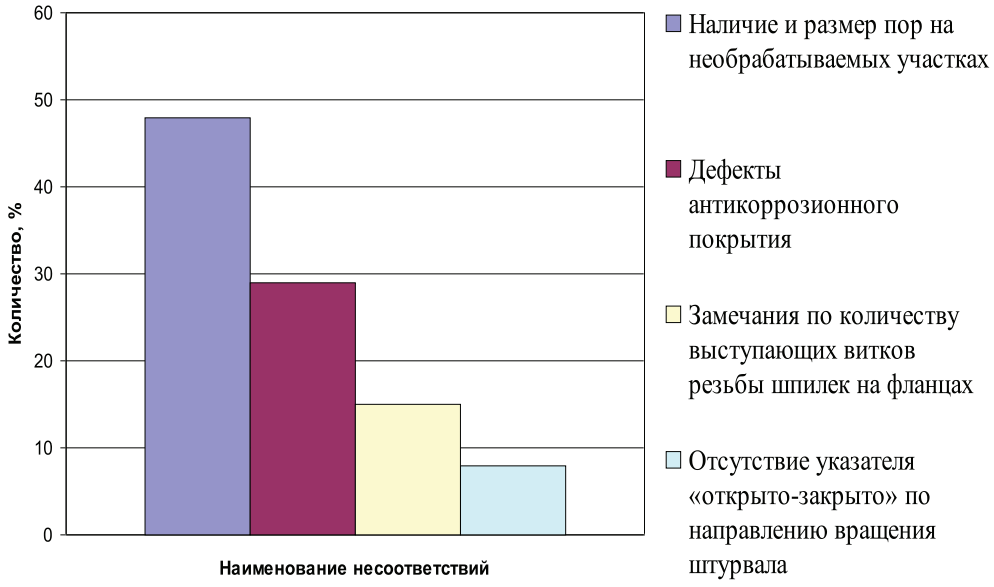


Рис. 3. Претензии к внешнему виду запорной арматуры

2) для улучшения антикоррозионного покрытия ввели использование покрытий на основе однокомпонентного полиуретана, отвердевающих при взаимодействии с атмосферной влагой, со сроком службы не менее 15–20 лет «Стилпейнт ГмбХ» (Steelpaint GmbH);

3) для корректировки замечаний по количеству витков резьбы шпилек на фланцах и отсутствию указателей «открыто – закрыто» на штурвалах внесли изменение в конструкторскую и технологическую документацию;

4) для устранений течей при эксплуатации по соединению «шибер-седло» и повышения коррозионной стойкости модернизировали процесс наплавки с использованием проволоки INCONEL alloy 625 UNS N06625 сплав никель-хром с добавлением ниобия, который в сочетании с молибденом обеспечивает повышенную прочность без дополнительной термической обработки;

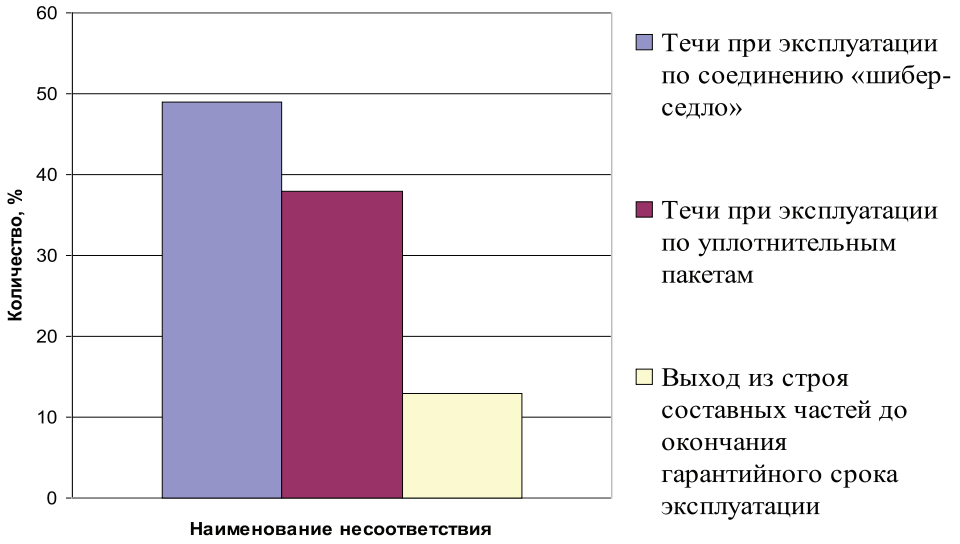


Рис. 4. Претензии к составным частям запорной арматуры

5) для устранения течей при эксплуатации по уплотнительным пакетам перешли на использование уплотнений из термопластов и эластомеров, заменив ими фторопластовые уплотнения.

Список литературы

1. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебное пособие / М.М. Кане, Б.В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе. – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.

2. Казанцев М.Н. Пути повышения надежности запорной арматуры для магистральных трубопроводов (на примере задвижек шиберных) / М.Н. Казанцев, И.А. Флегнтов, А.Н. Петелин // Нефтегазовое дело. – 2016. – № 4, Т. 14. – С. 75–81.

3. Крыгина Е.Г. Измерение и мониторинг удовлетворенности потребителей на ООО НПО «Нефтегаздеталь» при производстве запорной арматуры // Международный студенческий научный вестник. –2016. – № 3–1. – С. 134–135.

4. Адлер Ю.П., Турко С.В. Хороший потребитель – довольный потребитель, или что приходит в голову, когда говорят про удовлетворенность и лояльность. – М.: Стандарты и качество, 2006. – 43 с.

5. Романцова Е.В. Необходимость проведения исследований удовлетворенности потребителей / Е.В. Романцова, М.В. Шендо // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 4. – С. 107–113.

6. Скульдицкая З.М. Составляющие качества: качество и удовлетворенность потребителя // Региональные аспекты экономики, управления и права в современном обществе: межвузовский региональный сборник статей. – Йошкар-Ола, 2013. – С. 148–154.

УДК 658.523/.5.011

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДХОДА

Лелюхин В.Е., Колесникова О.В.

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: miis@mail.ru

В статье рассмотрен разработанный авторами функциональный подход к построению модели управления предприятием. Подход основан на отечественном и зарубежном опыте процессного подхода. Формирование модели выполняется посредством разработки функций преобразования потоков и затем объединения этих функций в единую модель с учетом взаимосвязей и взаимодействия потоков. Авторы предлагают различать материальные, информационные и финансовые потоки и функции их преобразования. В представленной работе описаны виды функций и возможные преобразования потоков. Разработана принципиальная схема производственного цикла машиностроительного предприятия, описаны потоки, функции, их преобразования и взаимосвязи потоков и функций. Предлагаемый подход позволяет разработать эффективную модель управления предприятием, учитывающую не только функциональные особенности предприятий, но и взаимодействие функций и потоков.

Ключевые слова: машиностроение, управление предприятием, функциональная модель, бизнес-процесс

CREATING AN ENTERPRISE MANAGEMENT MODEL BASED ON THE FUNCTIONAL APPROACH

Lelyukhin V.E., Kolesnikova O.V.

Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: miis@mail.ru

The article considers the functional approach developed by the authors to create an enterprise management model. The approach is based on the domestic and foreign experience of the process approach. Modeling is performed by developing streams transformation functions. Then the functions are combined into a common model, taking into account the relationships and interaction of the flows. В этой статье авторы описывают типы функций и возможные преобразования потоков. A schematic diagram of the production cycle of a machine building enterprise is developed, flows, functions, their transformations and interrelationships of flows and functions are described. The proposed approach allows developing an effective model of enterprise management. The constructed model takes into account not only the functional features of enterprises, but also the interaction of functions and flows.

Keywords: engineering, enterprise management, functional model, business process

Работа любого предприятия заключается в организации протекания неких процессов, которые приводят к желаемому и заведомо прогнозируемому результату. В машиностроительном производстве таким результатом являются выполняемые работы или выпускаемые предприятием изделия.

В настоящее время большую популярность приобрел процессно-ориентированный подход к управлению предприятием [1, 2]. Данный подход предполагает рассмотрение деятельности предприятия как выполнение взаимосвязанных бизнес-процессов, ориентированных на получение конечного результата (выпуск продукции). В английской нотации широко распространен термин WorkFlow, который зачастую интерпретируется как «поток работ» [2].

Несмотря на то, что в некоторых публикациях процессный подход противопоставляется функциональному подходу [2] на самом деле именно организация детальной проработки функций для каждого бизнес-процесса, а также организация взаимодействия между собой этих бизнес-процессов составляет суть модели эффективного управления предприятием. Кроме того, процессные диаграммы (WorkFlow) представляют собой последовательность работ, иначе говоря, функций, связанных между собой различными потоками: информационными, материальными, финансовыми.

На основе анализа существующих отечественных и зарубежных разработок в области управления предприятиями авторами предлагается функциональный подход к построению модели управления, базирующийся на описании циркулирующих на предприятии потоков и формализации функций их преобразования.

Функции преобразования потоков

Описание протекания процессов, сопровождающих выпуск продукции, можно осуществить на основе схемы преобразования материальных, финансовых и информационных потоков.

Исходя из того, что рассматриваемые функции представляют собой законы преобразования трех видов потоков, можно определить конечное число типовых функций.

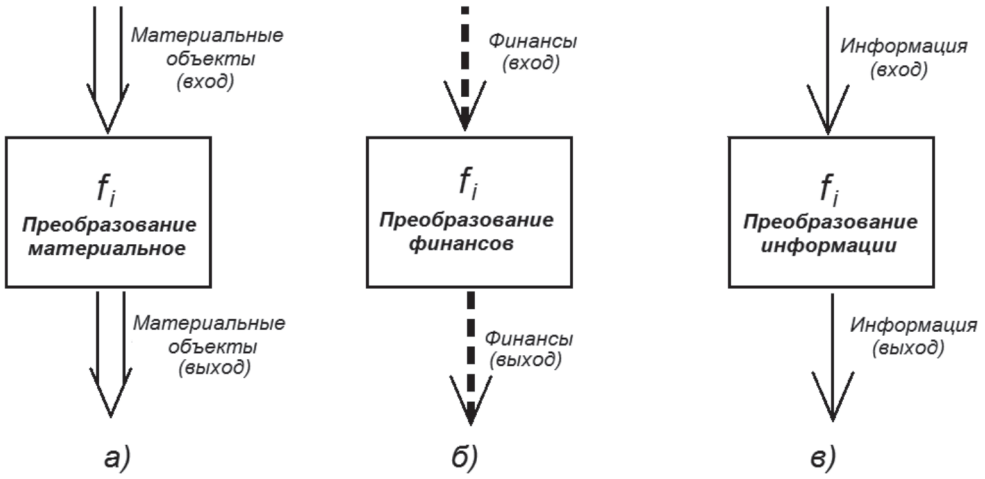


Рис. 1. Представление функций преобразования потоков одной природы

В отличие от стандартов IDEF [3] в статье предлагается обозначать материальные, информационные и финансовые потоки различными линиями, при этом входящий и выходящий потоки определяются направлением стрелок [4].

На рис. 1 показаны функции преобразования потоков. Здесь и далее на рисунках материальные потоки обозначены двойной стрелкой ⟹ (рис. 1, а); финансовые – пунктирной утолщенной стрелкой ▬ ▬ ➧ (рис. 1, б); информационные – сплошной тонкой стрелкой ⟶ (рис. 1, в). Приведенные функции отражают законы преобразования одного из рассматриваемых видов потока, т.е. в результате преобразования природа потока остается неизменной.

Примерами могут служить: изменение геометрии листового металла в процессе вытяжки или гибки (при этом сам металл не поменял свою материальную природу), смена валюты в соответствии с текущим курсом (позволяет преобразовать финансовый рублевый поток в долларовый), или информационный поток в виде последовательности значений аргумента может быть преобразован в последовательность значений функции [4].

В реальной жизни благодаря возникновению товарно-денежных отношений существуют процедуры, позволяющие преобразовывать потоки одного вида (природы) в другие, которые, по сути, представляют собой функцию обмена материальных объектов на другие, например финансовые или информационные, и наоборот [5, 4]. Если быть более корректным, то можно сказать что фактически указанные потоки «меняют» так называемого «собственника». В качестве примеров можно привести обмен товара на деньги и наоборот, продажу информации и обмен материальных объектов на сведения.

Тогда к трем функциям преобразования потоков (рис. 1) можно добавить еще шесть функций смены потоков (обмена), которые изображены на рис. 2.

В результате выполнения представленных на рис. 2 функций все потоки остаются в исходных состояниях. Изменения происходят только в направлениях транспортировки материальных, информационных и финансовых объектов, а также меняются маркеры, обозначающие виртуальную принадлежность потока некоторому юридически узаконенному «собственнику».

Схема преобразования потоков на предприятии

В соответствии с логикой организации для устоявшегося производства можно сформировать следующую замкнутую цепочку (рис. 3). Здесь черным цветом обозначены потоки внутри производства, а серым – входящие и выходящие потоки за пределами производственного цикла.

Производственный цикл (рис. 3) включает в себя функции двух видов: функции преобразования потоков и функции смены (замещения) потоков. К функциям, преобразующим потоки (материальные и финансовые), относятся функции f_1 – функция производства и f_3 – функция распределения финансов, а к функциям смены потоков относятся функции f_2 – функция реализации продукции (продажи) и f_4 – функция материально-технического обеспечения (покупки).

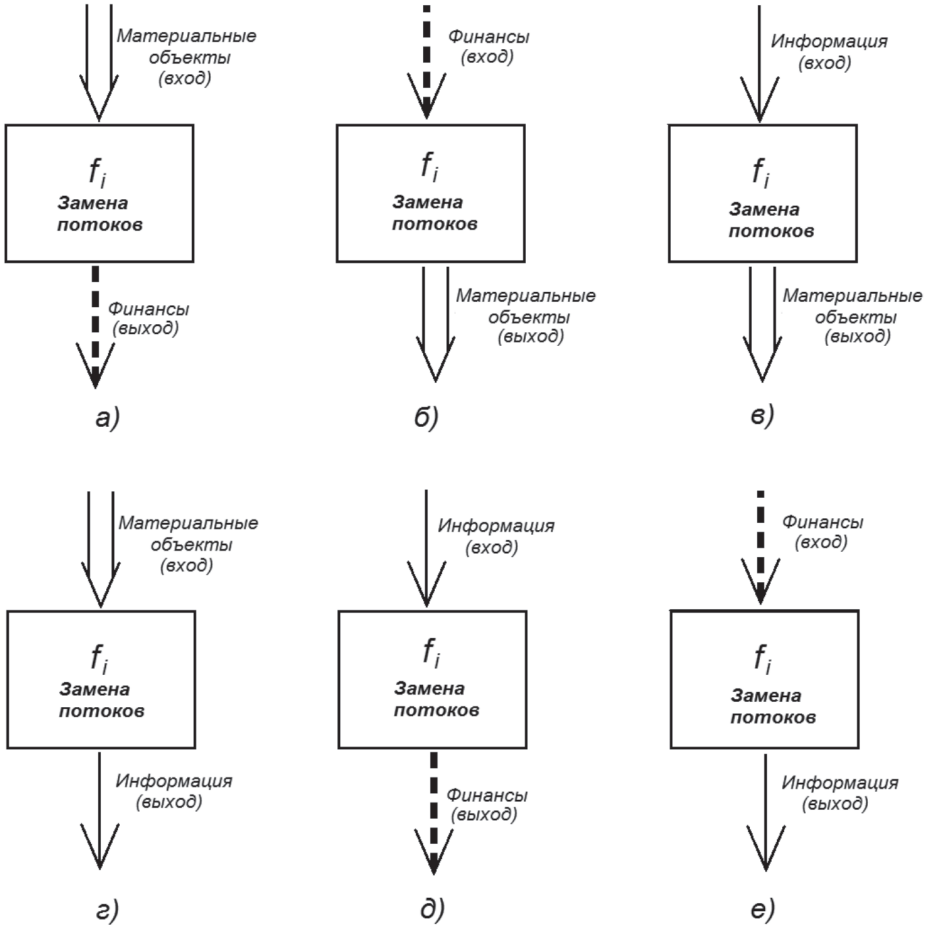


Рис. 2. Представление функций смены потоков

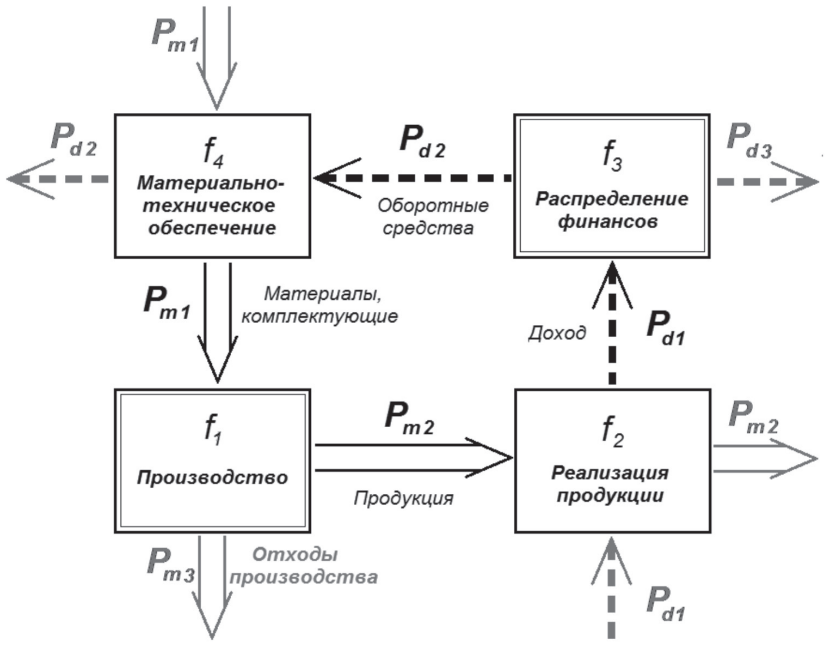


Рис. 3. Принципиальная схема производственного цикла

Если рассматривать собственно производственный цикл, абстрагируясь от внешних потоков, то можно с некоторой долей условности постулировать, что все функции, изображенные на рис. 3, преобразуют входящие потоки в выходящие.

Тогда функция f_1 выполняет преобразование потока Pm_1 в Pm_2, что запишется как $f_1{:}Pm_1 \rightarrow Pm_2$. Далее в результате реализации функции f_2 некоторая часть произведенной продукции будет продана, и за нее будет получено финансовое вознаграждение: $f_2{:}Pm_2 \rightarrow Pd_1$, т.е. материальный поток Pm_2 преобразуется в финансовый Pd_1. Выполнение функции f_3 предполагает выделение некоторой части финансового вознаграждения на приобретение сырья и материалов, происходит преобразование финансового потока Pd_1 в Pd_2: $f_3{:}Pd_1 \rightarrow Pd_2$. Функция f_4 в процессе закупки сырья и материалов преобразует финансовый поток Pd_2 в материальный $Pm_1{:}\, f_4{:}Pd_2 \rightarrow Pm_1$.

Подход к построению модели управления предприятием

Для формального описания функций (законов) преобразования потоков необходимо определить факторное пространство и условия их существования. Например, при выполнении функции f_2 требуется конкретному заказчику передать определенную продукцию, в нужном количестве и в заданные сроки. Только при выполнении этих условий материальный поток в виде продукции может быть преобразован в поток финансового вознаграждения.

Обозначим Z множество заказов, содержащих перечень номенклатурных позиций продукции и их количество, $T^{р}$ множество моментов времени реализации продукции, соответствующее множеству заказов, тогда функциональная зависимость, описывающая реализацию продукции, может быть представлена в следующем виде:

$$f_2(Pm_2, Z, T^{р}) = Pd_1. \qquad (1)$$

Аналогично можно представить функцию f_3, которая для своей реализации требует наличия множества счетов (обозначим C) и множество моментов времени выделения финансовых средств (обозначим $T^{ф}$).

$$f_3(Pd_1, C, T^{ф}) = Pd_2. \qquad (2)$$

Для выполнения функции f_4 необходимо определить множество материалов, которые требуется закупить (M), и множество моментов времени закупки ($T^{м}$).

$$f_4(Pd_2, M, T^{м}) = Pm_1. \qquad (3)$$

Выполнение функции f_1 сопряжено с более сложными процессами. Так, для изготовления изделия необходимо знать его состав и структуру. Обозначим множество деталесборочных единиц D, тогда множество деталь-сборочных единиц (ДСЕ), составляющих i-тое изделие, является подмножеством множества всех изготавливаемых ДСЕ: $D_i \subset D$. Множество изготавливаемых на предприятии изделий обозначим S, при этом каждое изделие включает в себя множество ДСЕ: $D_i \subset S_i$. Множество ДСЕ имеет определенную структуру взаимосвязей между элементами. Эта структура может быть представлена в виде графа дерева или матрицы смежности. В состав изделия могут входить как изготавливаемые на предприятии ДСЕ, так и не изготавливаемые (покупные). Таким образом, состав изделия можно представить в виде объединения двух множеств: изготавливаемых ДСЕ ($S^{и}$) и покупных ($S^{п}$).

$$S_i = S^{и}{}_i + S^{п}{}_i. \qquad (4)$$

Для задания структуры изделия введем матрицы смежности для изготавливаемых ДСЕ (A_i) и для покупных комплектующих (B_i) изделия S_i.

$$S_i = S^{и}{}_i + S^{п}{}_i = A_i D_i + B_i M_i. \qquad (5)$$

Описанная информация о составе и структуре изделия формируется в результате выполнения функции подготовки конструкторской документации.

Однако этой информации недостаточно, поскольку неизвестен процесс изготовления, т.е. технологические процессы изготовления всех составляющих единиц.

Для изготовления всех ДСЕ и изделия в целом необходимо выполнить некоторое множество технологических операций (O), причем на множестве определен частичный порядок. Это означает, что последовательность выполнения технологических операций изготовления ДСЕ строго определена, а последовательности выполнения технологических операций изготовления разных ДСЕ соответствуют структуре изделия. Соответственно, некоторые ДСЕ могут изготавливаться параллельно.

ДСЕ можно представить как совокупность технологических операций для ее изготовления.

$$d_j^i = \sum_{k=1}^{n} o_k,\ d_j^i \in D_i \subset D,\ o_k \in O. \qquad (6)$$

Каждая технологическая операция может выполняться на определенном рабочем месте. Обозначим множество рабочих мест $R = \{r_1, r_2, \ldots, r_q\}$. Следовательно, на каждом рабочем месте может быть выполнено некоторое множество технологических операций. Таким образом, время работы рабочего места (T_{ri}) состоит из совокупности перио-

дов выполнения различных технологических операций (t_{ok}).

$$T_{r_i} = \sum_{k=1}^{n} t_{o_k}. \quad (7)$$

Исходя из вышеизложенного, функция изготовления продукции f_1 зависит от множества изготавливаемых изделий (S), их состава и структуры, а также технологических операций и времени изготовления.

$$f_1(Pm_1, S, T^R) = Pm_2. \quad (8)$$

Таким образом, реализация описанных функций позволяет сформировать цикл производства или цикл преобразования материальных и финансовых потоков машиностроительного предприятия.

Заключение

Следует учитывать, что функциональная схема представляет собой структурированный перечень законов (выраженных с помощью функций) преобразования тех или иных потоков.

Используя необходимые функции, можно сформировать наиболее эффективную функциональную схему преобразования потоков для максимально устойчивого получения требуемого результата.

Таким образом, используя разработанный авторами подход, можно построить функциональную схему любого предприятия с учетом его особенностей, что позволит разработать эффективную модель управления.

Список литературы

1. Колесникова О.В., Лелюхин В.Е. Синхронное управление ресурсами предприятия в машиностроении // Автоматизация в промышленности. – 2015. – № 3. – С. 59–62.

2. Собакарева А.В. Процессный подход и мероприятия по устранению проблем его внедрения на российских предприятиях. // Вестник МГТУ. – 2008. – Т. 11, № 2. – С. 279–283.

3. IEEE Standard for Functional Modeling Language-Syntax and Semantics for IDEF0, Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE-SA Standards Board, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 345 East 47th Street, New York, NY 10017-2394, USA, IEEE Std 1320.1-1998, 25 June 1998.

4. Кузьминова Т.А., Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Функциональный подход к формированию системы управления машиностроительным предприятием. // Инновационные технологии: сборник статей Международной научно-практической конференции (24 мая 2017 г., г. Владивосток). – Владивосток: ДВЦИТ, 2017. – С. 10–18.

5. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Повышение эффективности управления производственным предприятием введением централизованного элемента планирования // Инновации в современной науке: сборник статей Международной научно-практической конференции (17 марта 2017 г., г. Владивосток). – Владивосток: ДВЦИТ, 2017. – С. 3–15.

УДК 004.94:[656.02 + 351.811.12]

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА КОЛЬЦЕВОМ ПЕРЕСЕЧЕНИИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Наумова Н.А., Домбровский А.Н.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Обострение транспортных проблем особенно заметно в узловых точках улично-дорожной сети. К преимуществам кольцевых пересечений в одном уровне относятся: снижение потерь времени на пересечении, лучшие условия выполнения разворота и левого поворота, ликвидация конфликта встречных потоков, большая пропускная способность, снижение аварийности. Неравномерность движения автотранспорта сказывается на степени эффективности организации движения в местах пересечения транспортных потоков, в том числе и на кольцевых пересечениях. Разработана авторская математическая модель движения транспортных средств на кольцевых пересечениях, в котором кольцевое пересечение рассматривается как совокупность конфлитктных точек и дуг между ними. Предложены методы оценки транспортных затрат при различных схемах организации движения на кольцевых пересечениях. Разработан метод динамического определения наиболее эффективного способа организации движения на кольцевом пересечении в условиях функционирования интеллектуальных транспортных систем.

Ключевые слова: кольцевое пересечение, организация движения, математическая модель, динамическое управление

THE TRAFFIC MANAGEMENT AT THE CIRCULAR INTERSECTION IN OPERATING CONDITIONS OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS

Naumova N.A., Dombrovskiy A.N.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Aggravation of transport problems is especially noticeable in nodes of a street road network. Advantages of circular intersection are decrease in losses of time on crossing, the best conditions of performance of a turn back and the left turn, elimination of the conflict of counter flows, bigger capacity, decrease in accident rate. The unevenness of traffic is reflected in degree of efficiency of the organization of the movement in places of crossing of traffic flows including on circular intersection. Authors have developed mathematical model of the movement of vehicles on circular intersection. In it circular intersection is considered as set of conflict points and links between them. Methods of assessment of transport expenses at various schemes of the organization of the movement on circular intersection was offered. The method of dynamic definition of the most effective way of the organization of the movement on circular intersection in operating conditions of the intelligent transportation systems was developed.

Keywords: circular intersection, traffic management, mathematical model, dynamic control

Обострение транспортных проблем, вызванное увеличением интенсивности движения автомобилей, особенно заметно в узловых точках сети и проявляется в росте величины задержек транспортных средств, в появлении заторов, излишнем расходе топлива, ухудшении экологической ситуации, снижении безопасности движения. С целью повышения безопасности движения и увеличения пропускной способности в двадцатых годах прошлого столетия в зарубежных странах начали устраивать кольцевые пересечения [1]. В 1960-х годах первые кольцевые пересечения появились и в СССР. К преимуществам кольцевых пересечений в одном уровне можно отнести, например, снижение потерь времени на пересечении, лучшие условия выполнения разворота и левого поворота, ликвидация конфликта встречных потоков, большая пропускная способность, снижение аварийности.

Существуют различные типы кольцевых пересечений и различные схемы организации движения на них [2]. Исследования в этой области проводятся как зарубежными [3, 4], так и российскими учеными [5]. В большинстве случаев существующая архитектурная застройка городов не позволяет менять планировочные решения. Однако неравномерность движения автотранспорта сказывается на степени эффективности организации движения в местах пересечения транспортных потоков, в том числе и на кольцевых пересечениях. И повлиять на эту ситуацию можно с помощью изменения организации движения по мере необходимости. Соверешенствование схем организации движения позволяет находить решение транспортных проблем без больших материальных зартат.

Развитие автоматизированных систем управления дорожным движением в рамках интеллектуальных транспортных систем

(ИТС) дает возможность в режиме on-line реагировать на изменение дорожной ситуации.

Математическая модель движения транспортных средств на кольцевых пересечениях

Существуют две основные группы моделей кольцевых пересечений: эмпирические и аналитические (вероятностные). Эмпирический подход основан на получении регрессионных моделей, которые оценивают пропускную способность второстепенного направления по экспериментальным данным об интенсивности главного потока. Регрессионные модели применяют в Великобритании и ФРГ.

Аналитические методы по виду распределения интервалов между автомобилями в потоке, используя аппарат теории вероятностей и теории случайных процессов, определяют средние характеристики качества организации движения на кольцевом пересечении. Их применяют, например, в США, Австралии, Финляндии.

В работе [6] авторами предложена аналитическая модель движения транспортных средств на кольцевом пересечении в одном уровне, которая включена в общую модель TIMeR_Mod (**T**ransportation **I**ntelligent **Me**soscopic **R**eal-time **Mod**el). Базовой гипотезой для разработки модели является гипотеза о распределении интервалов по времени между транспортными средствами по обобщенному закону Эрланга. Авторами было экспериментально доказано, что эмпирическое распределение интервалов в транспортном потоке хорошо согласуется с этим распределением при широком диапазоне интенсивностей.

Кольцевое пересечение в модели TIMeR_Mod рассматривается как совокупность конфликтных точек и дуг между ними. В случае кольцевого саморегулируемого движения на кольце средняя задержка (в секундах) в каждой конфликтной точке одного транспортного средства выбранного второстепенного направления A с учетом очереди равна

$$W_H = m_Z \cdot (1 + M(l)), \tag{1}$$

где

$$m_z = \frac{\left(\sum_i a_{i1}\lambda_{i1} \cdot \frac{2}{\lambda_{i1}^{3}}\right)}{2 \cdot \left(\sum_{i=0}^{k_1-1} \frac{1}{\lambda_{01}}\right)} \cdot \Phi_0(T_0) + \left(\sum_{i=0}^{k_1-1} \frac{1}{\lambda_{01}}\right) \cdot \Phi_0(T_0) \cdot \Phi(T_0) \cdot \frac{1}{(1-\Phi(T_0))},$$

$$\Phi_0(T_0) = 1 - \prod_{j=1}^{L} \left(\frac{1}{\sum_{i=0}^{k_j-1} \frac{1}{\lambda_{0j}}} \cdot \sum_{i=0}^{k_j-1} a_{ij} \cdot \frac{1}{\lambda_{ij}} e^{-\lambda_{ij} T_0} \right),$$

$$\Phi(T_0) = 1 - \left(\sum_{i=0}^{k_1-1} a_{i1} e^{-\lambda_{i1} T_0} \right) \prod_{j=2}^{L} \left(\frac{1}{\sum_{i=0}^{k_j-1} \frac{1}{\lambda_{0j}}} \cdot \sum_{i=0}^{k_j-1} a_{ij} \cdot \frac{1}{\lambda_{ij}} e^{-\lambda_{ij} T_0} \right),$$

$M(l) = bp_0 \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$ – среднее число автомобилей в очереди, (2)

$k, \lambda_0, \lambda_1, ..., \lambda_{k-1}$ – параметры обобщенного закона Эрланга для выбранного потока A, входящего в конфликтную точку;

$k_j, \lambda_{0j}, \lambda_{1j}, ..., \lambda_{kj-1,j}$ – параметры обобщенного закона Эрланга для каждого из L конфликтных для потока A транспортных потоков;

T_0 – приемлемый временной интервал между автомобилями в конфликтных потоках для продолжения движения транспортными средствами потока A.

Все необходимые для расчетов данные содержатся в матрицах $A_{STREETS}$ и $B_{INTERSECTION}$ модели TIMeR_Mod.

Для определения времени прохождения транспортным средством кольцевого пересечения с помощью модели TIMeR_Mod необходимо иметь следующие данные:

– количество въездов на кольцо (A, B, C, D,… – по часовой стрелке);

– организация движения (вариант 1–4);

– скорость движения на кольце;

– на векторах AB, BC, CD,... : количество полос, интенсивность; главное или второстепенное движение.

Ниже приведены варианты построения функции транспортных затрат на кольце при различных схемах организации движения [2] на нем для наиболее часто встречающейся ситуации пересечения двух дорог:

$$G_p(x) = \sum_{l \in L} \theta_{lp} \left(\tau_l(y) + \tau_z(y) \right), \qquad (3)$$

где $\tau_l(y)$ – затраты на прохождение дуги y между двумя конфликтными точками, $\tau_{lz}(y) = W_H$ – средняя задержка в данной конфликтной точке.

Вариант 1. Организация движения с предоставлением преимущественного права проезда транспортным средствам, движущимся по кольцевой проезжей части.

Конфликтная точка – точка слияния потоков на въезде на кольцо. Главное направление – движение по кольцу. Для определения величины $\tau_{lz}(y)$ применяется разработанный авторами аналитический аппарат (формула (1) для узловой точки I типа – нерегулируемое пересечение).

Величина $\tau_l(y)$ рассчитывается следующим образом (с точностью до обозначений, A – точка въезда на кольцо):

$\tau_l(y) = \dfrac{l(AB)}{v(AB)}$ – поворот направо;

$\tau_l(y) = \dfrac{l(AB) + l(BC)}{v(AB)}$ – движение прямо;

$\tau_l(y) = \dfrac{l(AB) + l(BC) + l(CD)}{v(AB)}$ – поворот налево.

Здесь приняты следующие обозначения: $l(M_1M_2)$ – длина участка M_1M_2; $v(M_1M_2)$ – скорость на участке M_1M_2.

Вариант 2. Организация движения с предоставлением преимущественного права проезда по одной из пересекающихся дорог. Главная дорога проходит в прямом направлении.

Пусть с точностью до обозначений, A – точка въезда на кольцо. Тогда функция транспортных затрат определяется следующим образом:

– $G_p(x) = \tau_{lz}(A) + \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) = \tau_{lz}(A) + \dfrac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B)$ – при повороте направо;

– $G_p(x) = \tau_{lz}(A) + \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) + \tau_l(BC) + \tau_{lz}(C) = \tau_{lz}(A) + \dfrac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B) + \dfrac{l(BC)}{v(BC)} + \tau_{lz}(C)$ – при движении прямо;

– $G_p(x) = \tau_{lz}(A) + \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) + \tau_l(BC) + \tau_{lz}(C) + \tau_l(CD) + \tau_{lz}(D) = \tau_{lz}(A) + \dfrac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B) + \dfrac{l(BC)}{v(BC)} + \tau_{lz}(C) + \dfrac{l(CD)}{v(CD)} + \tau_{lz}(D)$ – при повороте налево.

Величина $\tau_{lz}(y)$ равна нулю, если движение транспортного средства проходит по главному направлению. Если по второстепенному, то $\tau_{lz}(y)$ рассчитывается по формуле (1) для узловой точки I типа (нерегулируемое пересечение требований).

Вариант 3. Ни одно из направлений движения не выделено как главное. Водители должны руководствоваться «Правилами дорожного движения» и уступать дорогу транспортным средствам, приближающимся справа. По этому варианту организации движения приоритетом в движении в зоне слияния кольцевых пересечений пользуется поток, входящий на пересечение.

В этом случае въезд на кольцо – без задержек. Пусть опять с точностью до обозначений, A – точка въезда на кольцо. Тогда функция транспортных затрат определяется следующим образом:

– $G_p(x) = \tau_l(AB) = \dfrac{l(AB)}{v(AB)}$ – при повороте направо;

– $G_p(x) = \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) + \tau_l(BC) = \frac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B) + \frac{l(BC)}{v(BC)}$ – при движении прямо;

– $G_p(x) = \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) + \tau_l(BC) + \tau_{lz}(C) + \tau_l(CD) = \frac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B) + \frac{l(BC)}{v(BC)} + \tau_{lz}(C) + \frac{l(CD)}{v(CD)}$ – при повороте налево.

Вариант 4. Организация движения на кольцевом пересечении, когда главная дорога изменяет свое направление. Этот вариант организации движения на кольцевых пересечениях применяется сравнительно редко.

В данном случае схема расчетов аналогична варианту 2. *A* – точка въезда на кольцо (с точностью до обозначений). Тогда функция транспортных затрат определяется следующим образом:

– $G_p(x) = \tau_{lz}(A) + \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) = \tau_{lz}(A) + \frac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B)$ – при повороте направо;

– $G_p(x) = \tau_{lz}(A) + \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) + \tau_l(BC) + \tau_{lz}(C) = \tau_{lz}(A) + \frac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B) + \frac{l(BC)}{v(BC)} + \tau_{lz}(C)$ – при движении прямо;

– $G_p(x) = \tau_{lz}(A) + \tau_l(AB) + \tau_{lz}(B) + \tau_l(BC) + \tau_{lz}(C) + \tau_l(CD) + \tau_{lz}(D) = \tau_{lz}(A) + \frac{l(AB)}{v(AB)} + \tau_{lz}(B) + \frac{l(BC)}{v(BC)} + \tau_{lz}(C) + \frac{l(CD)}{v(CD)} + \tau_{lz}(D)$ – при повороте налево.

Величина $\tau_{lz}(y)$ равна нулю, если движение транспортного средства проходит по главному направлению. Если по второстепенному, то $\tau_{lz}(y)$ рассчитывается по формуле (1).

Варианты 1 и 3 организации движения также укладываются в схему расчетов для вариантов организации движения 2 и 4. Поэтому при составлении базы данных, описывающей кольцевое пересечение, достаточно указывать пункт «– на векторах *AB*, *BC*, *CD*,... : количество полос, параметры распределения обобщенного закона Эрланга для интервалов; главное или второстепенное движение».

Управление в динамическом режиме

Для обеспечения эффективной организации движения недостаточно иметь автомобильную дорогу с заданными техническими характеристиками и оборудованную необходимой дорожной информацией. Необходима кроме этого гибкая система управления, позволяющая реагировать на изменения в режиме движения и прогнозировать оптимальные схемы организации движения транспортных средств. Транспортным потоком можно управлять с помощью изменения параметров движения, изменения направления движения. Это возможно делать с помощью управляемых дорожных знаков на базе световодов или светодиодов. К критериям, с помощью которых можно определять эффективность той или иной организации движения, можно отнести задержки, длину очереди, время проезда, количество вынужденных остановок.

Структура базы данных для моделирования движения на кольцевом пересечении

К-во въездов на кольцо	Скорость движения на кольце	Дуга АВ			Дуга ВС			…
		К-во полос	Параметры распределения интервалов	Приоритет	К-во полос	Параметры распределения интервалов	Приоритет	…

В работе [5] изучены критерии эффективности различных схем организации движения на саморегулирующихся кольцевых пересечениях. Рассматривались четырехлучевые кольцевые пересечения с диаметром центрального направляющего островка от 30 до 80 метров. Для них определены границы применения одного из четырех (см. выше) вариантов организации движения. В качестве критериев выбраны средняя задержка и длина очереди. Методика выбора представлена в работе [5, с. 111–112]. Кольцевое пересечение рассматривается как совокупность четырех въездов на кольцо, то есть как комплекс четырех Т-образных примыканий. На каждом въезде определяется вариант организации движения: приоритет кольцевому потоку или приоритет въезжающему потоку.

Информация о состоянии транспортных потоков на улично-дорожной сети, необходимая для расчетов в рамках модели TIMeR_Mod, содержится в матрицах $A_{STREETS}$ и $B_{INTERSECTION}$. Ранее авторами описаны методы сбора с помощью видеорегистраторов необходимой для данных матриц информации и ее обновления в динамическом режиме [7]. С целью обновления информации о состоянии транспортных потоков и его прогнозирования на следующий краткосрочный период времени применяется фильтрация Кальмана. На каждом этапе прогнозируемые данные корректируются с помощью данных, полученных путем непосредственных измерений. В результате по имеющейся информации о состоянии транспортных потоков на кольцевом пересечении для определения наиболеее эффективного в текущий момент способа организации движения предлагается действовать по следующему алгоритму:

– по формулам (1) и (2) определить среднюю задержку и длину очереди в выбранном узле;

– по алгоритму [5, с. 111–112] определить организацию движения на данном въезде на кольцо;

– отобразить необходимую информацию в базах данных $A_{STREETS}$ и $B_{INTERSECTION}$;

– отобразить необходимую информацию на управляемых дорожных знаках.

Заключение

В условиях ИТС возможна гибкая система управления движением на саморегулирующихся кольцевых пересечениях. Имея информацию, поступающую с видеорегистраторов и отраженную в матрицах $A_{STREETS}$ и $B_{INTERSECTION}$, возможно в динамическом режиме управлять движением, выбирая наиболеее оптимальный вариант. Управление в режиме on-line позволяет реагировать на текущую обстановку в транспортной сети и выбирать наиболее эффективный способ организации движения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края, проект № 16-48-230720 р_а.

Список литературы

1. Липницкий А.С. Современные кольцевые пересечения / А.В. Зедгенизов, Р.Ю. Лагерев, А.Г. Левашев, А.С. Липницкий, А.Ю. Михайлов, М.И. Шаров // Иркутский-государственный технический университет. – Иркутск, 2009. – 106 с.

2. Свод правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог и транспортных пересечений. Часть 2: Свод правил по проектированию геометрических элементов транспортных пересечений автомобильных дорог // Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). – М., 2013. – 212 с.

3. Flannery A., Kharoufeh J.P., Gautam and Elefteriadou L. Queuing delay models for singl-lane roundabouts // Civil Engineering and Environment Systems. – 2008. – Vol. 22, No. 3. – P. 1333–150.

4. Robinson B.W. and other. Roundabouts: An Informational Guide // U.S. Department of Transportation. – Publication No. FHWA-RD-00-067. – 2010. – P. 284.

5. Поздняков М.Н. Совершенствование организации дорожного движения на кольцевых пересечениях: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. – Ростов н/Д, 2005. – 164 с.

6. Наумова Н.А., Данович Л.М., Карачанская Т.А. Аналитическая модель движения автотранспортных средств на кольцевых пересечениях // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6–1. – С. 94–97.

7. Naumova N.A. Method for Estimating An Origin-Destination Matrix for Dynamic Assignment // International Journal of Control Theory and Applications. – 2016. – Vol. 9 (30). – P. 129–138.

УДК 004.413.2:[519.866 + 330.142.211]

ДВУМЕРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОЖЕСТВА ДОПУСТИМЫХ ПОРТФЕЛЕЙ

Николаева Е.А., Карнадуд О.С., Грибанов Е.Н.

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Кемерово, e-mail: nikolaevaea@yandex.ru

В работе рассматривается двумерная математическая модель формирования портфеля ценных бумаг. Задачей участников рынка является оптимальное размещение капитала, т.е. формирование оптимального портфеля. Смысл оптимизации структуры портфеля определяется конкретной целью инвестора (уровень риска, доходность, ограничения, связанные с объемами покупки конкретных видов ценных бумаг). Двумерные модели обладают тем свойством, что их критериальные множества представляют собой линии на плоскости и полуплоскости. В этом случае множество допустимых решений инвестора очень легко изобразить и проанализировать. С использованием геометрического представления критериального пространства для таких моделей проанализирован вопрос, а именно: каковым является реальное значение инвестиционного фонда инвестора для фиксированного значения ожидаемой доходности по портфелю. Найдены «разумные» пределы выбора ожидаемой доходности и инвестиционного фонда для каждого участника рынка.

Ключевые слова: двумерная модель, оптимальный портфель, оптимизация структуры портфеля, критериальное множество, множество допустимых решений, инвестор

TWO-DIMENSIONAL MATHEMATICAL MODEL OF THE SET OF THE ADMISSIBLE PORTFOLIOS

Nikolaeva E.A., Karnadud O.S., Gribanov E.N.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo, e-mail: nikolaevaea@yandex.ru

The paper considers a two-dimensional mathematical model for the formation of a securities portfolio. The task of market participants is the optimal allocation of capital, i.e. Formation of an optimal portfolio. The meaning of portfolio structure optimization is determined by the investor's specific goal (the level of risk, profitability, restrictions related to the volumes of purchases of specific types of securities). Two-dimensional models have the property that their criterial sets are lines in the plane and half-plane. In this case, the set of acceptable investor decisions is very easy to depict and analyze. Using the geometric representation of the criterial space for such models, the question is analyzed: what is the real value of the investor's investment fund, for a fixed value of the expected return on the portfolio. We have found «reasonable» limits on the choice of expected return and investment fund for each market participant.

Keywords: two-dimensional model, optimal portfolio, optimization of portfolio structure, criterion set, set of feasible solutions, investor

Рассмотрим двумерную модель, а именно: рынок с двумя видами активов. Задача участника рынка построена на основе известной модели Марковица [1–3], но отличается от нее тем, что в модель введены дополнительно соотношения, отражающие реальные условия фондового рынка. Это позволяет инвестору определить именно ту структуру оптимального портфеля, которую он реально может создать [2–5]. Для того чтобы сформировать портфель с определенным уровнем доходности и минимальным уровнем риска, инвестору необходимо решить следующую оптимизационную задачу:

$$\sigma^i\left(x^i\right)=\sum_{j=1}^{2}\sum_{l=1}^{2}c_{lj}x_j^i x_l^i \to \min,$$
$$\left(i=1,..,n\right), \qquad (1)$$

$$\begin{cases} x_1^i + x_2^i = 1, & (2)\\ m_1 x_1^i + m_2 x_2^i \ge \overline{m}^i, & (3)\\ x_j^i \le \alpha_j^i p_j a_j \Big/ K^i,\ 0 \le \alpha_j^i \le 1,\ j=1,2, & (4)\\ x_1^i,\ x_2^i \ge 0. & (5) \end{cases}$$

В задаче (1)–(5) верхние индексы показывают принадлежность данного параметра к инвестору, а нижние – принадлежность к виду ценной бумаги; x_j^i – доля бумаги вида j в портфеле инвестора i; целевая функция $\sigma^i\left(x^i\right)$ инвестора i имеет смысл риска портфеля; c_{lj} – коэффициент корреляции между изменениями курсов ценных бумаг вида l и j; m_j – ожидаемое значение доходности по бумаге вида j; $\overline{m}^i > 0$ – фиксированный уровень доходности, который,

как минимум, рассчитывает получить инвестор i; p_j – рыночная цена бумаги вида j; a_j – количество бумаг вида j на рынке; K^i – инвестиционный фонд инвестора.

Равенство (2) называется основным ограничением. Неравенство (3) отражает тот факт, что для инвестора приемлемы портфели с доходностями не ниже $\overline{m}^i$, т.е. число $\overline{m}^i$ задает нижнюю границу ожидаемой доходности. Неравенства (4) отражают тот факт, что инвестор не может приобрести ценной бумаги одного вида больше, чем ее имеется на рынке. Коэффициент α_j^i позволяет учитывать верхнюю границу инвестирования для каждого инвестора i, т.е. в силу законодательных ограничений невозможно совершать операции купли-продажи объемом более некоторого порогового значения [5–7]. Условия (5) называются условиями неотрицательности.

Любой вектор $x^i = \left(x_1^i, x_2^i\right)$, удовлетворяющий условиям (1)–(5), будем называть допустимым портфелем инвестора i.

Рассмотрим множество допустимых портфелей инвестора i, удовлетворяющих условиям (2)–(5). Это множество образовано пересечением одной прямой (2) и пяти полуплоскостей (3)–(5), оно зависит от десяти параметров α_1^i, α_2^i, m_1, m_2, p_1, p_2, a_1, a_2, K^i, $\overline{m}^i$. Первые восемь параметров являются сугубо рыночными в том смысле, что находятся, вообще говоря, вне сферы влияния инвестора. Параметры $K^i, \overline{m}^i$ устанавливает сам инвестор [7]. Условия (2) и (5) не зависят явным образом от значений $K^i, \overline{m}^i$, поэтому множество

$$X_0 = \left\{ x^i \in R^2 \,\middle|\, x_1^i + x_2^i = 1,\ x_1^i \geq 0,\ x_2^i \geq 0 \right\} \quad (6)$$

является инвариантным, относительно инвестора, множеством.

Для удобства в будущем введем также множества

$$X_m^i = \left\{ x^i \in R^2 \,\middle|\, m_1 x_1^i + m_2 x_2^i \geq \overline{m}^i \right\}, \quad (7)$$

$$X_j^i = \left\{ x^i \in R^2 \,\middle|\, K^i x_j^i \leq \alpha_j^i p_j a_j \right\} j = 1,2\,. \quad (8)$$

Теперь можно написать, что допустимое множество (6)–(8) инвестора i есть пересечение множеств $X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i \bigcap X_2^i$.

Цель исследования

Исходя из сказанного выше, практический интерес представляет изучение зависимости множества (6)–(8) от размера выделяемого им инвестиционного фонда K^i и его ожиданий $\overline{m}^i$ по поводу доходности портфеля x^i. В этом смысле возможности инвестора i можно трактовать так, что, выбирая различные значения K^i и $\overline{m}^i$, инвестор регулирует положение множеств X_m^i, X_1^i, X_2^i относительно «неподвижного» множества X_0, сужая или расширяя тем самым множество допустимых портфелей.

Нас, в частности, интересует вопрос: каковым является реальное значение K^i (значение $\overline{m}^i$) для фиксированного $\overline{m}^i$ (K^i), для которого допустимое множество не пусто, и как оно выглядит.

Отношение $\theta_{ij} = m_j \big/ \overline{m}^i$ характеризует долю доходности ценной бумаги вида j в субъективной оценке общей доходности инвестора i.

Выделим два тривиальных случая, относящихся к ограничению (3).

Лемма 1. Если

$$\min\left\{ m_j \big/ \overline{m}^i,\ \ j = 1,2 \right\} > 1, \quad (9)$$

то $X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i \bigcap X_2^i = \varnothing$.

Если

$$\max\left\{ m_j \big/ \overline{m}^i,\ \ j = 1,2 \right\} < 1, \quad (10)$$

то $X_0 \bigcap X_m^i = X_0$.

Условие (9) говорит о том, что инвестор ставит перед собой нереальную задачу относительно уровня ожидаемой доходности. Условие (10) означает недооценку уровня доходности.

Условия (9) и (10) являются взаимно исключающими. Так как эти условия заведомо неприемлемы для инвестора, то их можно исключить из дальнейшего рассмотрения, тогда относительно величин $m_j \big/ \overline{m}^i$ и ограничения (3) остаются два взаимоисключающих друг друга случая:

1) $m_1 \big/ \overline{m}^i \geq 1, \qquad m_2 \big/ \overline{m}^i \leq 1$;

2) $m_1 \big/ \overline{m}^i \leq 1, \qquad m_2 \big/ \overline{m}^i \geq 1$.

Покажем, что эти четыре неравенства по существу являются строгими. Действительно, в случае 1) можно записать $m_2 \leq \overline{m}^i \leq m_1$. Если $m_2 < \overline{m}^i = m_1$, то из (3) имеем $x_1^i + m_2 \big/ m_1\, x_2^i \geq 1$, а это, так как $m_2 \big/ m_1 < 1$, противоречит условию (2). По этой же причине невозможен вариант $m_2 = \overline{m}^i < m_1$. Если $m_2 = \overline{m}^i = m_1$, то (3) сводится к (2), поэтому в случае 1) на самом

деле $m_2 < \overline{m}^i < m_1$. Подобным образом, анализируя случай 2), приходим к строгим неравенствам $m_1 < \overline{m}^i < m_2$. Поэтому вместо 1) и 2) впредь будем рассматривать случаи:

$$m_1 \Big/ \overline{m}^i > 1, \qquad m_2 \Big/ \overline{m}^i < 1, \qquad (11)$$

$$m_1 \Big/ \overline{m}^i < 1, \qquad m_2 \Big/ \overline{m}^i > 1. \qquad (12)$$

Рассмотрим сначала случай (11). Справедливы следующие утверждения.

Лемма 2. Пусть выполнено условие (11). Если

$$K^i > \frac{m_1 - m_2}{\overline{m}^i - m_2} \cdot \alpha_1^i p_1 a_1, \qquad (13)$$

то $X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i \bigcap X_2^i = \varnothing$; если

$$K^i < \alpha_1^i p_1 a_1, \qquad (14)$$

то $X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i = X_0 \bigcap X_m^i$.

Условия (13) и (14) отражают неоправданно большой и маленький объемы инвестиционного фонда инвестора *i*. Мы их также исключаем из дальнейшего рассмотрения.

Условия (13) и (14) относятся к первому из ограничений (4). При условиях (11) и (12) неравенство (4) описывает открытую полуплоскость, расположенную левее прямой $x_1^i = \alpha_1^i p_1 a_1 \Big/ K^i$, которая проходит левее точки пересечения

$$v = (v_1, v_2) = \left(\frac{\overline{m}^i - m_2}{m_1 - m_2}, \frac{\overline{m}^i - m_1}{m_2 - m_1} \right),$$

границы множества X_m^i с отрезком X_0. При условиях (11) и (12) неравенство (4) описывает открытую полуплоскость, расположенную левее прямой $x_1^i = \alpha_1^i p_1 a_1 \Big/ K^i$, когда она пересекает ось Ox_1^i левее точки (1,0). Здесь имеется в виду изменение положения прямой $x_1^i = \alpha_1^i p_1 a_1 \Big/ K^i$ при различных значениях K^i.

Нетрудно заметить, что после исключения неприемлемых условий (13) и (14), в обсуждаемом нами случае (11) относительно первого из ограничений (4) остается единственный приемлемый вариант

$$\alpha_1^i p_1 a_1 \le K^i \le \gamma_{12}^i \alpha_1^i p_1 a_1, \qquad (15)$$

где

$$\gamma_{12}^i = \frac{m_1 - m_2}{\overline{m}^i - m_2}.$$

Из (15) получаем $\alpha_1^i p_1 a_1 \left(\gamma_{12}^i - 1 \right) \ge 0$ или $\gamma_{12}^i \ge 1$, а это означает, что $m_1 \ge \overline{m}^i$. С другой стороны, с учетом (11) из вида γ_{12}^i получаем $\gamma_{12}^i > 1$. Для совместимости с условием (11) в (15) принимаем $\gamma_{12}^i > 1$.

Рассмотрим точку

$$z = (z_1, z_2) = \left(\frac{\alpha_1^i p_1 a_1}{K^i}, 1 - \frac{\alpha_1^i p_1 a_1}{K^i} \right),$$

пересечения границы множества X_1^i с отрезком X_0.

Ввиду взаимоисключаемости условий (13), (14) и (15), в случае нарушения неравенства (15) мы оказываемся либо в условиях (13), либо в условиях (14) (см. лемму 2), поэтому уместно следующее утверждение.

Лемма 3. Пусть выполнено условие (11). Тогда размер инвестиционного фонда K^i должен удовлетворять условию (15) и в этом случае

$$X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i = \\ = \left\{ x^i \in R^2 \,\middle|\, x^i = \mu \cdot v + (1 - \mu) \cdot z, 0 \le \mu \le 1 \right\}, \qquad (16)$$

где μ параметр $(0 \le \mu \le 1)$.

Приведенное в лемме 3 множество (16), соответствующее условию (15), шире множества допустимых портфелей, так как оно получено без учета второго из ограничений (4).

Обозначим

$$\gamma_{21}^i = \frac{m_2 - m_1}{\overline{m}^i - m_1} > 1.$$

Лемма 4. Пусть выполнены условия (11) и (15). Если при этом

$$\alpha_1^i p_1 a_1 + \alpha_2^i p_2 a_2 < K^i, \qquad (17)$$

то $X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i \bigcap X_2^i = \varnothing$; если

$$K^i < \gamma_{21}^i \cdot \alpha_2^i p_2 a_2, \qquad (18)$$

то $X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i \bigcap X_2^i = X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i$.

Условия (17) и (18) относятся ко второму из ограничений (4) и допускают аналогичную с условиями (13) и (14) трактовку, поэтому мы их исключаем из дальнейшего рассмотрения. Геометрические рассуждения по поводу условий (17) и (18) приводят к следующему аналогу условия (15) относительно второго из ограничений (4):

$$\gamma_{21}^i \cdot \alpha_2^i p_2 a_2 \le K^i \le \alpha_1^i p_1 a_1 + \alpha_2^i p_2 a_2. \qquad (19)$$

Можно показать, что это условие совместимо с условиями (11) и (15).

Обозначим через

$$y = (y_1, y_2) = \left(1 - \frac{\alpha_2^i p_2 a_2}{K^i}, \frac{\alpha_2^i p_2 a_2}{K^i} \right)$$

точку пересечения границы множества X_2^i с отрезком X_0.

Ввиду взаимоисключаемости условий (17), (18) и (19), в случае нарушения неравенства (19) мы оказываемся либо в условиях (17), либо в условиях (18) (см. лемму 4), поэтому уместно следующее утверждение.

Лемма 5. Пусть выполнены условия (11) и (15). Тогда размер инвестиционного фонда K^i должен удовлетворять условию (19) и в этом случае

$$X_0 \bigcap X_m^i \bigcap X_1^i \bigcap X_2^i =$$

$$= \left\{ x^i \in R^2 \,\middle|\, x^i = \mu \cdot y + (1-\mu) \cdot z, 0 \le \mu \le 1 \right\}.$$

Объединяя леммы 1–5 воедино, приходим к следующему результату.

Основные результаты

Теорема 1. Если в задаче (1)–(5) инвестор определяет ожидаемый уровень доходности $\overline{m}^i$ из условия $m_2 < \overline{m}^i < m_1$, то объём его инвестиционного фонда K^i должен удовлетворять условию

$$\max\left\{ \alpha_1^i p_1 a_1, \gamma_{21}^i \alpha_2^i p_2 a_2 \right\} \le K^i \le$$

$$\le \min\left\{ \gamma_{12}^i \alpha_1^i p_1 a_1, \alpha_1^i p_1 a_1 + \alpha_2^i p_2 a_2 \right\}. \quad (20)$$

В этом случае множество допустимых портфелей не пусто и имеет вид

$$\Lambda = \left\{ x^i \in R^2 \,\middle|\, x^i = \mu \cdot y + (1-\mu) \cdot z, 0 \le \mu \le 1 \right\}, \quad (21)$$

где

$$y = \left(1 - \frac{\alpha_2^i p_2 a_2}{K^i}, \frac{\alpha_2^i p_2 a_2}{K^i} \right),$$

$$z = \left(\frac{\alpha_1^i p_1 a_1}{K^i}, 1 - \frac{\alpha_1^i p_1 a_1}{K^i} \right). \quad (22)$$

Рассматривая теперь случай (12) и рассуждая аналогично, приходим к следующему результату.

Теорема 2. Если в задаче (1)–(5) инвестор определяет ожидаемый уровень доходности $\overline{m}^i$ из условия $m_1 < \overline{m}^i < m_2$, то объём его инвестиционного фонда K^i должен удовлетворять условию

$$\max\left\{ \alpha_2^i p_2 a_2, \gamma_{12}^i \alpha_1^i p_1 a_1 \right\} \le K^i \le$$

$$\le \min\left\{ \gamma_{21}^i \alpha_2^i p_2 a_2, \alpha_1^i p_1 a_1 + \alpha_2^i p_2 a_2 \right\}. \quad (23)$$

В этом случае множество допустимых портфелей не пусто и имеет вид (21), где векторы y и z по виду такие же, что и в (22).

Отметим еще раз, что относительно величины θ_{ij} могут иметь место четыре взаимоисключающих друг друга случая (9)–(12). Случаи (9) и (10) назовем тривиальными. Объединяя теоремы, приходим к окончательному результату.

Теорема 3. В задаче (1)–(5), за исключением тривиальных случаев, имеет место один из двух вариантов определения уровня ожидаемой доходности инвестора i:

1) $m_2 < \overline{m}^i < m_1$,

2) $m_1 < \overline{m}^i < m_2$.

В первом случае инвестиционный фонд должен быть выбран из условия (20), а во втором случае – из условия (23). В обоих случаях множество допустимых портфелей не пусто и имеет вид (21).

Заключение

Как показывают проведенные исследования, любой допустимый портфель можно получить как выпуклую комбинацию крайних портфелей y и z. Если ожидания инвестора i удовлетворяют условию (11), то, подставляя в основное ограничение выражения

$$x_1^i = \mu\left(1 - \frac{\alpha_2^i p_2 a_2}{K^i} \right) + (1-\mu) \cdot \frac{\alpha_1^i p_1 a_1}{K^i},$$

$$x_2^i = \mu \frac{\alpha_2^i p_2 a_2}{K^i} + (1-\mu) \cdot \left(1 - \frac{\alpha_1^i p_1 a_1}{K^i} \right),$$

мы определим новую целевую функцию:

$$\vartheta^i : [0;1] \to R^1,$$

так что $\vartheta^i(\mu) = \sigma^i\left(x^i(\mu) \right), \mu \in [0;1]$.

Таким образом задача (1)–(5) сводится к следующей простой задаче математического программирования:

$$\vartheta^i(\mu) \to \min_{\mu \in [0;1]},$$

для решения которой существуют хорошо известные алгоритмы [8].

Список литературы

1. Буренин А.Н. Рынок ценных бумаг и производство финансовых инструментов / А.Н. Буренин. – М.: Научно-техническое общество им. С.И. Вавилова, 2009. – 418 с.

2. Галанов В.А. Рынок ценных бумаг: Учебник / В.А. Галанов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 378 с.

3. Едронова В.Н. Рынок ценных бумаг: Учебное пособие / В.Н. Едронова, Т.Н. Новожилова. – М.: Магистр, 2010. – 684 с.

4. Жуков Е.Ф. Рынок ценных бумаг: Комплексный учебник / Е.Ф. Жуков, Н.П. Ништатов, В.С. Торопцов и др. – М.: Вузовский учебник, 2012. – 254 с.

5. Ковалев В.В. Курс финансового менеджмента: учебник / В.В. Ковалев. – М.: Проспект, 2011. – 480 с.

6. Блохина Т.К. Финансовые рынки: учебное пособие для студентов, аспирантов и преподавателей вузов / Т.К. Блохина. – М.: Российский университет дружбы народов, 2009. – 198 с.

7. Сребник Б.В. Финансовые рынки: профессиональная деятельность на рынке ценных бумаг: учебное пособие для студентов / Б.В. Сребник, Т.Б. Вилкова. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 366 с.

8. Кузнецов А.В. Высшая математика. Математическое программирование / А.В. Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод. – СПб.: Лань, 2013. – 352 с.

УДК 691.714

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т

[1,2]Пушин В.Г., [3]Мурышев Е.Ю., [1]Белослудцева Е.С., [1]Куранова Н.Н., [1]Пушин А.В., [1]Свирид А.Э., [1]Уксусников А.Н., [4]Ананьев А.И., [5]Шевченко В.Г.

[1]Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: pushin@imp.uran.ru;
[2]Уральский федеральный университет, Екатеринбург;
[3]ИП Мурышев Е.Ю., Москва;
[4]АО «НПО им. С.М. Лавочкина», Химки;
[5]Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург

Впервые комплексно исследованы структурно-фазовые изменения в образцах нержавеющей стали, подвергнутых длительному высокочастотному (50 МГц) гидродинамическому внешнему воздействию (ВГДВ) под высоким давлением (2–3 ГПа) в устройстве специальной конструкции. Обнаружено, что после ВГДВ сплошной приповерхностный слой стали толщиной до 100 мкм имеет мартенситную структуру, сформированную деформационно-индуцированными двойникованными кристаллами α и ε фаз. Вместе с тем в следующем промежуточном слое, расположенном на глубине 100–200 мкм, были обнаружены следы фрагментации и двойниковая субструктура внутри аустенитных зерен, указывающие на фазовый наклеп ревертированного аустенита в процессе прямого и обратного мартенситного превращения γ–ε–α. На основании анализа полученных и известных данных впервые сделан вывод, что при указанном многоцикловом высокочастотном внешнем воздействии имеют место термо-, баро-, упругопластические механизмы реализации данных мартенситных превращений. Они должны сопровождаться термо-, баро- и магнитокалорическими эффектами выделения тепла при прямом мартенситном превращении и, соответственно, поглощения тепла при обратном превращении. Наличие их асимметрии может привести, например, к устойчивому тепловыделению (генерации тепла) или, напротив, поглощению тепла от теплоносителя.

Ключевые слова: нержавеющая сталь, мартенсит, ревертированный аустенит, термо-, баро-, магнитокалорический эффект

THE EFFECT OF HIGH FREQUENCY HYDRODYNAMIC EXPUSRE OF ON STRUCTURAL HIGH PRESSURE AND PHASE TRANSFORMATIONS IN STAINLESS STEEL 12X18H10T

[1,2]Pushin V.G., [3]Muryshev E.Yu., [1]Belosludtseva E.S., [1]Kuranova N.N., [1]Pushin A.V., [1]Svirid A.E., [1]Uksusnikov A.N., [4]Ananev A.I., [5]Shevchenko V.G.

[1]M.N. Miheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, e-mail: pushin@imp.uran.ru;
[2]Ural Federal University, Ekaterinburg;
[3]IP Muryshev E.Yu., Moscow;
[4]«S.M. Lavochkin SPU», Himki;
[5]Institute of Solid State Chemistry of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

For the first time the structural-phase changes in the stainless steel samples subjected to prolonged high-frequency (50 MHz) external hydrodynamic effects (EHDE) under high pressure (2–3 GPa) in the device of special design were comprehensively investigated. It was discovered that due to EHDE solid surface layer of steel of thickness up to 100 μm has a martensitic structure formed by deformation-induced twinning α and ε phases. However, on the following intermediate layer located at a depth of 100–200 μm, the traces of fragmentation and twinning substructure inside the austenite grains were found, indicating phase hardening of reverted austenite in the process of direct and reverse martensitic transformations γ–ε–α. Based on the analysis of the obtained and known data for the first time concluded that when the multi-cycle high-frequency external impact are the place of thermo-, baro-, elastoplastic mechanisms of the realization of these martensitic transformations, which have to be accompanied by thermo-, baro – and magnetocaloric effects of heat by direct martensitic transformation and, consequently, the heat absorption during reverse transformation. The presence of their asymmetry can result, for example, to stable heat generation (heat-generating) or, on the contrary, the absorption of heat from the coolant.

Keywords: stainless steel, martensite, reverted austenite, thermo-, baro-, magnetocaloric effect

Бездиффузионные мартенситные превращения ответственны за высокие прочностные характеристики основных конструкционных материалов – легированных сталей и сплавов железа [1–3]. В ряде случаев механоиндуцированные двойникование и мартенситное превращение могут обеспечить и аномально высокие пластические

свойства сталей вследствие так называемых ПНД и ПНП-эффектов (пластичности, наведенной механическим двойникованием или мартенситным превращением соответственно) [4–6]. Основной причиной высокой пластичности является локальное упрочнение стали мартенситными микрокристаллами или микродвойниками, образующимися в концентраторах пиковых напряжений. В таком случае пластическое течение продолжает развиваться в соседних микрообъемах (или зернах) аустенита стали, и это предотвращает как преждевременную локализацию пластической деформации, так и, соответственно, разрушение при механических испытаниях или эксплуатации изделий [4].

Мартенситные превращения, происходящие по деформационному механизму, имеют место не только в сталях, но и во многих цветных металлах, сплавах и интерметаллических соединениях. В последних они, как правило, отличаются высокообратимым термоупругим характером и связанными с ними эффектами памяти формы [6–8]. Используя целенаправленное многокомпонентное легирование, термические и термомеханические внешние воздействия, в принципе возможно управлять обратимостью мартенситных превращений [9, 10]. Так, можно переводить нетермоупругие мартенситные превращения в термоупругие или, напротив, термоупругие в нетермоупругие в одних и тех же материалах [4, 5].

В настоящей работе впервые были изучены образцы нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т в исходном закаленном состоянии (контрольные) и после длительной (до 1 года) обработки высокочастотным (с частотой 50 МГц) гидродинамическим внешним воздействием (ВГДВ) высокоскоростным потоком жидкости (воды) со скоростью (25–30) м/с, обеспечивающим его высокое давление (2–3) ГПа в специально сконструированном устройстве, в котором между конфузором и диффузором установлены тонкие кольца из стали 12Х18Н10Т, чередующиеся по диаметру. Изучение структуры и фазового состава выполняли методами сканирующей электронной микроскопии, магнитометрии и рентгенофазового анализа с использованием оборудования ЦКП ИФМ УрО РАН.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлены полученные методом сканирующей электронной микроскопии изображения поперечных сечений (cross-section) исследуемых стальных кольцевых образцов, контрольного (рис. 1, а) и после ВГДВ, но вблизи внешней выпуклой поверхности кольца (рис. 1, б). Никаких особенностей контраста на изображениях, за исключением обычно наблюдаемых округлых включений карбонитридов титана и мелкозернистой структуры парамагнитного γ-аустенита, выявлено не было. Визуализируемые по контрасту зерна γ-аустенита имели размеры (20–30) мкм.

Исследование стальных образцов, подвергнутых ВГДВ, показало следующее. Было установлено, что если в глубине и вблизи внешней поверхности металла (ср. рис. 1, а, б) характер зеренной микроструктуры по сравнению с прототипом практически не изменился, то вблизи внутренней цилиндрической поверхности колец, на которую осуществлялось ВГДВ, в слое шириной до 200 мкм, его микроструктура заметно отличалась. Были обнаружены существенные изменения структурно-фазового состояния, сопровождаемые измельчением и фрагментацией элементов субмикроструктуры стали (рис. 2). На изображениях, полученных методом сканирующей электронной микроскопии, в приповерхностном слое толщиной до 100 мкм наблюдались области полосового контраста, типичного для тонкопластинчатого α-ОЦК и ε-ГПУ мартенсита, соответственно возникающих при деформации или охлаждении. В промежуточном слое на расстоянии (100–200) мкм от края кольца была видна фрагментированная субструктура, более характерная для фазонаклепанного γ-аустенита. По данным элементного микроанализа в указанном приповерхностном слое химический состав не изменился. На изображениях, полученных методом сканирующей электронной микроскопии при больших увеличениях, отчетливо идентифицируется тонкодвойникованная пакетно-игольчатая морфология мартенсита и аустенита соответственно (рис. 3, а, б).

Магнитные измерения выявили, что в приповерхностом слое с измененными после ВГДВ субструктурой и фазовым составом при комнатной температуре присутствовала ферромагнитная α-фаза. По оценке ее количества, определенного при измерениях, суммарному объему ферромагнитной фазы (0,3–0,5%) соответствовал сплошной слой толщиной до 100 мкм. Из результатов низкотемпературных магнитных измерений следует, что при охлаждении данной стали мартенситное превращение γ→α начиналось лишь при температуре M_s, близкой минус 210 °С. Это согласуется с известными литературными данными [5]. При этом в интервале между комнатной температурой и M_s постепенно нарастало количество антиферромагнитной фазы ε-мартенсита, таким образом выявляя развитие γ→ε→α перехода при охлаждении.

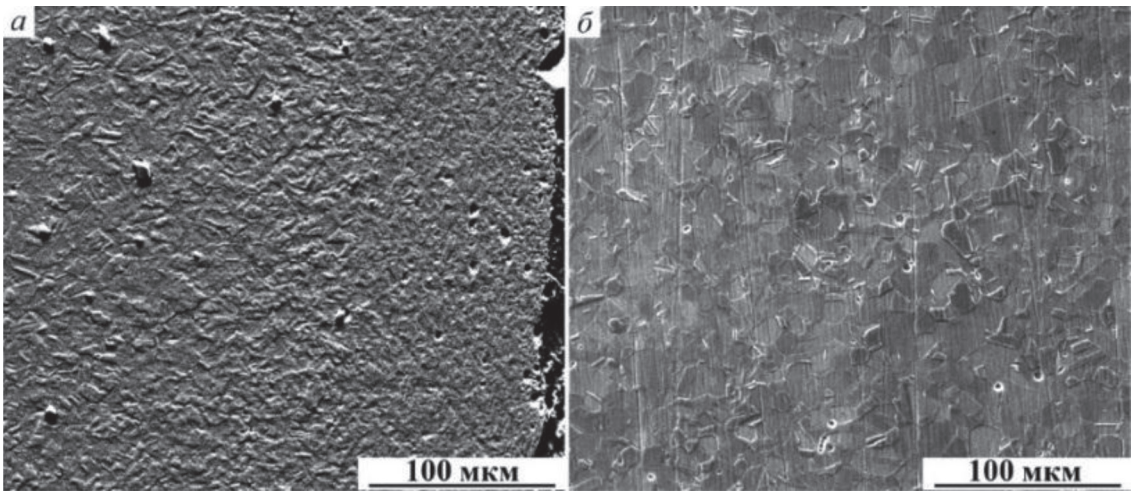


Рис. 1. Сканирующая электронная микроскопия стали 12Х18Н10Т, контрольного (а) и после обработки ВГДВ в течение года (б)

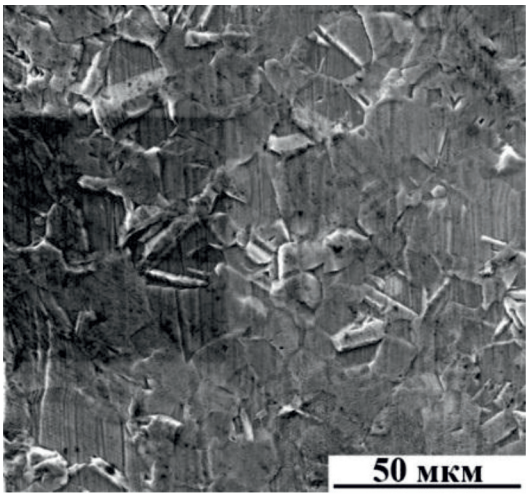


Рис. 2. Сканирующая электронная микроскопия стали, подвергнутой ВГДВ, 1 год

Рентгенофазовый анализ при комнатной температуре также подтвердил наличие ОЦК-фазы в вогнутых приповерхностных слоях колец, в отличие от внешних выпуклых приповерхностных слоев колец и микроструктуры контрольных образцов в состоянии ГЦК-фазы – γ-аустенита.

О природе структурно-фазовых превращений в стали при ВГДВ. Комплексный анализ обнаруженных структурно-фазовых изменений в стали, подвергнутой ВГДВ, по сравнению с ее исходным состоянием позволяет заключить следующее. После ВГДВ в узком приповерхностном слое стали толщиной до 100 мкм наблюдались деформационно-индуцированные двойникованные кристаллы мартенситных фаз α и ε. Вместе с тем в следующем промежуточном слое на расстоянии (100–200) мкм от края кольца были обнаружены также следы фрагментации и двойникованная субструктура внутри аустенитных зерен, указывающие в основном на деформационно-фазовый наклеп γ-аустенита [1, 4, 5]. Это доказывает, что в данных областях многократно происходило обратимое мартенситное превращение $\gamma \leftrightarrow \varepsilon \leftrightarrow \alpha$.

Как известно, в метастабильных сталях и сплавах железа, включая нержавеющие стали типа 12Х18Н10Т, происходят как при охлаждении, так и в процессе пластической деформации бездиффузионные мартенситные превращения по различным вариантам $\gamma \rightarrow \alpha$, $\gamma \rightarrow \varepsilon$, $\gamma \rightarrow \varepsilon \rightarrow \alpha$ [3–5]. Уже отмечалось, что, если мартенситное превращение в сталях реализуется при деформации, это может приводить к ПНП и ПНД-эффектам. При этом имеют место как повышение плотности дислокаций и механических двойников, так и диспергизация мартенситных фаз [4]. Обычно устойчивость полученных микроструктуры и фазового состава сталей сохраняется в достаточно широком (до 500 °С) межкритическом температурном интервале (вплоть до температуры рекристаллизации аустенита) [1, 4, 5].

Напротив, в сплавах с термоупругим, бароупругим, механоупругим или магнитоупругим механизмами мартенситного превращения фазовый состав при циклическом изменении температуры, давления или величины магнитного поля, превышающих критические уровни, будет варьировать в сравнительно более узком межкритическом интервале (в 10 раз меньше), характеризуясь их высокой фазовой, ориентационно-текстурной и микроструктурно-морфологической обратимостью [6–8].

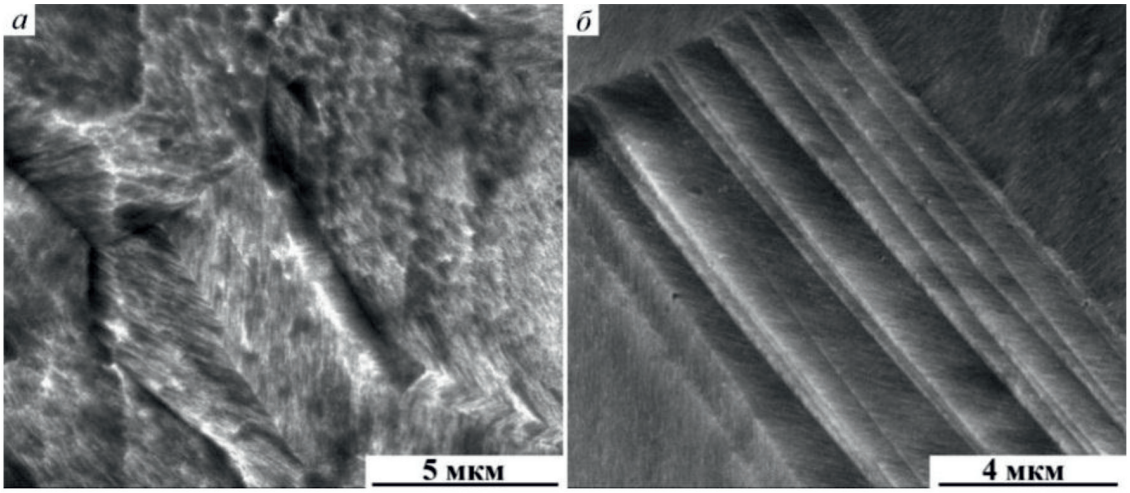


Рис. 3. Сканирующая электронная микроскопия стали, подвергнутой ВГДВ в течение года

Теоретически подобные эффекты термо-, баро-, механо- и магнитоупругости возможны и при мартенситных превращениях в стали, и они экспериментально наблюдались для случаев как γ-α, так и γ–ε-превращения [4, 5]. В настоящей работе по данным проведенных исследований поведения нержавеющей стали в условиях достигаемых экстремальных внешних воздействий впервые обнаружено термо-, баро- и магнитоупругое мартенситное превращение. При ударном сжатии давление на фронте ударной волны быстро возрастает, а в следующей волне разрежения давление становится отрицательным, т.е. сжимающие напряжения переходят в растягивающие. В областях сжатия (то есть уменьшения объема) стимулируется зарождение и автокаталитический рост кристаллов пластин ε-фазы, а в областях растяжения (увеличения объема) – зарождение и рост α-фазы. Поскольку ВГДВ высокого давления происходит с высокой частотой и не одновременно в приповерхностном слое в различных участках внутренних поверхностей колец нержавеющей стали, указанные обратимые деформационно-индуцированные сдвиговые по атомному механизму мартенситные превращения будут многократно происходить циклически по схемам: γ↔ε, γ↔α, γ↔ε↔α, обеспечивая взаимную аккомодацию объемных эффектов превращений (отрицательных по величине при γ→ε и положительных при γ→α) [4, 5]. После остановки ВГДВ тонкий наружный слой с мартенситной структурой, толщина которого по экспериментальным данным составляет до 100 мкм, вследствие приповерхностной релаксации сохранился и не испытывал обратного мартенситного превращения. В более глубоких внутренних объемах, напротив, завершилось обратное мартенситное превращение с сохранением следов фазового наклепа. Следствием реализации термо-, баро-, магнитоупругих механизмов при указанных превращениях будут баро- и магнитокалорические эффекты [2, 3].

О возможности реализации макроскопического эффекта выделения тепла в среду потока жидкости (воды), индуцирующего ВГДВ высокого давления. Как известно, в однокомпонентных материалах при отсутствии диффузионного перераспределения мартенситное превращение рассматривается как полиморфное фазовое превращение I рода, а в мультикомпонентных системах – как квазиполиморфное [1]. Как и любое полиморфное превращение, оно вызвано стремлением системы к снижению энергии Гиббса и может быть инициировано не только изменением внешних термодинамических условий (температуры, давления, магнитного поля), но и приложением напряжений и деформации. Если при изменении внешних условий энергия Гиббса мартенситной фазы α (как одной из некоего множества виртуальных фаз) окажется ниже энергии Гиббса исходной высокотемпературной фазы, то в термодинамическом смысле станет возможным обратимое γ↔α мартенситное превращение.

Одной из главных особенностей мартенситного превращения является его развитие при сравнительно низких температурах и низкой тепловой подвижности атомов [3]. При этом реализуются механизмы превращения, при которых происхо-

дит кооперативная сдвиговая перестройка атомно-кристаллической решетки в условиях сохранения атомами своих соседей при их некотором смещении на расстояния меньше межатомных [1]. Образование кристаллов мартенсита внутри исходной фазы сопровождается возникновением значительной упругой энергии, компенсируемой разностью энергий Гиббса γ и α фаз [1–3]. Наконец, важно, что мартенситные превращения сопровождаются значительными экзотермическим (при прямом) и эндотермическим (при обратном) тепловыми эффектами [2, 3].

Оказалось, что по данным дифференциальной сканирующей калориметрии в случае мартенситного превращения величина теплового эффекта имеет различные значения. Так, в сплаве Fe-25%Ni тепловой эффект выделения тепла при прямом γ→α превращении больше, чем поглощение тепла при обратном α→γ превращении: $\Delta H_{\gamma\to\alpha} = -2460$ Дж/моль, $M_s = 375$ K, $\Delta H_{\alpha\to\gamma} = 1520$ Дж/моль, $A_s = 765$ K, $\Delta T = A_s - M_s = 390$ K [2, 3].

Как известно, установленные закономерности тепловых эффектов в сталях при мартенситном превращении, индуцируемом охлаждением и нагревом, будут качественно сохраняться и при изменении других внешних термодинамических или кинетических условий (приложенных давлений, напряжений, деформаций, магнитного поля), в том числе при их циклическом изменении [3]. Так, при индуцировании давлением мартенситного превращения в RbCl был обнаружен экспериментальный факт асимметрии теплового эффекта, когда было реализовано превращение в фазу высокого давления (при 1 ГПа), а потом при снятии давления (до 0,36 ГПа) в фазу низкого давления. При этом было выделено тепло 1990 ± 76 Дж/моль при прямом переходе и также выделено 1180 ± 104 Дж/моль при обратном переходе [3]. Обращает на себя внимание еще и то обстоятельство, что в данном случае как при прямом, так и при обратном превращении под давлением скрытая теплота превращения выделялась, хотя и вдвое меньше при обратном переходе, а не поглощалась, как в сталях.

В наших экспериментах в процессе длительного высокочастотного гидродинамического нагружения стали 12Х18Н10Т многократно происходили прямой и обратный фазовые мартенситные переходы. Количество теплоты, выделяемой при прямом фазовом переходе в стали, на 60% превышает количество теплоты, поглощаемой при обратном фазовом переходе [2, 3]. Выделенная скрытая теплота, равная их разности, поглощается высокоскоростным потоком воды, движущимся через отверстия колец из стали 12Х18Н10Т, размещенных в устройстве, между конфузором и диффузором. Очевидно, что в тепловых энергетических установках, работающих на данном принципе «теплового насоса», для повышения их эффективности возможно не только усовершенствование конструкций их устройства, но и использование различных конструкционных материалов. Поэтому, в дальнейшем целесообразно провести комплекс материаловедческих исследований по созданию и разработке конструкционных материалов с наиболее ярко выраженными термо-, баро- и магнитокалорическими эффектами, с одной стороны, и их высокими эксплуатационными характеристиками, с другой.

Заключение

Комплексный анализ обнаруженных структурно-фазовых изменений в нержавеющей стали после ВГДВ по сравнению с ее исходным состоянием позволяет заключить следующее. После ВГДВ в узком приповерхностном слое стали толщиной до 100 мкм наблюдались деформационно-индуцированные двойникованные кристаллы мартенситных ферромагнитной α и антиферромагнитной ε фаз. Вместе с тем в следующем более глубоком промежуточном слое (шириной до 100 мкм) были обнаружены следы фрагментации и двойникованной субструктуры внутри зерен, указывающие на деформационно-фазовый наклеп γ-аустенита. Это качественно свидетельствует, что в данных областях многократно происходило обратимое мартенситное превращение. В работе сделан также вывод, что в стали обнаружено термо-, баро-, магнитоупругое мартенситное превращение. При этом в областях сжатия стимулируется зарождение и квазиупругий рост пластин ε-фазы, а в областях растяжения – кристаллов α-фазы. Поскольку ВГДВ под высоким давлением происходило с большой частотой, указанные деформационно-индуцированные сдвиговые по механизму мартенситные превращения реализовывались циклически по схемам: γ↔ε, γ↔α, γ↔ε↔α. Именно таким способом обеспечивалась взаимная аккомодация объемных эффектов превращений. После прекращения ВГДВ тонкий наружный слой с мартенситной структурой, толщина которого по экспериментальным данным составляла до 100 мкм, сохранялся вследствие приповерхностной релаксации и не испытывал, в отличие от более глубоких внутренних объемов, обратного мартенситно-

го превращения. Очевидно, что вследствие реализации термо-, баро-, магнитоупругих механизмов указанных превращений будут иметь место баро- и магнитокалорические эффекты. Их заметная асимметрия может привести, например, к значительному устойчивому тепловыделению при прямом преобразовании механической энергии в тепловую в устройствах, индуцирующих данные превращения.

Работа выполнена в рамках госзадания ИФМ УрО РАН (по теме «Структура») и ИХТТ УрО РАН, а также при частичной поддержке проектом УрО РАН № 15-9-2-17 и ИП Мурышев Е.Ю.

Список литературы

1. Курдюмов Г.В. Превращения в железе и стали / Г.В. Курдюмов, Л.М. Утевский, Э.И. Этин. – М.: Наука, 1977. – 236 с.

2. Кауфман Л. Термодинамика и кинетика мартенситных превращений / Л. Кауфман, М. Коэн; пер. с англ. А.Л. Ройтбурда // Успехи физики металлов. – М.: Металлургиздат. – 1961. – Т. 4. – С. 192.

3. Лободюк В.А. Мартенситные превращения / В.А. Лободюк, Э.И. Эстрин. – М.: Физматлит, 2009. – 352 с.

4. Пушин В.Г. Предпереходные явления и мартенситные превращения / В.Г. Пушин, В.В. Кондратьев, В.Н. Хачин. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 368 с.

5. Сагарадзе В.В. Упрочнение и свойства аустенитных сталей / В.В. Сагарадзе, А.И. Уваров. – Екатеринбург, РИО УрО РАН. 2013. – 720 с.

6. Shape Memory Alloys: Properties, Technologies, Opportunities / Ed. By N. Resnina and V. Rubanik. Trans Tech Publications. – 2015. – 640 p.

7. Resnina N. Martensitic transformation in amorphous-crystalline Ti-Ni-Cu and Ti-Hf-Ni-Cu thin ribbons / N. Resnina, S. Belyaev, A. Shelyakov // Eur. Phys. J. Special Topics. – 2008. – V. 158. – P. 21–26.

8. Лободюк В.А. Кристаллоструктурные особенности предпереходных явлений и термоупругих мартенситных превращений в сплавах цветных металлов / В.А. Лободюк, Ю.Н. Коваль, В.Г. Пушин // ФММ. – 2011. – Т. 111, № 2. – С. 169–194.

9. Панченко Е.Ю. Сверхэластичность в высокопрочных гетерофазных монокристаллах сплава Ni51.0Ti36.5Hf12.5 / Е.Ю. Панченко, Ю.И. Чумляков, Н.Ю. Суриков, H.J. Maier, G. Gerstein, H. Cehtoglu // ПЖТФ. – 2015. – Т. 41. – Вып. 16. – С. 68–76.

10. Пушин В.Г. Термоупругие мартенситные превращения, механические свойства и эффекты памяти формы быстрозакаленного сплава Ni45Ti32Hf18Cu5 в ультрамелкозернистом состоянии / В.Г. Пушин, А.В. Пушин, Н.Н. Куранова, Т.Э. Кунцевич, А.Н. Уксусников, В.П. Дякина, Н.И. Коуров // ФММ. – 2016. – Т. 117, № 12. – С. 1312–1320.

УДК 678.5:699.86(571.56)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОГРАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНО ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

Слободчиков Е.Г., Рожин В.Н., Местников А.Е.

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

Настоящая статья посвящена изучению энергоэффективности малоэтажных зданий с применением новых многослойных конструкций стеновых изделий и ограждений в климатических условиях Республики Саха (Якутия). Комплексная оценка энергоэффективности опытных зданий произведена с использованием расчетно-аналитического, расчетно-экспериментального и натурных приборных методов. Наибольшую энергоэффективность показали каркасные здания с теплоизоляционным пенобетоном в сочетании с плитами из пенополистирола в деревянном и каменном вариантах за счет монолитности стеновых ограждений. Следует отметить, что наиболее приемлемым способом индивидуального домостроения в северных условиях стало производство и применение пенобетонных блоков марки D800 с термовкладышем из пенополистирола. Установлено, что удельный расход топлива (газа) на отопление по сравнению с деревянными домами без теплоизоляции для каркасных зданий из монолитного пенобетона меньше в 1,46–1,9 раза, для дома из пенобетонных блоков марки D800 с термовкладышем из пенополистирола – в 1,8 раза.

Ключевые слова: экстремально холодный климат, индивидуальное домостроение, многослойные стены, пенобетон неавтоклавный, эффективная теплоизоляция, комплексная оценка, энергоэффективность, приведенное сопротивление теплопередаче

BORED LOW-BURIED PILES FOR FEW-STORIED CONSTRUCTIONS IN YAKUTIA

Slobodchikov E.G., Rozhin V.N., Mestnikov A.E.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov», Yakutsk, e-mail: egor-sakha@mail.ru, barcelon@mail.ru, mestnikovae@mail.ru

The present article is devoted to studying of energy efficiency of low buildings with application of new laminated construction of wall products and thermal envelope in climatic conditions of the Republic of Sakha (Yakutia). The complex estimate of energy efficiency of pilot buildings is made with use specified and analytical, specified and experimental and full-scale test methods. The greatest energy efficiency was shown by frame buildings with thermal insulatation cellular concrete in combination with plates from expanded polystyrene in wooden and masonry options due to solidity of building envelope. It should be noted that the most acceptable way of individual housing construction in northern conditions production and use of cellular concrete blocks of the D800 brand with a thermobush from expanded polystyrene became. It is established that specific fuel consumption (gas) on heating in comparison with wooden houses without thermal insulation for frame buildings from monolithic cellular concrete is 1,46–1,9 times less, for the house from cellular concrete blocks of the D800 brand with a thermobush from expanded polystyrene – by 1,8 times.

Keywords: extremely cold climate, frame buildings, laminated construction, cellular concrete not autoclave, efficiency thermal insulatation, integrated assessment, energy efficiency, given heat-transfer resistance

Термин «энергоэффективность» введен СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и уточнен в их актуализированной редакции свода правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Нормы предусматривают такие показатели энергоэффективности зданий, как приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, удельные теплозащитные характеристики и удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий общей площадью более 50 м^2. Таким образом, индивидуальные дома, в основном площадью 56–150 м^2, подпадают под требования новых норм, кроме зданий отапливаемых периодически (менее трех дней в неделю). Экономическое обоснование при принятии решения об энергосберегающем мероприятии, в частности о повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий, в настоящее время является обязательным [1]. Однако, как известно, для зданий, построенных индивидуальными застройщиками, никто не проверяет и не требует уровень тепловой защиты.

Цель и методика исследования. Основной целью работы является проведение комплексной оценки энергоэффективности новых конструкций стеновых ограждений с применением неавтоклавного пенобетона [2] и индивидуальных жилых зданий на их основе в условиях экстремально холодного климата Республики Саха (Якутия). Оценка произведена с использованием расчетно-аналитического, расчетно-экспериментального и натурных приборных ме-

тодов согласно СП 50.13330.2012, ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций», ГОСТ 26629-85 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций» [3].

Расчетно-аналитическая оценка энергоэффективности стеновых конструкций с использованием неавтоклавного пенобетона. Одним из основных нормируемых теплотехнических показателей ограждающей конструкции по СНиП 23-02-2003 является приведенное сопротивление теплопередаче. По новым нормам приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$ наружных ограждающих конструкций должно составлять для характерных поселений РС(Я), (м^2 · °С)/Вт: в г. Якутске – 5,13, в «полюсе холода» – Оймяконе – 5,80, в Арктике – пос. Тикси – 5,79, «на Юге» – г. Ленске – 4,59. Однако на практике данный нормируемый показатель обеспечить достаточно сложно, в условиях экстремально холодного климата Якутии следует «утепляться», например, в 1,4–1,8 раза лучше, чем в условиях г. Москвы [4]. Теплотехнические расчеты проведены для реализованных и запатентованных конструкций стеновых ограждений. Результаты вычислительного эксперимента приведены в табл. 1.

Основные результаты вычислительного эксперимента заключаются в следующем:

– максимальная энергоэффективность, наиболее близкая к проектным (табл. 1) и нормируемым значениям сопротивления теплопередаче для г. Якутска, R_{req} = 5,13 Вт/(м^2· °С), достигается только в двух видах ограждающих конструкций – многослойных стенах с монолитным пенобетоном D300 (конструкции 1 и 2 из табл. 1);

– в рамках потребительского подхода нами обосновано и поддержано проектными организациями Якутии применение однослойных стен толщиной 0,6 м из пенобетонных блоков D600 для строительства общественных зданий (например, здания строительного рынка г. Якутска) и трехслойных пенобетонных блоков с термовкладышем из пенополистирола 5 в строительстве жилых и общественных зданий;

– эффективность стенового ограждения, например, для стеновой конструкции 5 повышается на 8,5 % (R^r_0 = 2,95 (м^2· °С)/Вт) по сравнению с расчетным (2,72 (м^2· °С)/Вт);

– при замене кладочного раствора на клей эффективность стенового ограждения повышается на 26,8 %, поэтому рекомендуется производить кладку стеновых пенобетонных блоков на полимерцементный раствор.

Стендовые испытания стеновых конструкций из пенобетонных блоков в климатической камере. Цель испытания заключается в определении сопротивления теплопередаче фрагмента стены из исследуемых трехслойных пенобетонных блоков с термовкладышем из пенополистирола. Испытание проводилось в экспериментальной климатической камере ЭКК-15 Испытательной лаборатории «Якутск-Эксперт» СВФУ в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ 26254-84. Размер кладки в проеме камеры составил 1500×1200 мм. Кладку блоков производили на основе полимерцементного клея толщиной вертикальных и горизонтальных швов не более 2–4 мм. Подготовленный фрагмент кладки для исключения погрешности измерений неучтенных тепловых потерь изолировали по периметру кусочками пенополистирола и монтажной пеной. На «теплой» стороне фрагмента стены были прикреплены аттестованные тепломеры – измерители тепловых потоков, с обеих сторон для измерения температур на поверхности закреплены термодатчики. Измерения температур и тепловых потоков производили в характерных зонах, представляющих расчетные участки.

На основании тепловизионных съемок поверхности фрагмента стены были выделены 3 характерные зоны:

1. Зона 1 – в середине блока (зона максимального термического сопротивления).

2. Зона 2 – стык в зоне пересечения горизонтального и вертикального швов (зона минимального термического сопротивления).

3. Зона 3 – горизонтальный стык двух блоков (зона пониженного термического сопротивления).

За период испытаний средние температуры теплого и холодного отсеков климатической камеры составили $t_в$ = 21,3 °С и $t_н$ = – 38,9 °С. Экспериментальные значения температур и плотностей тепловых потоков в характерных участках фрагмента кладки стены из трехслойных пенобетонных блоков «Композит» в климатической камере «ЭКК-15» по ГОСТ 26254 и вычисленные значения термического сопротивления участков и приведенного сопротивления теплопередаче стены приведены в табл. 2.

Установлено, что значение $R^{пр}_0$ = 4,53 (м^2· °С)/Вт, полученное экспериментально-расчетным способом, не согласуется с теоретическим значением приведенного сопротивления теплопередаче стены из трехслойных пенобетонных блоков на клею – 3,74 (м^2· °С)/Вт, что подтверждает высокую эффективность фрагмента стены из испытуемых стеновых блоков в теплотехническом отношении. Следует отметить, что результаты теоретических и экспериментально-рас-

четных методов являются приближенными параметрами, поэтому они применяются для обоснования выбранных конструкций ограждений из различных материалов в совокупности с действующими нормативами.

Тепловизионное обследование наружных стеновых ограждений опытных зданий согласно ГОСТ 26629-85 проводилось с целью выявления дефектных участков ограждающих конструкций и сверхнормативных тепловых потерь, инфильтрации холодного воздуха.

Тепловизионному обследованию была подвергнута вся площадь наружной и внутренней поверхности ограждающих конструкций опытных зданий с соответствующей записью термографических файлов. В начале обследования проводится обзорная съемка наружных стен с целью выявления характерных участков для детальной съемки. На рисунке приведены обзорные термограммы опытных зданий.

Обзорные термограммы показывают высокую эффективность (низкие теплопотери) обследованных стеновых конструкций. Однако выявлена повышенная температура стены мансардного помещения (рисунок, *б*) и в области откоса входной двери (рисунок, *в*). Температура откосов окон всех зданий не превышает нормативного значения.

Детальная термограмма – термограмма поверхности фрагмента ограждающей конструкции, получаемая для оценки показателей качества его теплоизоляции, позволяет получать наглядную картину, наиболее ярко и полно отражающую состояние отдельных элементов ограждающих конструкций (рисунок, *г*, *д*, *е*). Например, в конструкции стены (рисунок, *а*) наблюдается участок неполного заполнения пенобетоном (на уровне высоты 3-й стойки слева, 2 желтых пятна). В конструкции стены (рисунок, *б*) видны толстые слои кладочного раствора. На стене (рисунок, *в*) обнаружено светлое пятно, показывающее наличие сквозной щели в ней. Таким образом, метод тепловизионного контроля не только позволяет определять дефектные участки теплоизоляции и энергоэффективность ограждающих конструкций, но и подобрать технологические приемы устройства и способы устранения дефектов теплоизоляции при последующем ремонте и новом строительстве.

Таблица 1

Расчетное приведенное сопротивление теплопередаче стеновых ограждений

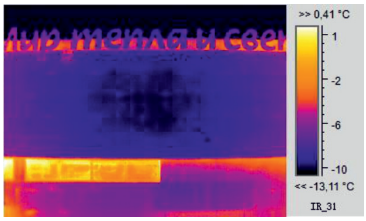
№ п/п	Конструкция стеновых ограждений	Расчетное приведенное сопротивление, Вт/(м^2· °С)	
		в условиях эксплуатации А по СП 23-102-2004	в реальных условиях эксплуатации
1	Многослойная стена с теплоизоляционным пенобетоном D300 деревянно-каркасного здания толщиной 270 мм (патент РФ № 119769)	3,26	4,08
2	Многослойная стена с теплоизоляционным пенобетоном D300 монолитно-каркасного здания толщиной 470 мм (патент РФ № 2361985)	4,01	4,45
3	Кладка стен толщиной 0,6 м из пенобетонных блоков D600 размерами 400×400×200 мм (патент РФ № 2160726)	2,33	2,845/3,254**
4	Кладка стен толщиной 0,4 м из пенобетонных блоков D800 размерами 400×400×600 мм с сердечником из пенополистирола размерами 100×100×600 мм (патент РФ № 84035)	2,532*	–
5	Кладка стен толщиной 0,4 м из трехслойных пенобетонных блоков D800 с термовкладышем из пенополистирола размерами слоев 125×150×125 мм (патент РФ № 108774)	2,72	2,95/3,74**

Примечание. * – расчет произведен с применением программы Shaddan [5], ** – перед чертой – кладка на цементно-песчаный раствор, за чертой – кладка на клей.

Таблица 2

Измеренные и расчетные параметры испытуемого фрагмента стены в климатической камере ЭКК-15 по ГОСТ 26254

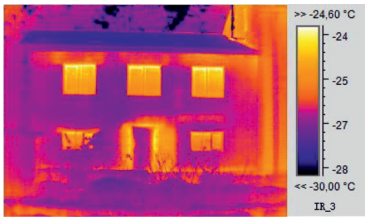
Зона замера	F_i, м^2	$\tau_в$, °С	$\tau_н$, °С	$q_ф$, Вт/м^2	R_{oi} (м^2×°С)/Вт	$R_{усл}$ (м^2×°С)/Вт	$R_0^{пр}$ (м^2×°С)/Вт
1	0,08	20,0	– 36,3	12,59	4,47	4,63	4,53
2	0,0008	18,7	– 34,2	23,62	2,24	2,4	
3	0,0016	19,0	–34,5	20,27	2,64	2,8	



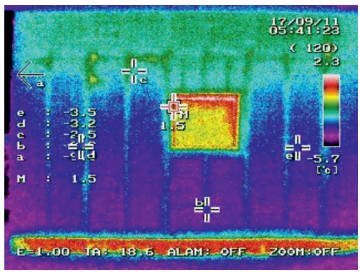
а) кладка стен из пеноблоков D300



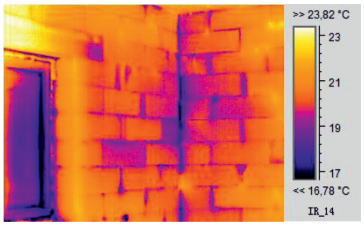
б) Здание из 3-слойных пеноблоков

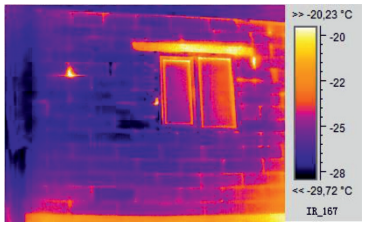


в) монолитно-каркасное здание



г) обследование качества укладки пенобетона D300





Обследование качества кладки стеновых пеноблоков: д – вид изнутри, е – наружная часть стены

Обзорная и детальная термограммы опытных зданий

Оценка энергоэффективности индивидуальных зданий по расходу топлива. При проведении оценки энергоэффективности малоэтажного индивидуального жилья рассмотрены следующие жилые дома:

1) в с. Аппаны Намского района РС (Я), выполненное по технологии из табл. 1, п. 1;

2) в г. Якутске РС (Я), выполненное по технологии из табл. 1, п. 2;

3) в г. Якутске РС (Я), выполненное по технологии из табл. 1, п. 5.

Также при оценке для сравнения рассмотрены дома из деревянного бруса толщиной 180 мм с утеплением из минераловатных плит марки П-100, толщиной 150 мм и без теплоизоляционного материала. Расчет расхода природного газа на отопление в жилых зданиях произведен на основании платежей за пользование природным газом и данным газовых счетчиков на узле ввода. Анализ данных полученных за 2013–2016 гг. показал, что средний расход газа в сутки в домах находится в пределах: из теплоизоляционного пенобетона D300 деревянно-каркасного здания 17,44–26,3 м^3, из теплоизоляционного пенобетона D300 монолитно-каркасного здания 42,4–48,7 м^3, из кладки пенобетонных блоков D800 с термовкладышем из пенополистирола 30,4–33,5 м^3, из деревянного бруса с утеплением из минераловатных плит 16,63–25,09 м^3, из деревянного бруса 37,79–42,06 м^3. При этом площади рассмотренных зданий варьируются от 96 м^2 до 250 м^2.

Удельный расход газа на отопление 1 м^3 жилого дома из деревянного бруса за рассматриваемый период (ноябрь – январь) составил 10,58 м^3. В деревянном доме с теплоизоляцией расход газа снизился на 33,1 % и составил 7,95 м^3. Для каркасных домов с использованием пенобетона марок D300 эти показатели варьируются в параметрах 5,43–7,24 м^3. Установлено, что расход газа на отопление по сравнению с деревянными домами без теплоизоляции меньше: для каркасных зданий из монолитного пенобетона в 1,46–1,9 раза, для дома из пенобетонных блоков марки D800 с термовкладышем соответственно 1,8 раза.

Наибольшее потребление газа наблюдается в январе месяце, что обусловлено понижением наружной температуры воздуха и высокой инфильтрацией наружного воздуха.

Заключение

Проведена комплексная оценка эффективности производства и применения неавтоклавного пенобетона из местного сырья в малоэтажном строительстве для условий экстремально холодного климата на примере строительства и эксплуатации экспериментальных объектов:

– деревянно-каркасные индивидуальные дома с заполнением стен из теплоизоляционного пенобетона D300 в сельских поселениях Аппаны и Окоемовка (общая площадь – 100–150 м^2, стоимость 1 м^2 – 25–30 тыс. руб. (в ценах 2012 г.), уровень

энергетической эффективности здания не превышает 30,0 Вт·ч/(м^2×°С×сут) согласно СП 50.13330.2012);

– двухэтажное монолитно-каркасное здание с заполнением стен из теплоизоляционного пенобетона D300 в г. Якутске (фактическое приведенное сопротивление теплопередаче стен составило 5,67 Вт/(м^2· °С);

– двухэтажное здание из стеновых пеноблоков «Композит» в г. Якутске (общая площадь – 200 м^2, стоимость 1 м^2 – 45 тыс. руб. (в ценах 2014 г.), уровень энергетической эффективности здания не превышает 30,0 Вт·ч/(м^2×°С×сут) согласно СП 50.13330.2012);

– трехэтажное монолитно-каркасное здание строительного рынка г. Якутска с заполнением стен толщиной в 0,6 м из пенобетонных блоков D600 (фактическое приведенное сопротивление теплопередаче стен составило 3,30 Вт/(м^2· °С);

– установлено, что удельный расход топлива (газа) на отопление каркасных зданий из монолитного пенобетона по сравнению с деревянными домами без теплоизоляции меньше в 1,46–1,9 раза, для дома из пенобетонных блоков марки D800 с термовкладышем из пенополистирола – в 1,8 раза;

– обосновано, что наиболее приемлемым способом индивидуального домостроения в северных условиях является производство и применение пенобетонных блоков марки D800 с термовкладышем из пенополистирола.

Список литературы

1. Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. – 2010. – № 3. – С. 8–16.

2. Местников А.Е. Технология возведения энергоэффективных стеновых конструкций жилых зданий на Севере / А.Е. Местников, А.Д. Егорова, Т.А. Корнилов, А.Г. Кардашевский // Строительные материалы. – 2009. – № 4. – С. 118–120.

3. Алоян Р.М. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения / Р.М. Алоян, С.В. Федосов, Т.А. Опарина; ФГБОУ ВО «Ивановский гос. политехн. ун-т». – Иваново: ПрессСто, 2016. – 240 с.

4. Корнилов Т.А., Кычкин И.Р. Разработка наружных ограждающих конструкций с применением автоклавного пенобетона для каркасно-монолитных зданий г. Якутска // Строительные материалы. – 2016. – № 6. – С. 15–20.

5. Данилов Н.Д., Семенов О.С., Винокуров С.П. О методике определения теплозащитных показателей наружных стен зданий // Жилищное строительство. – 2001. – № 8. – С. 18–20.

УДК 004.451.22:519.711.3

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЕЩЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В МАССИВЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ – «МЕТОД ДВОЕК»

[1]Тютюнов Д.Н., [2]Федоров С.С., [1]Бойцова Е.А., [1]Студеникина Л.И., [1]Зарубина Н.К., [1]Конорева Н.А., [1]Гнездилова О.А., [1]Щедрина Г.Г.

[1]ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: ssfedorov@list.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), Москва

В данной работе предложен один из вариантов распределения ресурса произвольного вида в массиве потребителей. Суть предложенного метода заключается в том, чтобы разделить рассматриваемый массив потребителей ресурсов на две не обязательно равные части. После чего полученные части вновь делятся на две части, что представляет собой многоуровневую иерархическую модель, основанную на отношении числа потребителей к соответствующим расходам ресурса по этим частям в виде функций двух переменных. Выполнено исследование полученных функций на локальный минимум. В ходе анализа получены рабочие формулы распределения лимита ресурсов на две части, которые соответствуют предлагаемым значениям числа потребителей в каждой части и общему числу потребителей ресурса на исследуемом объекте.

Ключевые слова: оптимальное распределение ресурсов, математическое моделирование, «метод двоек», локальный экстремум

ONE OF OPTIONS OF OPTIMUM DISTRIBUTION OF RESOURCES IN THE MASSIF OF CONSUMERS – «A METHOD OF THE TWO»

[1]Tyutyunov D.N., [2]Fedorov S.S., [1]Boytsova E.A., [1]Studenikina L.I., [1]Zarubina N.K., [1]Konoreva N.A., [1]Gnezdilova O.A., [1]Schedrina G.G.

[1]Southwest State University, Kursk, e-mail: ssfedorov@list.ru;
[2]National Research Moscow State University of Civil Engineering (Moscow State University of Civil Engineering), Moscow

In operation one of distribution models of any kind of resources in an array of customers is offered. You conclude an essence of the offered method in division of the considered array of customers into two parts, and we divide the received parts into two parts again that represents multiple hierarchical model based on the relation of number of customers to the appropriate expenditures of a resource by these parts in the form of function of two variables. The research of the received function on a local extremum in the found minimum point is executed. Working formulas of distribution of a limit of resources to two parts and, corresponding to the offered values and the total amount of customers of a resource on the researched object are received.

Keywords: optimum distribution of resources, mathematical modeling, «method of the two», local extremum

Основной стратегией в контексте энерго- и массоснабжения является экономия ресурсов материальных потоков [1–3]. В этом случае ведущую роль играет применение современных математических методов [4–6] и использование соответствующей аппаратной поддержки [7].

Типичным примером проявления такой политики является управление системой тепло- и водоснабжения зданий и сооружений. Ведущую роль в упомянутом процессе играет системный подход, позволяющий оптимально обслуживать клиентуру с минимальными расходами генерируемого тепла и подаваемого теплоносителя [8, 9].

В данном случае решение указанной задачи производится по двум направлениям: за счет управления температурой прямого и обратного теплоносителя с учетом температуры наружного воздуха, с одной стороны, и с учетом перехода к более экономичному режиму ночного тепло- и водоснабжения [10].

Соответственно, возникает необходимость в применении точного оборудования и приборов, управляемых различными типами макропроцессоров с применением современных алгоритмов управления [11]. Одним из ведущих параметров, подлежащих особому контролю, является учет удельного расхода теплоносителя в системе теплоснабжения объекта [12].

Подобный подход включает в себя использование приемов дифференциального исчисления при поиске локальных экстремумов некоторой функции цели [13, 14]. В частности, будет произведен поиск ее локального минимума [15] в условиях жестких лимитов снабжения некоторыми исходными средствами производства. В качестве таких средств могут служить вычислительные устройства (ПЭВМ, серверы, контроллеры и т.п.), которые выполняют однотипные вычислительные операции. В условиях грамотной экономии ресурсов такой прием позволяет осуществить научно обоснованный выбор стратегии поиска оптимального значения исследуемой функции.

Главные положения «метода двоек»

Рассмотрим математическую модель, позволяющую оптимизировать распределение материальных потоков среди массива потребителей.

Рассуждение будем вести для объекта исследования (промзоны, города, района, квартала, здания, квартиры и т.п.), содержащего N одинаковых элементарных потребителей какого-либо ресурса.

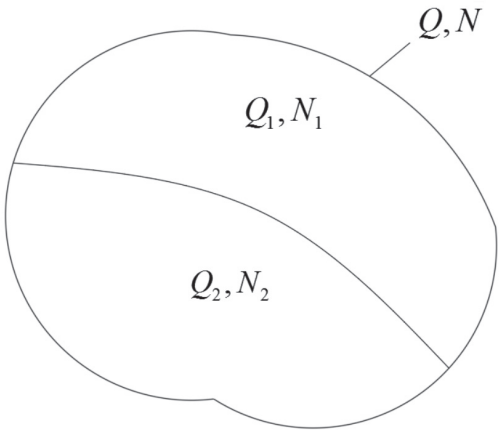


Рис. 1. Условная схема массива потребителей ресурса

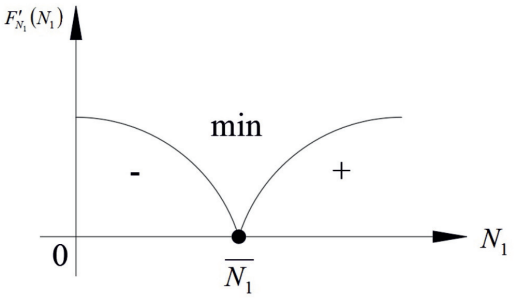


Рис. 2. Локальный минимум функции $F(N_1)$

Предположим, что речь идет о распределении вычислительных средств среди коллективов программистов, если рассматривается возможность оптимального разделения труда в инженерной среде двух, не обязательно равных по количеству работников отделов какого-либо объекта, при написании рабочих программ (алгоритмов).

Пусть данному объекту предоставляется лимит ресурса в объеме не более Q соответствующих единиц. В этом случае плановое (номинальное) число потребителей g на единицу ресурса Q определяется по формуле

$$g = \frac{N}{Q}. \qquad (1)$$

Произведем распределение упомянутого лимита, применив прием, которому присвоим название – «метод двоек», разбив указанный выше лимит на две условные части (рис. 1), для которых выполняются следующие требования:

$$N_1 + N_2 = N, \qquad (2)$$

$$Q_1 + Q_2 = Q, \qquad (3)$$

причем

$$N_1 \le N_2, Q_1 \le Q_2, \qquad (4)$$

где N_1, N_2 – число элементарных потребителей ресурса соответственно в первой и второй частях объекта; Q_1, Q_2 – минимально необходимые (номинальные) объемы ресурса соответственно для первой и второй частей объекта.

В этом случае соответствующие расходы ресурса для первой и второй частей объекта имеют вид

$$g_1 = \frac{N_1}{Q_1},\ g_2 = \frac{N_2}{Q_2}. \qquad (5)$$

Рассмотрим функцию $F(Q_1)$ одной переменной Q_1, учитывая условия (3):

$$F(Q_1) = \frac{N_1}{Q_1} + \frac{N_2}{Q - Q_1}. \qquad (6)$$

Исследуем $F(Q_1)$ на локальный экстремум. Найдем производную $F'_{Q_1}(Q_1)$:

$$F'_{Q_1}(Q_1) = \left(\frac{N_1}{Q_1} + \frac{N_2}{Q - Q_1}\right)'_{Q_1} = \frac{N_2}{(Q - Q_1)^2} - \frac{N_1}{Q_1^2} = \left(\frac{\sqrt{N_2}}{Q - Q_1} - \frac{\sqrt{N_1}}{Q_1}\right)\cdot\left(\frac{\sqrt{N_2}}{Q - Q_1} + \frac{\sqrt{N_1}}{Q_1}\right). \qquad (7)$$

Определим стационарные точки первого рода по переменным Q_1 и Q_2:

$$F'_{Q_1}(Q_1) = 0 \Leftrightarrow \left(\frac{\sqrt{N_2}}{Q - Q_1} - \frac{\sqrt{N_1}}{Q_1}\right)\cdot\left(\frac{\sqrt{N_2}}{Q - Q_1} + \frac{\sqrt{N_1}}{Q_1}\right) = 0. \qquad (8)$$

Так как $\frac{\sqrt{N_2}}{Q-Q_1}+\frac{\sqrt{N_1}}{Q_1}>0$, то имеем

$$\frac{\sqrt{N_2}}{Q-Q_1}-\frac{\sqrt{N_1}}{Q_1}=0\Leftrightarrow Q_{1C}=\frac{Q\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}}, \quad (9)$$

где ΔQ_{1C} – абсцисса стационарной точки первого рода по переменной Q_1.

Из рис. 2 следует, что величина ΔQ_{1C} – абсцисса точки локального минимума.

Учитывая (3), получим

$$Q_{2\hat{N}}=Q-Q_{1C}=Q-\frac{Q\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}}. \quad (10)$$

В этом случае ΔQ_{2C} – абсцисса стационарной точки первого рода по переменной Q_2:

$$Q_{2C}=\frac{Q\sqrt{N_2}}{\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}} \quad (11)$$

Вычислим наименьшее значение функции $F_{\min}\left(Q_{1C};Q_{2C}\right)$:

$$F_{\min}\left(Q_{1C};Q_{2C}\right)=\frac{N_1}{Q_{1C}}+\frac{N_2}{Q_{2C}}=\frac{N_1\left(\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}\right)}{Q\sqrt{N_1}}+\frac{N_2\left(\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}\right)}{Q\sqrt{N_2}}=\frac{\left(\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}\right)^2}{Q}. \quad (12)$$

Диапазон применения «метода двоек»

Рассмотрим динамику изменения запасов ресурса Q в зависимости от варьирования величин N_1 и N_2 при условии того, что система снабжения функционирует в условиях сбережения ресурсов (9), (11). Проведем исследования, учитывая неравенства (4).

Предположим, что в какой-то момент времени произошло изменение множества N_1 потребителей ресурса Q_1 на величину $\Delta N_1\neq 0$.

Одновременно предположим, что другое множество потребителей ресурса N_2 изменилось соответственно – на $\Delta N_2\neq 0$, причем

$$\Delta N_1=-\Delta N_2, \quad (13)$$

т.е. число прибывших (убывших) потребителей ресурса Q в множестве N_1 переходит в число убывших (прибывших) потребителей ресурса Q в множестве N_2 и осуществляется их взаимообмен. В этом случае также происходят соответствующие изменения ресурсов ΔQ_1, ΔQ_2 и их взаимообмен.

Предварительно свяжем ΔN_1, ΔQ_1 и соответственно – ΔN_2, ΔQ_2.

Очевидно, из (9) и (11) следует:

$$Q_{1C}=\frac{Q\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}}=\frac{Q}{1+\sqrt{\frac{N_2}{N_1}}}=\frac{Q}{1+\sqrt{\frac{N}{N_1}-1}}, \quad (14)$$

$$Q_{2C}=\frac{Q\sqrt{N_2}}{\sqrt{N_1}+\sqrt{N_2}}=\frac{Q}{1+\sqrt{\frac{N_1}{N_2}}}=\frac{Q}{1+\sqrt{\frac{N}{N_2}-1}}. \quad (15)$$

При наличии обмена в множествах потребителей N_1 и N_2 соответственно на величины ΔN_1 и ΔN_2, учитывая (3), (13)–(15), получим соответствующие изменения ресурса ΔQ_{1C}, ΔQ_{2C} в этих множествах:

$$\Delta Q_{1C}=Q\left(\frac{1}{1+\sqrt{\frac{N}{N_1+\Delta N_1}-1}}-\frac{1}{1+\sqrt{\frac{N}{N_1}-1}}\right). \quad (16)$$

Полагая, что $\frac{N}{N_1+\Delta N_1}>1$, $\frac{N}{N_1}>1$, имеем

I) Если $\Delta N_1>0$, то

$$\frac{N}{N_1+\Delta N_1}-1<\frac{N}{N_1}-1\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow\sqrt{\frac{N}{N_1+\Delta N_1}-1}<\sqrt{\frac{N}{N_1}-1}\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1+\sqrt{\frac{N}{N_1+\Delta N_1}-1}<1+\sqrt{\frac{N}{N_1}-1}\Leftrightarrow\Delta Q_{1C}>0;$$

II) Если $\Delta N_1 < 0$, то $\frac{N}{N_1 + \Delta N_1} - 1 > \frac{N}{N_1} - 1 \Leftrightarrow \Delta Q_{1C} < 0$.

Аналогично:

$$\Delta Q_{2C} = Q\left(\frac{1}{1+\sqrt{\frac{N}{N_2 + \Delta N_1} - 1}} - \frac{1}{1+\sqrt{\frac{N}{N_2} - 1}} \right). \quad (17)$$

И в этом случае получим
I) Если $\Delta N_2 > 0$, то $\Delta Q_{2C} > 0$;
II) Если $\Delta N_2 < 0$, то $\Delta Q_{2C} < 0$.

Сравним приращения ресурсов ΔQ_{1C} и ΔQ_{2C}, используя формулы (9), (11), (13), (16), (17):

$$\Delta Q_{1C} = Q\left(\frac{\sqrt{N_1 + \Delta N_1}}{\sqrt{N_1 + \Delta N_1} + \sqrt{N_2 - \Delta N_1}} - \frac{\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_1} + \sqrt{N_2}} \right) =$$

$$= \frac{Q\left(\sqrt{N_1 N_2 + N_2 \Delta N_1} - \sqrt{N_1 N_2 - N_1 \Delta N_1} \right)}{\left(\sqrt{N_1 + \Delta N_1} + \sqrt{N_2 - \Delta N_1} \right) \cdot \left(\sqrt{N_1} + \sqrt{N_2} \right)}, \quad (18)$$

$$\Delta Q_{2C} = Q\left(\frac{\sqrt{N_2 + \Delta N_1}}{\sqrt{N_1 + \Delta N_1} + \sqrt{N_2 - \Delta N_1}} - \frac{\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_1} + \sqrt{N_2}} \right) =$$

$$= \frac{Q\left(\sqrt{N_1 N_2 - N_1 \Delta N_1} - \sqrt{N_1 N_2 + N_2 \Delta N_1} \right)}{\left(\sqrt{N_1 + \Delta N_1} + \sqrt{N_2 - \Delta N_1} \right) \cdot \left(\sqrt{N_1} + \sqrt{N_2} \right)}. \quad (19)$$

Из (18) и (19) имеем

$$\Delta Q_{1C} = -\Delta Q_{2C}. \quad (20)$$

Следует отметить, что вариант невзаимосвязанного изменения числа потребителей ресурса будет рассмотрен в последующих публикациях.

Замечание. «Метод двоек» можно распространить вглубь для каждой из получившихся частей N_1 и N_2 массива потребителей N и т.д.

«Метод двоек» может быть расширен до «метода троек», …, «метода n-ок» соответственно для функций цели 3-х, …, n переменных. Это потребует дальнейших исследований и значительно расширит возможности математического анализа в прикладных задачах оптимизации производственных процессов. В этом случае поиск минимума функции n переменных сводится к поиску знака соответствующего дифференциала второго порядка во всех стационарных точках первого порядка данной функции. Легко доказать, что такой экстремум существует всегда.

Важно отметить, что желательно провести исследование по сочетанию методов «двоек», «троек», и т.д. при решении практических задач распределения ресурсов и минимизации материальных затрат. В частности, возможен вариант решения данной задачи в режиме реального времени по факту завершения этапов работ отдельными группами исполнителей.

Предлагаемая методика распределения материальных ресурсов может быть использована при обслуживании крупных жилых и промышленных массивов городской застройки.

Упомянутый алгоритм разбиения вещественных потоков дает возможность автоматизировать энерго- и массосбережение в так называемых «умных домах». В этом случае неизбежно широкое применение управляющих микропроцессоров различного типа, пользующих вышеуказанные ритмы и приемы оптимизации.

Данный подход позволяет обслуживать массивы потребителей с учетом их иерархии и ранжирования на уровне админи-

стративной классификации объектов снабжения. Не последнюю роль в применении указанного метода играют альтернативные источники энергии, которые можно свести в отдельные группы поставщиков.

«Метод двоек» позволяет решить ряд экономических и финансовых задач при распределении денежных потоков в среде обслуживаемой клиентуры. Здесь возможен подход в планировании и реализации банковских операций в вопросах распределения материальных ценностей.

Данный прием можно также применять в сельском хозяйстве, системе ЖКХ и т.д. Важно отметить, что алгоритм метода оперативно реагирует на изменение исходных показателей.

Выводы

1. Сформулирован подход по разделению структуры обслуживаемого объекта на две части «методом двоек», который представляет величину суммы отношений числа потребителей к соответствующим расходам ресурса по этим частям в виде функции двух переменных от Q_1 и Q_2.

2. Выполнено исследование полученной функции на локальный экстремум в найденной точке минимума.

3. Получены рабочие формулы распределения лимита ресурсов на две части Q_1 и Q_2, соответствующие предлагаемым значениям N_1 и N_2 общего объема N потребителей ресурса на исследуемом объекте.

Список литературы

1. Ледуховский Г.В. Алгоритмы сведения материальных и энергетических балансов при расчетах технико-экономических показателей оборудования ТЭС на основе метода регуляризации некорректных задач / Г.В. Ледуховский, В.П. Жуков, Е.В. Барочкин, А.П. Зимин, А.А. Разинков // Теплоэнергетика. – 2015. – № 8. – С. 72.

2. Шарипов И.Н. Пути минимизации материальных потоков и их максимально полезного использования с целью повышения рентабельности предприятий по производству продуктов питания и напитков на примере реализации соответствующего проекта с участием 13 компаний в Великобритании / И.Н. Шарипов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2004. – № 4. – С. 1160.

3. Иващук О.А. Моделирование автоматизированной системы интеллектуального экомониторинга и управления экологической безопасностью городских территориальных агломераций / О.А. Иващук, И.С. Константинов, О.Д. Иващук, В.И. Федоров // Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. – Белгород, 2015. – С. 169–184.

4. Fedorov S.S. Некоторые особенности математического моделирования процесса управления ресурсоэффективной системой теплоснабжения зданий / S.S. Fedorov, D.N. Tyutyunov, N.V. Klyueva, L.I. Studenikina // Методология энерго-ресурсосбережения и экологической безопасности: материалы Второй Крымской международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2015. – С. 72–73.

5. Федоров С.С. Математическая модель системы автоматического регулирования параметров теплоносителя отапливаемых зданий / С.С. Федоров, Н.С. Кобелев, Д.Н. Тютюнов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2010. – № 3(32). – С. 40–44.

6. Белоусов А.В. Особенности структуры автоматизированной системы диспетчерского управления комплекса Белгородского государственного университета / А.В. Белоусов, Е.А. Потапенко, С.В. Костриков // «Телематика»: Труды XI Всероссийской научно-методической конференции. – СПб.: Изд-во С-ПГИТМО, 2004. – Т. 1, Секции А, В, С. – С. 85–86.

7. Россов А.В. Разработка автоматизированной системы управления тепло-, водоснабжением / А.В. Россов, О.В. Арсентьев // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет. – Иркутск, 2016. – С. 17–20.

8. Федоров С.С. Методика составления математической модели управления процессом пофасадного регулирования отопления здания гаража автопредприятия / С.С. Федоров, Д.Н. Тютюнов, А.А. Панин // Актуальные проблемы и перспективы преподавания математики: сборник научных статей VI международной научно-практической конференции. – Курск, 2016. – С. 41–46.

9. Федоров С.С. Математическая модель управления приводом системы отопления зданий и сооружений/ С.С. Федоров, Н.С. Кобелев, Д.Н. Тютюнов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2010. – № 4. – С. 35–41.

10. Осипов С.Н. О некоторых особенностях энергоснабжения жилых зданий в отопительный период / С.Н. Осипов, В.М. Пилипенко // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2017. – Т. 60, № 1. – С. 77–96.

11. Сулюкова Л.Ф. Методы моделирования и оптимального управления технологическими системами / Л.Ф. Сулюкова // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 5-й Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: ГНУ Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Россельхозакадемии, 2012. – С. 300–306.

12. Чичерин С.В. Планирование величины нагрузок систем централизованного теплоснабжения с учетом особенностей современного теплопотребления / С.В. Чичерин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21, № 6(125). – С. 103–110.

13. Тютюнов Д.Н. Функции нескольких переменных: учебное пособие / Д.Н. Тютюнов, Л.И. Студеникина, Е.В. Скрипкина. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2016. – 158 с.

14. Бабич С.В. Анализ чувствительности целевой функции для управления системами теплоснабжения городских районов / С.В. Бабич // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2014. – Т. 20, № 4(6). – С. 90–95.

15. Моргунова Н.А. Решение задачи о минимизации целевой функции / Н.А. Моргунова, Е.Ю. Моргунова // Актуальные проблемы и перспективы преподавания математики: сборник научных статей V Международной научно-практической конференции. – Курск, 2014. – С. 91–96.

УДК 628.164-92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ЕДКОНАТРОВОГО УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

Федотов Р.В., Чепкасова Н.И., Щукин С.А., Лапина И.А., Кузнецов М.С.

ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, e-mail: r.v.fedotov1@gmail.com

Настоящая статья посвящена исследованию возможности применения коагулянтов на основе оксихлорида алюминия в технологии едконатрового умягчения воды. В статье рассмотрены основные методы умягчения природных вод. Показано, что существующие на действующих очистных сооружениях технологии не снижают концентрацию солей жесткости, что приводит к необходимости применения различных методов умягчения воды, внедрение которых в технологические цепочки не всегда возможно. Применение различных методов умягчения воды ограничено высокими капитальными затратами, связанными с необходимостью устройства дополнительных реагентных хозяйств и закупкой дорогостоящего оборудования, а также образованием в ряде случаев высококонцентрированных солевых стоков. Применение широко известного метода едконатрового умягчения ограничивается необходимостью обработки воды коагулянтами на основе солей железа, которые на сегодняшний день менее распространены по сравнению с алюминиевыми коагулянтами. Дальнейшее развитее едконатрового умягчения связано с возможностью применения в качестве реагентов интенсифицирующих процессы осаждения коагулянтов на основе оксихлорида алюминия. Введение оксихлорида алюминия в реагентноумягченную воду с последующим ее подкислением позволяет добиться необходимых показателей качества по таким критериям, как pH, концентрация солей жесткости и остаточного алюминия.

Ключевые слова: реагентное умягчение, очистка природных вод, питьевая вода, оксихлорид алюминия, едкий натр

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF THE OXYCHLORIDE OF ALUMINIUM IN TECHNOLOGY OF DIABROTIC AND SODIUM WATER DEMINERALIZING

Fedotov R.V., Chepkasova N.I., Schukin S.A., Lapina I.A., Kuznetsov M.S.

Federal Public Budgetary Educational Institution of Higher Education «Southern Russian State Polytechnical University (NPI) of M.I. Platov», Novocherkassk, e-mail: r.v.fedotov1@gmail.com

This article is devoted to the investigation of the possibility of using coagulates based on aluminum oxychloride in the technology of caustic water softening. The main methods of natural water softening are considered in the article. It is shown that existing technologies at existing treatment facilities do not reduce the concentration of hardness salts, which leads to the need for various water softening methods, the introduction of which into technological chains is not always possible. The application of methods of various methods of water softening is limited by the high capital costs associated with the need to install additional reagent farms and the purchase of expensive equipment, as well as the formation in some cases of highly concentrated salt effluents. The use of the widely known method of caustic soda softening limits the need for water treatment with coagulants based on iron salts, which are less common today than aluminum coagulants. Further development of caustic soda softening is associated with the possibility of using as intensifying agents for the precipitation of coagulants based on aluminum oxychloride. The introduction of aluminum oxychloride in reagent softened water with its subsequent acidification, allows to achieve the necessary quality indicators by such criteria as pH, concentration of hardness salts and residual aluminum.

Keywords: reagent softening, purification of natural waters, drinking water, aluminum oxychloride, caustic

В соответствии с требованиями ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» показатели качества р. Дон соответствуют второму классу, для которого ГОСТ 2761-84 (приложение 1) рекомендует проводить очистку воды до требований ГОСТ 2874 «Вода питьевая» (в настоящее время СанПиН 2.1.4.1074-01) с применением коагулирования, отстаивания, фильтрования, обеззараживания; при наличии фитопланктона – микрофильтрования [1].

Многолетние наблюдения за качественным составом нижнего течения р. Дон (водозаборы г. Новочеркасск, г. Шахты и х. Хапры) за период с 2011 по 2017 гг. показали, что максимальное значение по общей жесткости составило 11,8 град. (в среднем не более 7,5–8,5 град.), что превышает предельно допустимое значение более чем на 60%. В периоды, когда были зафиксированы превышения ПДК по общей жесткости, общая минерализация также превышала нормативно установленные границы. Максимально зафиксированное солесодержание составило 1268 мг/л, при средних значениях 750–800 мг/л. Необходимо отметить, качество воды в нижнем течении реки Дон по данным показателям ухудшается в зимне-

весенний период года, когда на очистные сооружения нет дополнительной нагрузки в виде фитопланктона, взвешенных веществ, запахов и привкусов.

Применяемые на водопроводных очистных станциях (ВОС) технологии водоподготовки разработаны и в ведены в практику в 1950–1970-е гг. Методы обработки воды заложенные в них, предусматривают возможности умягчения воды. В связи с этим в процессе работы таких сооружений эксплуатирующие организации сталкиваются с предписаниями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека о доведении показателей качества очищенной воды до требований СанПиН 2.1.4.1074-01 [2]. При проектировании новых водоочистных сооружений и разработке решений по реконструкции существующих государственная экспертиза также вполне обоснованно требует предусматривать мероприятия направленные на снижение содержания солей кальция и магния в воде.

Снижение общей жесткости (и реже – общей минерализации) является наиболее сложной и, прежде всего, экономически затратной задачей воды, что может быть достигнуто методами ионного обмена, мембранным разделением (нанофильтрация или обратный осмос), или методом осаждения.

В результате применения метода ионного обмена (Na-катионирование) образуется до 30% вторичных загрязнений, в виде отработанных регенерационных растворов, отмывочных и взрыхляющих вод. Вторичные загрязнения представляют собой хорошо растворимые хлоридно-кальциево-магниевые рассолы с концентрацией солей до 80–100 г/л, для переработки и захоронения которых на сегодняшний день не существует экономически обоснованных технологий. Необходимо отметить, что при применении данного метода значительная часть себестоимости воды приходится именно на обработку (утилизацию) отходов водоочистки на выпарных и кристаллизационных установках, что по затратам значительно превосходит само ионообменное умягчение.

Технология обратного осмоса должна включать в себя предварительную очистку воды от цветности и мутности, после чего часть от общего расхода осветленной и фильтрованной воды направляется на двухкаскадную установку обратного осмоса. В случае обработки воды нижнего течения р. Дон на обратноосмотическую установку необходимо направлять до 60% расхода, поступающего на очистные сооружения. Образующиеся рассолы далее возможно направить на концентрирование на нанофильтрационном аппарате, что позволяет снизить объем образующегося концентрата до 5–8% от общего расхода воды, поступающего на осмос. При этом общая жесткость такого концентрата, как показывают расчеты для донской воды, составит около 100 мг-экв/л при суммарном солесодержании около 13 г/л. Дальнейшая обработка концентрата может быть осуществлена применением реагентных методов осаждения для получения хлоридно-натриевого раствора, из которого электролизом получают гипохлорит натрия. Однако затраты на выделение солей жесткости из концентрата сопоставимы с затратами прямого реагентного умягчения воды, в связи с чем данный метод может рассматриваться только в случае необходимости дополнительного обессоливания воды.

Преимущества метода осаждения (реагентного умягчения) в сравнении с рассмотренными методами заключаются в следующем:

– процесс реагентного умягчения возможно проводить в существующих сооружениях – осветлителях со слоем взвешенного осадка или отстойниках различного типа, эффективность и надежность работы которых может быть значительно повышена путем установки в них тонкослойных модулей;

– при реагентном умягчении воды в осветлителе происходит также ее обезжелезивание, осветление и обесцвечивание;

– удаление из воды ионов кальция, магния и карбоната осуществляется переводом этих ионов в нерастворимую фазу (карбонат кальция и гидроксид магния), наиболее удобную для последующей переработки и утилизации;

– метод относительно прост, не требует сложного и дорогостоящего оборудования, значительно менее энергоемкий, позволяет достичь нормативных показателей по общей жесткости и солесодержанию.

Доведение качества воды до нормативов СанПиН 2.1.4.1074-01 методами осаждения возможно с применением извести, извести и соды, едкого натра (с известью или содой, либо без них) [3–5]. При известковом методе умягчения воды удаляется только карбонатная жесткость. Однако из-за неполноты выпадения солей и без дополнительного подогрева воды остаточная жесткость будет превышать теоретическое значение на 0,5–1,0 мг-экв/л и, возможно, не снизится до нормативных значений. Известково-содовый метод пригоден для умягчения воды любого ионного состава, но дозы реагентов при этом резко возрастают (на величину некарбонатной жесткости).

Умягчение едким натром, как альтернатива известковому методу, возможно, если качество исходной воды отвечает условию $2HCO_3^- + CO_2 > Ca^{2+}$. Доза едкого натра при этом, мг-экв./дм^3, будет равной

$$Д_{NaOH} = CO_2 + HCO_3^- + Mg^{2+} + Д_к + И_{NaOH},$$

где $Д_к$ – доза коагулянта, мг-экв/л; $И_{NaOH}$ – избыток едкого натра, ≈ 0,5 мг-экв/л. Едконатровая обработка, в отличие от известкования, не пылит, не требует громоздкой аппаратуры для гашения извести и подготовки ее к дозированию.

Едкий натр (NaOH) представляет собой щелочной реагент, при добавлении в воду которого происходит смещение pH среды в сильнощелочную сторону. В щелочной среде (при pH ≥ 9,8–10,0) начинается интенсивное образование малорастворимых соединений карбоната кальция и гидроксида магния, которые в дальнейшем могут быть эффективно удалены из воды при помощи существующих технологических вооружений [4, 5]:

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3 \downarrow,$$

$$Mg^{2+} + OH^- = Mg(OH)_2 \downarrow.$$

Интенсификация процессов осаждения нерастворимых соединений, как правило, проводится с применением коагулянтов. Для обработки сильно щелочных вод рекомендуется применение коагулянтов на основе солей железа, поскольку образующийся при гидролизе солей алюминия $AlOH_3$, в сильно щелочной среде образует растворимые алюминат ионы [6]. Так согласно [7, 8] эффективность работы сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$ в сильнощелочной среде резко падает, и применение его становится неэффективным.

В практике водоподготовки на сегодняшний день распространено применение в качестве коагулянта оксихлорида алюминия (ОХА), однако результатов исследований об эффективности применения ОХА при обработке вод с pH ≥ 8,5 в литературных источниках не встречается. Достоинством данного коагулянта в первую очередь является его действие в большом диапазоне pH среды, что может благоприятно сказаться на процессах водоподготовки с применением едко-натрового метода умягчения. Однако как было указано выше, применение данного коагулянта может привести к возрастанию содержания остаточного алюминия в воде с превышением его предельно допустимой концентрации 0,5 мг/дм^3.

При добавлении в воду оксихлорида алюминия происходит его гидролиз с образованием гидроксида алюминия – малорастворимого соединения, выпадающего в осадок при pH = 5–11единиц, и свободных ионов H^+ и Cl^-.

$$2Al_2(OH)_5Cl + 2H_2O =$$

$$= 4Al(OH)_3 + 2H^+ + 2Cl^-.$$

Однако при использовании едконатрового метода умягчения pH обрабатываемой воды превышает 8,5 и гидроксид алюминия начинает переходить в форму алюминат-иона $[Al(OH)_4]^-$, растворимого в воде. Тем самым, с увеличением pH среды, увеличивается и концентрация остаточного алюминия в воде.

На рис. 1 представлено распределение гидроксокомплексов алюминия по формам в зависимости от pH среды [9].

$$Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-.$$

Согласно действующим требованиям потребителю допускается подавать воду величиной водородного показателя в пределах 6–9 единиц pH [2], вследствие чего воду, прошедшую в реагенте умягчение, необходимо подкислять с доведением показателя pH до величины равновесного насыщения, с целью предотвращения коррозии и выпадения карбонатов на поверхности трубопроводов [10]. Для снижения pH среды было принято решение обрабатываемую воду подкислять раствором HCl, поскольку применение данного реагента в меньшей степени оказывает влияние на солесодержание воды в сравнении с серной кислотой. При введении в воду соляной кислоты совместно с реакциями нейтрализации карбонат- и гидроксид-ионов будет протекать реакция образования гидроксида алюминия:

$$[Al(OH)_4]^- + HCl \rightarrow Al(OH)_3 + H_2O + Cl^-.$$

В рамках проекта «Молодежные лаборатории» ЮРГПУ (НПИ) и при содействии предприятия ООО НПП «ЭКОФЕС» были проведены исследования возможности эффективного применения оксихлорида алюминия в технологии едконатрового умягчения воды. Исследования проводили в два этапа.

На первом этапе проводили опыты по применению едконатрового метода умягчения с пробной коагуляцией в мерном цилиндре, объемом 1 дм^3. Качество сырой воды, поступающей на ВОС г. Новочеркасск из реки Дон, по состоянию на март 2017 г. характеризовалось следующими показателями: жесткость общая – 7,8 °Ж, кальций (Ca^{2+}) – 4,0 мг-экв./дм^3, магний (Mg^{2+}) – 3,3 мг-экв./дм^3, гидрокарбонат-ион (HCO_3^-) – 4,0 мг-экв./дм^3, температура – 8,7 °С, pH = 8,08.

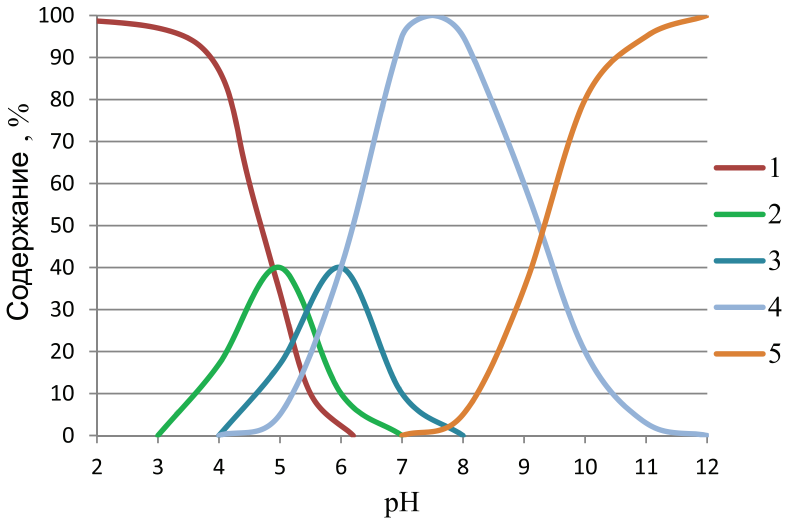


Рис. 1. Влияние pH раствора на распределение гидроксокомплексов алюминия:
1 – $[Al(H_2O)_6]^{3+}$, 2 – $[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$, 3 – $[Al(OH)_2(H_2O)_4]^{+}$, 4 – $Al(OH)_3$, 5 – $[Al(OH)_4]$

Таблица 1

Результаты едконатрового умягчения с применением коагулянта ОХА

№ п/п	Дозы реагентов, мг/дм³			Подкисление	pH после обработки	Концентрации, мг-экв/дм³						
	NaOH	$Al_2(OH)_5Cl$	Praestol 650			$Ж_{общ}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	OH^-	Al^{3+}
1	332	30	2	–	10,81	0,8	0,5	0,3	0	4,2	0,1	0,19
				+	7,7	0,5	0,4	0,1	2	0	0	0,054
2	332	30	0	–	10,84	0,6	0,5	0,1	0	4,4	0,1	0,17
				+	7,8	0,6	0,55	0,05	2,1	0	0	0,07
3	336	30	2	–	10,86	1,4	1,0	0,4	0	5,6	0	0,43
				+	7,84	1,0	0,7	0,3	3,2	0	0	0,34
4	336	30	2	–	10,82	1,1	0,8	0,3	0	4,4	0,5	0,58
				+	7,7	0,9	0,6	0,3	2,6	0	0	0,29

В мерные цилиндры последовательно вводили растворы реагентов, после чего проводили перемешивание с помощью аэрации в течение 3 минут, затем следовало 30-минутное отстаивание и фильтрование через фильтровальную бумагу.

Проведенные опыты показали снижение жесткости ниже предельно допустимой концентрации, а также снижение концентрации остаточного алюминия после подкисления. Концентрация алюминия в обработанной воде не превышала 0,4 мг-экв/дм³. Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

В процессе коагулирования происходило быстрое образование легкоосаждающегося осадка (рис. 2).

На следующем этапе работы была создана модельная пилотная установка, схема которой приведена на рис. 3.

Обработка воды на модельной установке велась в следующей последовательности, совместно с исходной водой в смеситель подавался едкий натр (доза NaOH – 332 мг/дм³), коагулянт Аурат-ТМ[30] (доза по Al_2O_3 – 30 мг/дм³) и воздух для перемешивания. Далее вода поступала в вертикальный осветлитель, где проходила снизу вверх через слой образовавшегося осадка. На выходе из осветлителя воду подкисляли соляной кислотой и после этого направляли на фильтр с зернистой загрузкой ОДМ-2Ф. Показатели качества очищенной воды после модельной установки приведены в табл. 2.



Рис. 2. Образование осадка в цилиндре в результате применения едконатрового метода умягчения совместно с оксихлоридом алюминия

Обобщение экспериментальных данных, полученных в ходе исследований, позволяет сделать выводы о высокой эффективности применения едкого натра для умягчения донской воды. Величина остаточной жесткости воды после едко-натрового умягчения составляет 0,7–1,0 мг-экв/дм^3, тем самым для достижения нормативных требований в очищенной воде р. Дон на обработку необходимо направлять менее 50 % от общего расхода поступающего на очистные сооружения. Для интенсификации осаждения солей жесткости с высокой эффективностью может быть использован полиоксихлорид алюминия. Соблюдение требований СанПиН 2.1.4.1074-01 по остаточной концентрации алюминия в умягченной воде достигается в ходе стабилизационной обработки воды.

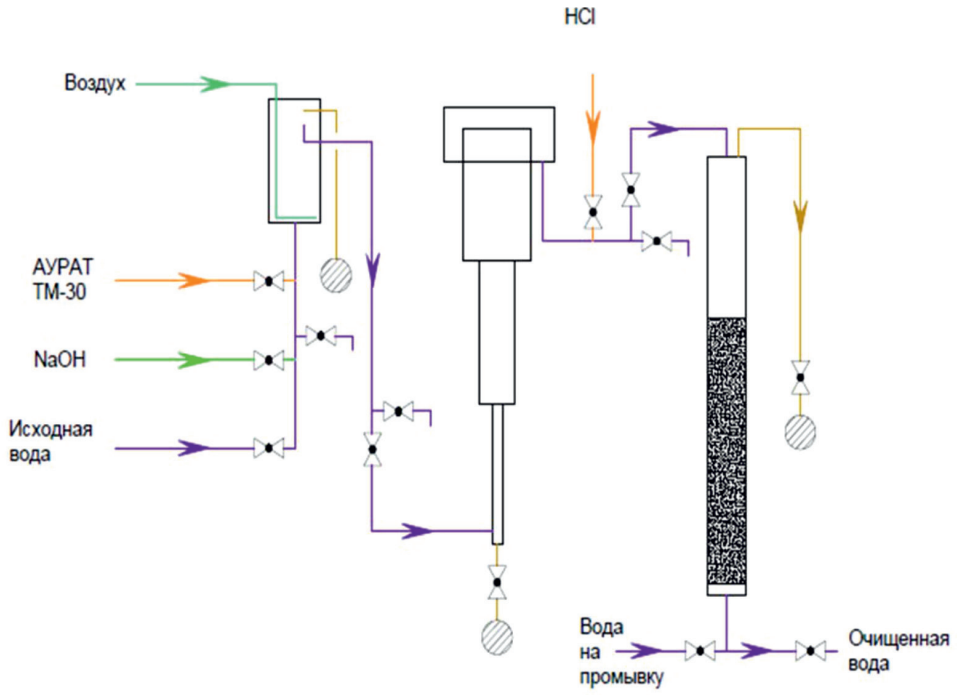


Рис. 3. Схема модельной установки умягчения воды

Таблица 2

Результаты едко натрового умягчения на модельной установке

№ п/п	pH после обработки	Концентрации, мг-экв/дм^3						
		$Ж_{общ}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	OH^-	Al^{3+}
1	7,67	1,5	1,1	0,4	2	0	0	0,06
2	7,8	0,65	0,6	0,05	2,2	0	0	0,07
3	7,84	1,0	0,7	0,3	2,1	0	0	0,35
4	7,7	0,9	0,7	0,2	2,4	0	0	0,28

Список литературы

1. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 11 с.

2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – М.: Рид Групп, 2012. – 126 с.

3. Технологические и проектные решения реконструкции сооружений очистки воды нижнего течения р. Дон. / С.И. Игнатенко, А.Ю. Черкесов, Л.Н. Фесенко и др. // Техновод. – 2016. – С. 75–85.

4. Беликов С.Е. Водоподготовка. Справочник для профессионалов. Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С. Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

5. Davis M.L. Water and Wastewater Engineering McGraw-Hill, 2010 – 1278 p.

6. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М.: Наука, 1977. – 356 с.

7. Теоретические основы очистки воды: учебное пособие / Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышев. – Донецк: изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2009. – 298 с.

8. Goncharuk V.V. Drinking Water: Physics, Chemistry and Biology Springer, 2014. – 446 p.

9. Драгинский В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетманцев. – М., 2005. – 576 с.

10. Линевич С.Н., Гетманцев С.В. Коагуляционный метод водообработки: теоретические основы и практическое использование. – М.: Наука, 2007. – С. 230.

УДК 656.078:711.4(597-25)

ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ НА ОСНОВЕ АВТОВОКЗАЛОВ Г. ХАНОЙ

Хо Тху Фыонг, Щербина Е.В.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, e-mail: hvphuongluv@gmail.com

Развитие города Ханой приводит к увеличению пассажиропотоков, в то время как основным видом общественного транспорта в настоящее время том является автобус. Приведены данные обследования пяти основных автовокзалов города, на которых осуществляются основные виды пересадок. Обосновано, что автовокзалы г. Ханой создают хорошую основу для формирования транспортно-пересадочных узлов, что связано с увеличением пассажиропотока. Вероятностный анализ изменения структуры пересадок, связанного с вводом метрополитена, позволяет установить максимальный пассажиропоток в ТПУ, организованных на основе автовокзалов, и дать рекомендации по планировочной организации и реконструкции. Полученные данные прогноза пассажиропотоков на пяти автовокзалах указывают на исчерпание пропускной способности наземного пассажирского транспорта и необходимости ввода метрополитена. Проектирование ТПУ должно осуществляться с учетом прогнозируемого увеличения пассажиропотоков. Предложенная логистическая модель пассажиропотоков и структуры пересадок на основе данных натурных наблюдений с 2008 по 2015 гг. позволяет проводить уточнения по мере получения новых данных, а также учитывать экономические изменения.

Ключевые слова: транспортно-пересадочные узлы, автовокзал, транспортная система, скоростной внеуличный транспорт, пассажиропоток, структура пересадок, статистическая модель, логистическая кривая

PERSPECTIVES FOR THE FORMATION OF TRANSPORTATION HUBS ON THE BASIS OF BUS STATIONS IN HANOI

Ho Thu Phuong, Scherbina E.V.

National research university «Moscow State University of Civil Engineering», Moscow, e-mail: hvphuongluv@gmail.com

The development of Hanoi leads to an increase in commuters, while the main means of public transport is still the bus. Survey data of the five main bus stations within the city, on which the main means of interchanges are carried out, it's justified that Hanoi bus stations create a good basic for the formation of transportation hub and that is associated with an increase in commuters. Probabilistic analysis of changes in the structure of interchanges associated with the entry of the subway allows to establish the maximum passenger traffic in the transportation hub, organized on the basis of bus stations, and gives recommendations for planning organization and reconstruction. The obtained data of the forecast of passenger traffic at five bus stations indicates the exhaustion of the capacity of ground passenger transport, and the need to enter the subway. The design of the transportation hub should be carried out taking into account the projected increase in commuters. The proposed logistic model of passenger traffic and the structure of interchanges based on the data from observations from 2008 to 2015 allows for refinement as new data is received.

Keywords: transportation hub, bus station, transport system, UMRT, commuters, structure of interchanges, logistic model

Увеличение численности населения г. Ханой, повышение уровня подвижности жителей, развитие автомобильного, мотоциклетного и велосипедного транспорта стало причиной недостаточной пропускной способности городских дорог, снижения скорости передвижения, возникновения дорожных заторов, что приводит к снижению качества жизни населения. Это противоречит концепции устойчивого развития, одним из направлений которой служит создание эффективной транспортной системы, которая существенным образом влияет на экономическую, социальную, экологическую составляющие города [1, 2]. Транспортная система и сопутствующая инфраструктура обеспечивают связность и целостность территории города, безопасность граждан, способствуют укреплению и расширению торговых связей, привлечению инвестиций, создают комфортные условия для перемещения и проживания населения.

Важное место в городской транспортной системе занимают транспортно-пересадочные узлы (ТПУ), в которых осуществляется взаимодействие различных видов транспорта и пересадка пассажиров. На территории ТПУ оказываются сопутствующие услуги, например размещаются объекты торгового обслуживания, общественного питания, перехватывающие парковки [3, 4]. Эффективность ТПУ в системе городского пассажирского транспорта зависит от многих факторов, в том числе от структуры осуществляемых пересадок, сложившейся в результате планировочного развития тер-

ритории. Столица Вьетнама г. Ханой имеет свои особенности в части формирования пассажирского транспорта, которые определены историческими условиями развития. Как показали выполненные исследования, отличительной особенностью городского транспорта г. Ханой является наличие большой доли немоторизованного транспорта, достигающей 14,95% (рис. 1) [5].

В настоящее время основным видом общественного транспорта города служат городские и пригородные автобусы. Связь между внешним и внутренним транспортом осуществляется посредством пересадок на автовокзалах, расположенных в черте города, и характеризуется пятью видами пересадок. Сеть улиц и дорог города Ханой характеризуется радиальными и кольцевыми линиями, подобно всем крупным городам, например, таким как Москва [6, 7]. Программа развития общественного транспорта Ханоя предполагает строительство метрополитена, который должен разгрузить наземный общественный транспорт и сократить время доступности центров тяготения населения. В этой связи определение перспективы развития ТПУ на основе существующих автовокзалов представляет актуальную задачу, имеющую научную и практическую значимость.

В настоящее время связь между внешним и городским транспортом осуществляется на пяти главных автовокзалах (Жап Бат, Мй Динь, Йен Нгьия, Ныок Нгам, Жа Лам). Установлено, что размещение автовокзалов в планировочной структуре города неравномерное и концентрируется в его центральной части, что обусловлено отсутствием скоростного городского транспорта. По данным обследования, приведенного автором [8] для продолжения поездки от автовокзала и для прибытия на автовокзал пассажиры используют все виды пассажирского общественного и личного транспорта.

Структура пересадок характеризуются пятью видами пересадок как для направления «от вокзала», так и «к вокзалу». Преобладающим видом пересадок на автовокзалах, в направлениях «от вокзала» и «к вокзалу» является пересадка между городскими и пригородными автобусами, которая составляет 42,6% и 33,4% соответственно. Доля использования индивидуального транспорта составляет около 5% для передвижений «от вокзала» и возрастает до 24% для передвижений «к вокзалу». Выявлена зависимость предпочтений выбора видов транспорта и соответственно пересадок от длины маршрута в обоих направлениях. В направлении «к вокзалу» отмечается увеличение количества пересадок с индивидуального личного транспорта и такси на автобус. Другие пересадки (пешком) изменяются в пределах от 1,9% до 3,4% и зависят от состава населения, зоны влияния автовокзала и количества мест приложения труда в ней. Схема взаимодействующих систем на автовокзале представлена на рис. 2.



Рис. 1. Структура транспортного сообщения г. Ханой

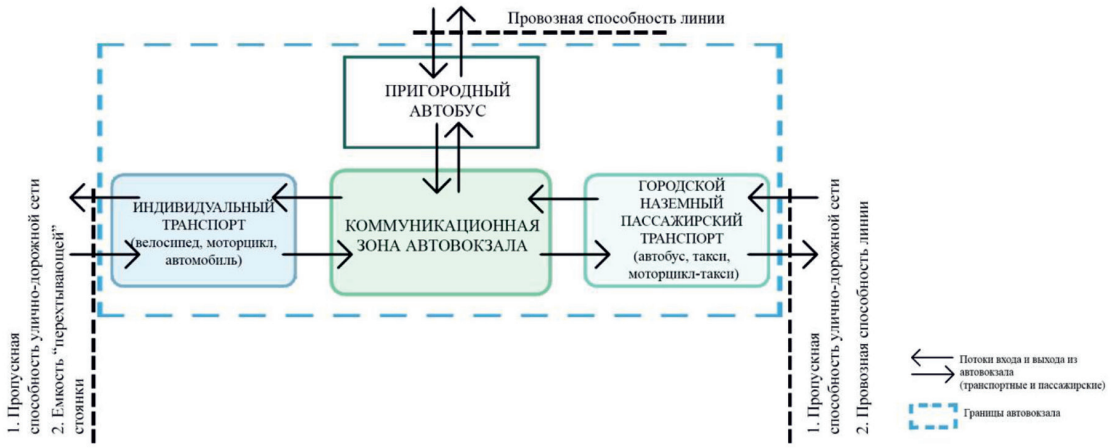


Рис. 2. Сводные показатели по системам, взаимодействующим в автовокзале

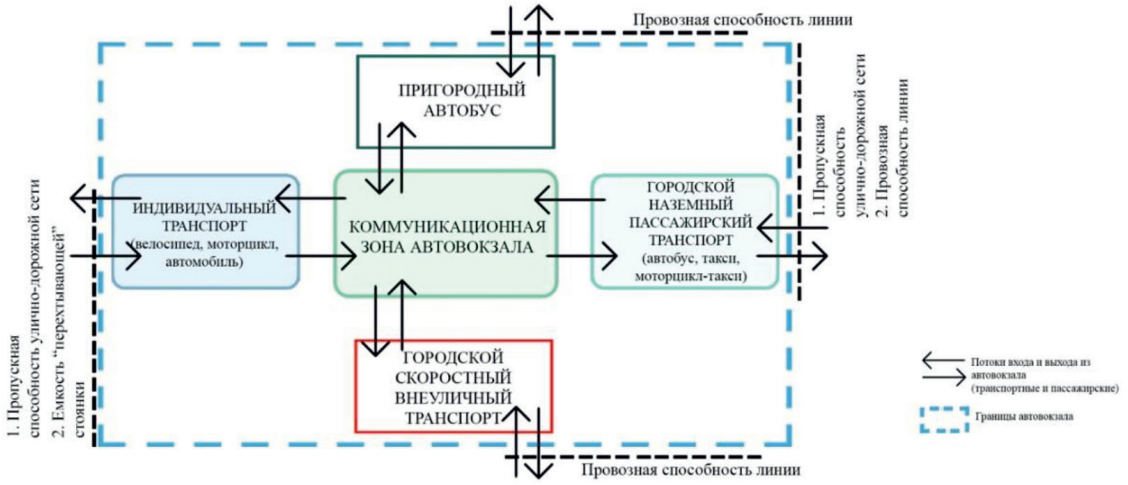


Рис. 3. Сводные показатели по всем системам, взаимодействующим в ТПУ с участием автовокзала (перспектива г. Ханой, 2030 г.)

Введение скоростного внеуличного транспорта (СВТ) и новых станций метрополитена в непосредственной близости от рассмотренных нами междугородних автовокзалов создаст предпосылки для организации ТПУ и существенно изменит структуру пересадок, которая представлена схемой на рис. 3.

Для составления прогноза изменения структуры пересадок нами принята статистическая модель логистической регрессии, которая используется для предсказания вероятности возникновения некоторого события согласно данным логистической кривой. Этот подход широко применяется в решении транспортных задач [9, 10]. Построение логистической кривой выполнено на основе обобщения и аппроксимации собранных статистических данных о годовых пассажиропотоках в «час-пик» с 2008 по 2015 гг. пяти автовокзалов, и дан на 2020 и 2030 гг.

Максимальное количество пассажиров в час пик, прибывающих на автовокзал, определяется формулой

$$P_n = P_i(1 + \alpha)^{n-i}, \quad (1)$$

где P_n – количество пассажиров в «n»-ный год конца прогнозируемого периода, чел.;
P_i – количество пассажиров в «i»-ный год прогнозируемого периода, чел.;
(n – i) – количество лет прогнозируемого периода;
α – среднегодовой темп прироста пассажиров.

Среднегодовой темп прироста пассажиров (α) можно определить по формуле

$$\alpha = \sqrt[n-i]{\frac{P_n}{P_i}} - 1. \quad (2)$$

Таблица 1

Пассажиропоток в час пик автовокзалов с 2008 по 2015 годы и прогноз до 2030 г.

Год / Вокзал	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2030
Йен Нгьия	1603	1715	1835	1982	2160	2376	2614	2875	4363	10048
Мй Динь	4285	4316	4351	4695	5090	5548	6058	6664	9983	22407
Жа Лам	1819	1946	2082	2269	2464	2696	2965	3262	5012	11833
Жап Бат	2735	2926	3130	3382	3686	4055	4460	4906	7493	17481
Ныок Нгам	556	594	636	687	748	823	905	996	1510	3471

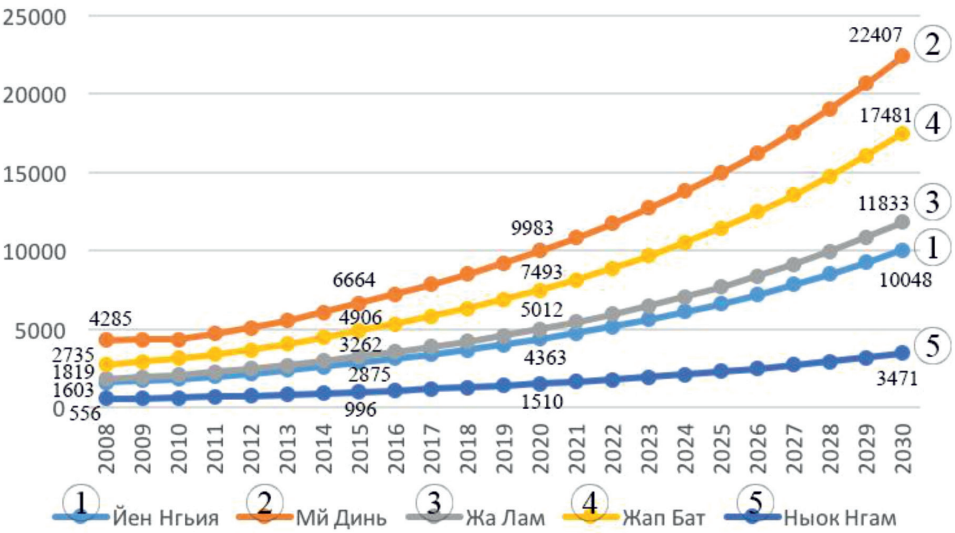


Рис. 4. Логистическая кривая пассажиропотоков в час пик автовокзалов г. Ханой

В результате расчетов получено, что среднегодовой темп прироста пассажиров в час пик составит: автовокзал Йен Нгьия α° = 8,7%; автовокзал Мй Динь α° = 8,42%; автовокзал Жа Лам α° = 8,97%; автовокзал Жап Бат α° = 8,84%; автовокзал Ныок Нгам α° = 8,68%. Это позволяет рассчитать прогнозные значения пассажиропотоков на пяти автовокзалах в час пик до 2020 г. и до 2030 г. (рис. 4). В табл. 1 приведены прогнозируемые пассажиропотоки в час пик на пяти автовокзалах.

Изменение структуры пересадок, вызванное планируемым вводом скоростного внеуличного транспорта г. Ханой, можно определить вероятностным методом с использованием логистической формулы (logit formulation) [11]. Тогда доля пассажиров, выбравших ту или иную пересадку, может быть рассчитана:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_i^k e^{U_i}}, \qquad (3)$$

где P_i – вероятность пассажиров, выбравших i-ю пересадку; U_i – коэффициент предпочтения пересадки; k – количество видов пересадок.

Коэффициент предпочтения пересадки i может быть вычислен:

$$U_i = b_i * (I)_i + c_i * (O)_i + d_i * (C)_i, \qquad (4)$$

где I_i – время поездки с использованием i-ой пересадки (in – vehicle travel time for mode i), мин; O_i – время, затрачиваемое на i-ю пересадку (пешеходное движение, ожидание и т.п. – out of vehicle travel time: walking, waiting, transferring, etc… for mode i), мин; C_i – путевые расходы для i-ой пересадки, руб.; b_i, c_i, d_i – постоянные коэффициенты i-ой, определяющиеся экспериментально. Согласно [11], могут быть приняты равными: b_i = –0,025 (1/мин); c_i = – 0,050 (1/мин).

$$d_i = \frac{1,248 * b_i}{income * TVP}, \qquad (5)$$

где *income* – средний доход домашнего хозяйства; *TVP* – коэффициент, учитывающий возможность передвижений в зависимости от среднего дохода населения, равный 0,25 1/мин.

Таблица 2

Прогнозируемые эксплуатационные условия пересадок (в радиусе 10 км от ТПУ)

Характеристики видов пересадок	Автобус	Такси	Мотоцикл-такси	Метрополитен
Расстояние (км)	10	10	10	10
Время, затрачиваемое на пересадку (мин)	18	15	20	6
Время, затрачиваемое пассажиром вне пересадки (мин)	15	0	0	5
Цена (руб./10 км)	2	30	20	2,5

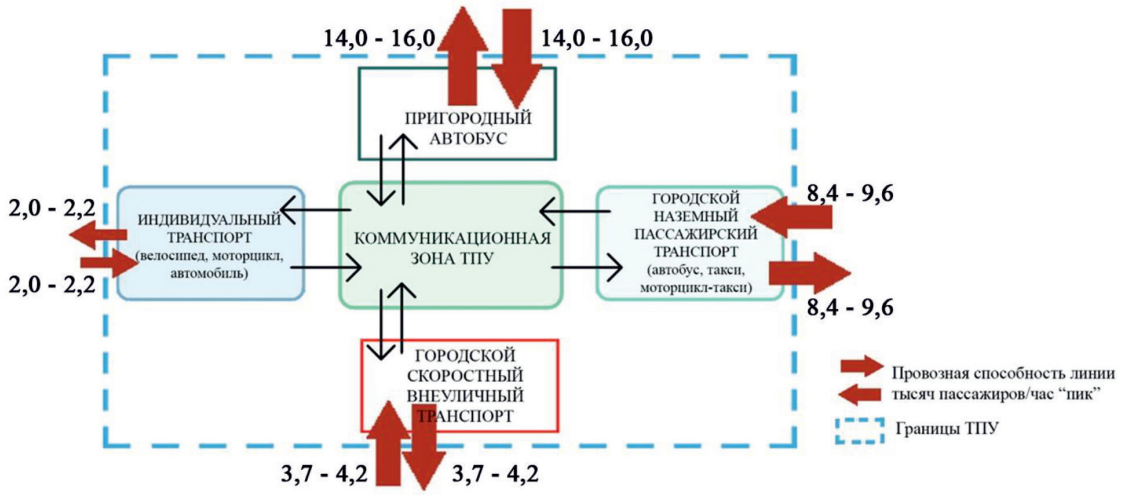


Рис. 5. Предельные значения пассажиропотока на входе – выходе из ТПУ

В решении этой задачи следует учитывать изменение стоимости поездки, вызванное использованием метрополитена, что имеет значение для 40,9 % опрошенных во время анкетирования пассажиров. Для этого был проанализирован среднегодовой доход семей, который для жителей Ханоя в 2015 г. составил 234 000 рублей. На основе этих данных определены коэффициенты пересадок с участием метрополитена, автобусов, мотоциклов-такси и такси: $U_{метро} = -0{,}116$, $U_{автобус} = -0{,}546$, $U_{мотоцикл\text{-}такси} = -0{,}061$ и $U_{такси} = -0{,}053$. В табл. 2 приведены прогнозируемые эксплуатационные условия пересадок. Тогда, по формуле (3) с использованием данных табл. 2 определим прогнозируемые доли пассажиров для видов общественного транспорта. На 2030 г. среднее количество пассажиров в час пик в автовокзалах составит 14–16 тыс. чел. Доля метрополитена составит 26,4 %, что равно 3,7–4,2 тыс. чел. Доля других общественных средств (автобус, мотоцикл-такси, такси) составит 60 %, что равно 8,4–9,6 тыс. чел. 13,6 % (2,0–2,2 тыс. пассажиров) используют индивидуальный транспорт. Отсюда можно найти предельные значения пассажиропотока на входе – выходе из ТПУ (на базе междугороднего автовокзала) (рис. 5).

Максимальный расчетный пассажирооборот узла (при условии, что в узел входят одна станция метрополитена и один автовокзал) составляет 30–35 тыс. пассажиров в «пиковый» час. Эти приведенные расчеты носят теоретическй характер и при построении модели будут использованы в виде предельных показателей на входах в систему.

Главным преимуществом межрегиональных автобусов является возможность оперативной корректировки маршрутной сети и расписания движения в соответствии с потребностями пассажиров. Важную роль в обслуживании пассажиров межрегионального сообщения играют автовокзалы, которые, по сути дела, являются ТПУ, в которых происходит основное обслуживание пассажиров.

Выводы

Автовокзалы г. Ханой создают хорошую основу для формирования транспортно-пересадочных узлов, что связано с увеличением пассажиропотока.

Вероятностный анализ изменения структуры пересадок, связанный с вводом

метрополитена, позволяет установить максимальный пассажиропоток в ТПУ, организованных на основе автовокзалов, и дать рекомендации по планировочной организации и реконструкции.

Полученные данные прогноза пассажиропотоков на пяти автовокзалах указывают на исчерпание пропускной способности наземного пассажирского транспорта и необходимость ввода метрополитена. Проектирование ТПУ должно осуществляться с учетом прогнозируемого увеличения пассажиропотоков.

Предложенная логистическая модель изменения пассажиропотоков и структуры пересадок на основе данных натурных наблюдений с 2008 по 2015 гг. позволяет проводить уточнения по мере получения новых данных о количестве пассажиров, а также учитывать экономические изменения.

Список литературы

1. Щербина Е.В., Данилина Н.В. Градостроительные аспекты проектирования устойчивой городской среды / Е.В. Щербина, Н.В. Данилина // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 11. – С. 183–186.

2. Sherbina E.V., Danilina N.V., Vlasov D.N. City planning issues for sustainable development. International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – vol. 10, no. 22. – P. 43131–43138. URL: http://www.ripublication.com/Volume/ijaerv10n22.htm (accessed 09.09.2017).

3. Власов Д.Н. Транспортно-пересадочные узлы крупнейшего города (на примере Москвы): монография / Д.Н. Власов. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 96 с.

4. Власов Д.Н. Приоритетные направления развития системы транспортно-пересадочных узлов агломерации / Д.Н. Власов // Academia. Архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 86–89.

5. Планирование развития общественного транспорта города Ханой до 2030 г. и до 2050 г.: науч. тех. отчет, аналит. обзор, ноябр. 2012/ Transport engineering design inc. TEDI. отношений. – Х: Ханойская транспортная академя, 2012. – 634 с. (на вьетнамск. языке).

6. Хо Тху Фыонг. Развитие автобусного сообщении в г. Ханое / Строительство – Формирование среды жизнедеятельности// Сборник материалов – XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27–29 апреля 2016 г., Москва) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2016/stroy_form_2016.pdf (дата обращения: 05.09.2017).

7. Щербина Е.В., Хо Тху Фыонг. Оценка планировочного развития автовокзалов г. Ханой / Е.В. Щербина, Хо Тху Фыонг // Научное обозрение. – 2016. – № 9. – С. 17–21.

8. Щербина Е.В., Хо Тху Фыонг. Структура пересадок на автовокзалах г. Ханой / Е.В. Щербина, Хо Тху Фыонг// Вестник ИрНИТУ. – 2017. – Т. 21, № 3 (122). – С. 204–211.

9. Просанов И.Ю. Математические модели в теории управления и исследование операций: учебное пособие. – Хабаровск: изд. ДВГУПС, 2009. – 214 с.

10. Стандарт Государственной компании «Автодор» СТО АВТОДОР Рекомендации по прогнозированию интенсивности дорожного движения на платных участках автомобильных дорог государственной компании «Автодор» и доходов от их эксплуатации. 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://etp-avtodor.ru/seminars/701 (дата обращения: 29.08.2017).

11. National cooperative highway research program. NCHRP Report 365 Travel Estimation Techniques for Urban Planning. Tranportation Research Board National Research Council, 1998. – 182 p.

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕГИСТРАЦИИ РАССЕЯННОГО ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СТРУКТУРОЙ С СОХРАНЕНИЕМ ФАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Чулюков В.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», Воронеж, e-mail: chul_130451@mail.ru

В настоящее время необходимость использования в ряде случаев информации об изменяющейся во время измерения структуре волнового поля излучения, рассеянного движущимся объектом, приводит к потребности в соответствующих методах приема данного излучения и способах обработки результатов регистрации. Статья посвящена исследованию влияния движения объекта на результаты сравнения волновых фронтов рассеянного излучения, полученные посредством регистрации последнего пространственно распределенной структурой с интегрирующими во времени свойствами. Приводится анализ принципиальных различий и общих свойств способов регистрации рассеянного излучения, а именно с усреднением по времени измерения и с усреднением по спектру пространственных частот. Указывается на аналогичную корреляцию между свойствами пространственных частот в голографической интерферометрии и временными частотами в лазерной анемометрии.

Ключевые слова: модель, математическое моделирование, интерферометрия, анемометрия

A MATHEMATICAL MODEL OF THE REGISTRATION OF THE RADIATION SCATTERED BY MOVING OBJECT THE SPATIALLY DISTRIBUTED STRUCTURE, PRESERVING THE PHASE CHARACTERISTICS

Chulyukov V.A.

Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, e-mail: chul_130451@mail.ru

Theneedtouseinformationonthechangingstructureofthewavefieldscatteredbyamovingobjectinanumberofcasesleadstotheneedforappropriatemethodsforreceivingthisradiationandmethodsforprocessingtheregistrationresults. The article is devoted to the investigation of the effect of the object's motion on the results of comparison of the wave fronts of scattered radiation, obtained by recording the latter by a spatially distributed structure with time-integrating properties. An analysis is given of the principal differences and general properties of methods for registrating scattered radiation, namely, averaging over the measurement time and averaging over the spectrum of spatial frequencies. It is pointed out that a similar correlation exists between the properties of spatial frequencies in holographic interferometry and the time frequencies in laser anemometry.

Keywords: model, mathematical modeling, interferometry, anemometry

Решение задачи дифракции волн опирается на решение волнового уравнения при заданных граничных условиях. Дифракция волн на объектах с реальными поверхностями – статистическая задача, решение которой должно определить статистические характеристики рассеянного излучения и установить их связь со статистическими характеристиками поверхности [1–3]. При измерении характеристик аэро- и гидродинамических потоков требуется учитывать характеристики и свойства поля излучения, рассеянного малыми частицами [4, 5].

Вопросы влияния структуры поля рассеянного излучения на процесс образования интерференционной картины рассматриваются в работах по голографической интерферометрии [6, 7]. Однако методы голографической интерферометрии, как правило, используют информацию о результатах сравнения структуры волновых фронтов излучения, рассеянного объектом в статических состояниях.

Исследованию влияния движения объекта на процесс регистрации интерференционной картины посвящен ряд работ [8–11]. Но в них либо исследуются методы устранения влияния движения на результаты регистрации, либо рассматривается движение точечного рассеивателя. Однако предметом исследования зачастую являются волновые поля более сложные, чем поля со сферическими или плоскими волновыми фронтами. Освоение всё более коротковолнового электромагнитного излучения и необходимость производить измерения параметров движения объектов, удаленных на малые расстояния, приводят к ситуации, когда исследуемый объект уже нельзя считать точечным. В этих случаях доплеровские методы в целях эффективного усреднения регистрируемого неоднородного поля по спектру пространственных частот для

достижения необходимого отношения сигнала к шуму предполагают фокусирование электромагнитного излучения на исследуемый объект и предельное уменьшение размеров входных апертур регистрирующих устройств (например, [12]). Последние обстоятельства приводят к ухудшению энергетических и других характеристик измерителей радиальной скорости обычными доплеровскими методами. Измерение же полного вектора скорости становится тем более затруднительным.

В то же время остается до конца не решенным вопрос использования для измерения параметров движения информации об изменении пространственно-временной структуры волновых фронтов рассеянного движущимся объектом электромагнитного излучения. Данная проблема требует, прежде всего, выработки физических представлений и математических моделей механизмов рассеяния электромагнитного излучения на поверхности реальных движущихся объектов, о свойствах получающегося рассеянного поля и о влиянии данных свойств на образование интерференционной диаграммы.

Целями работы являются:

– построение математической модели структуры волнового поля излучения, рассеянного движущимся объектом, и оценка влияния этой структуры на характеристики сигнала квадратичного приемника, производящего усреднение регистрируемой интерференционной диаграммы по спектру пространственных частот;

– на основе результатов предыдущего пункта построение математической модели регистрируемого рассеянного излучения с сохранением информации о его фазовых характеристиках пространственно распределенной регистрирующей структурой, обладающей интегрирующими во времени свойствами;

– выявление принципиальных различий и общих свойств рассмотренных способов регистрации рассеянного излучения.

Для решения задачи дифракции электромагнитного излучения на движущемся объекте со статистически неровной поверхностью используем метод Кирхгофа. Поле в произвольной точке пространства связано с полем на поверхности исследуемого объекта формулой дифракции Релея – Зоммерфельда:

$$\dot{u}(D)=\frac{1}{j\lambda}\int\frac{\dot{u}(\vec{r}_1)\exp jkR(\vec{r}_1,D)\cos\left(\vec{N},\vec{R}\right)}{R(\vec{r}_1,D)}d\vec{r}_1, \quad (1)$$

где $\dot{u}(\vec{r}_1)$ – поле в произвольной точке $\vec{r}_1(x_0,y_0)$ на исследуемой поверхности, R – расстояние от этой точки до точки D, в которой вычисляется поле $\dot{u}(D)$.

Допустим, что средняя плоскость статистически шероховатой поверхности совпадает с плоскостью $z = 0$ (рис. 1) прямоугольной системы координат x_0, y_0, z, а уравнение поверхности задано в виде $z=\varsigma(x_0,y_0)$, где ς будем считать статистически стационарной, дифференцируемой требуемое число раз функцией. Пусть на эту поверхность падает плоская монохроматическая волна, потенциал которой запишем в виде $u_0=\exp(jk\vec{r}_1)$, где $\vec{k}$ – волновой вектор падающей волны.

Здесь и далее будем опускать множитель, выражающий амплитуду падающей волны, и временной множитель $\exp(-j\omega t)$, где ω – циклическая частота падающей волны. Будем считать, что плоскость входной апертуры регистрирующего устройства расположена в плоскости $z = z_0$, совпадающей с плоскостью xy прямоугольной системы координат xyz, а регистрирующее устройство представляет собой квадратичный приемник, сигнал на выходе которого пропорционален интегральной интенсивности поля на поверхности входной апертуры:

$$i(t)=\eta\int_{S_1}\left|\dot{\varepsilon}(x,y,t)\right|^2 ds_1, \quad (2)$$

где η – коэффициент пропорциональности, $\dot{\varepsilon}$ – результирующее распределение комплексных амплитуд поля на поверхности апертуры, площадь которой S_1.

Рассмотрим случай, когда устройство, регистрирующее излучение, рассеянное движущимся шероховатым объектом, находится в зоне Фраунгофера, то есть на расстоянии большем по сравнению с размерами рассеивающей поверхности. Воспользуемся решением для потенциала рассеянного поля в виде формулы Грина [1]:

$$\dot{u}(D)=\frac{j\exp(jkR_0)}{4\pi R_0}\frac{Vq^2}{q_z}\iint_{S_0}\exp(j\vec{q}\vec{r})dx_0dy_0=$$

$$=\frac{j\exp(jkR_0)}{4\pi R_0}\frac{Vq^2}{q_z}\iint_{S_0}\exp\left[j\left(q_{x_0}x_0+q_{y_0}y_0+q_z\varsigma\right)\right]dx_0dy_0. \quad (3)$$

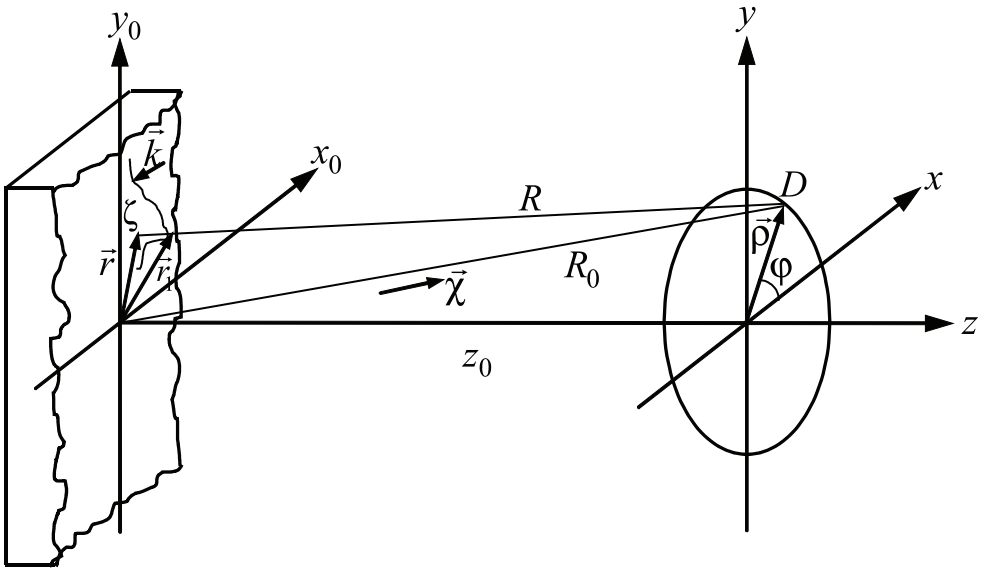


Рис. 1. К исследованию влияния поля, рассеянного объектом с шероховатой поверхностью, на характеристики сигнала квадратичного приемника

В формуле (3) V – коэффициент отражения (в электромагнитной задаче – френелевский коэффициент), который можно считать величиной постоянной во всех практически интересных случаях [1], вектор $\vec{q} = \vec{k} - \vec{\chi}$, где $\vec{\chi}$ – вектор, направленный из начала координат в точку наблюдения и равный по модулю волновому числу k падающей волны, R_0 – расстояние от центра координат до точки наблюдения. Интегрирование в (3) ведется по площади S_0 средней плоскости шероховатой поверхности.

Введем следующие ограничения для упрощения преобразований без потери общности выводов:

– волновой вектор $\vec{k}$ падающей волны лежит в плоскости x_0z;

– падающая волна распространяется по направлению нормали к плоскости x_0y_0;

– точка наблюдения D принадлежит плоскости входной апертуры регистрирующего устройства;

– в приемной плоскости рассматривается лишь конечная область вблизи z, и расстояние z_0 много больше максимального размера входной апертуры.

Из последнего следует, что

$$R_0 = \left(z_0^2 + \rho^2\right)^{1/2} \simeq z_0 + \frac{\rho^2}{2z_0}. \qquad (4)$$

Учитывая данное приближение, а также считая, что объект, рассеивающий излучение, движется равномерно и прямолинейно (без вращений относительно выбранной системы координат x_0, y_0, z) вдоль оси z со скоростью v так, что

$$z(t) = z_0 + vt, \qquad (5)$$

получим окончательную формулу для распределения комплексных амплитуд рассеянного поля на плоскости входной апертуры:

$$\dot{u}(D) \simeq -\frac{jk\exp(jkz_0)}{2\pi(z_0+vt)} V \iint_{S_0} \exp\left\{ jk\left[vt + \frac{\rho^2}{2(z_0+vt)} - x_0\sin\theta\cos\varphi - y_0\sin\theta\sin\varphi - 2\varsigma(x_0, y_0)\right]\right\} dx_0 dy_0,$$

где θ – угол между направлением распространения волны и осью z.

Пусть результирующее распределение комплексных амплитуд поля на плоскости входной апертуры создается за счет совместного воздействия рассеянного поля $\dot{u}(\rho, \varphi, t)$ и поля опорного сигнала. Сигнал когерентного опорного генератора с плоским фазовым фронтом и комплексной амплитудой $\dot{B}$ на входной апертуре имеет вид

$$\dot{w} = \dot{B}\exp(jkz_0). \qquad (6)$$

Тогда результирующая интенсивность поля в точке D поверхности входной апертуры имеет вид

$$\left|\dot{\varepsilon}(\rho,\varphi,t)\right|^2 = \left|(\dot{u}+\dot{w})(\dot{u}^*+\dot{w}^*)\right| = \frac{k^2V^2}{4\pi^2(z_0+vt)^2} + \left|\dot{B}\right|^2 + \frac{kV\left|\dot{B}\right|}{\pi(z_0+vt)} \times$$
$$\times \iint_{S_0} \sin\left[k\left(vt+Z(x_0,y_0)\right) - \Phi\right] dx_0 dy_0, \quad (7)$$

где

$$Z(x_0,y_0) = \frac{\rho^2}{2(z_0+vt)} - x_0\sin\theta\cos\varphi - y_0\sin\theta\sin\varphi - 2\varsigma(x_0,y_0),$$

а Ф – фазовый угол опорного сигнала, распределение которого по поверхности входной апертуры считаем величиной постоянной.

Если входная апертура имеет форму круга с радиусом ρ_0, то сигнал (2) на выходе квадратичного приемника запишется в виде

$$i(t) = \eta \int_0^{\rho_0}\int_{-\pi}^{\pi} \left|\dot{\varepsilon}(\rho,\varphi,t)\right|^2 \rho\, d\rho\, d\varphi. \quad (8)$$

Подставляя (7) в (8) и учитывая здесь и везде далее, что смещение объекта за время измерения невелико по сравнению с расстоянием от объекта до регистрирующего устройства, после тригонометрических преобразований и интегрирования, получим следующее выражение для полного сигнала приемника:

$$i(t) = i_0 + i_c + 2\sqrt{i_0 i_c}\,\mathrm{sinc}\left(\frac{k\rho_0^2}{4z_0}\right)\iint_{S_0} J_0\left(k\sqrt{x_0^2+y_0^2}\sin\theta\right)\times\cos\left[k\left(vt+\Phi_1(x_0,y_0)\right)\right]dx_0dy_0. \quad (9)$$

Здесь:

$$i_0 = \pi\rho_0^2\eta\left|\dot{B}\right|^2; \quad i_c = \pi\rho_0^2\eta\frac{k^2V^2}{4\pi^2z_0^2} \quad (10)$$

постоянные составляющие сигнала, вызванные опорной и сигнальными волнами соответственно, а функция sinc – ненормированный кардинальный синус.

Перейдем к рассмотрению другого случая, когда размеры шероховатого участка достаточно велики или даже бесконечны, а расстояние между рассеивающим излучение объектом и регистрирующим устройством невелико. То есть воспользуемся решением задачи о дифракции во френелевской области. Выражение для флуктуаций поля над поверхностью с пологими неровностями имеет вид [1]:

$$\dot{u}(D) = \frac{jkV(1+\sin\chi)e^{jkR_0}}{4\pi R_0}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left[j\frac{k}{R_0}\left(x_0^2+y_0^2\right)+jk(1+\sin\chi)\varsigma(x_0,y_0)\right]dx_0dy_0,$$

где по-прежнему считаем, что падающая волна распространяется по направлению нормали к плоскости x_0y_0.

Пусть точка наблюдения D принадлежит плоскости входной апертуры регистрирующего устройства. Используя (4) и (5), получим

$$\dot{u}(D) \simeq \frac{jkVe^{jkz_0}}{4\pi R_0}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left\{jk\left[vt+\frac{\rho^2}{2z_0}+\frac{x_0^2+y_0^2}{z_0}+2\varsigma(x_0,y_0)\right]\right\}dx_0dy_0. \quad (11)$$

Результатом совместного воздействия рассеянного поля и сигнала (6) когерентного опорного генератора будет распределение интенсивности по поверхности входной апертуры:

$$\left|\dot{\varepsilon}(D,t)\right|^2 = \frac{k^2V^2}{4\pi^2z_0^2} + \left|\dot{B}\right|^2 - \frac{kV\left|\dot{B}\right|}{\pi z_0}\iint_{\infty}\sin\left\{k\left[vt+\frac{\rho^2}{2z_0}+Z(x_0,y_0)\right]+\Phi\right\}dx_0dy_0, \quad (12)$$

где $Z(x_0,y_0) = \dfrac{x_0^2+y_0^2}{z_0} + 2\zeta(x_0,y_0)$, v – скорость движения объекта, а Ф – постоянный фазовый сдвиг.

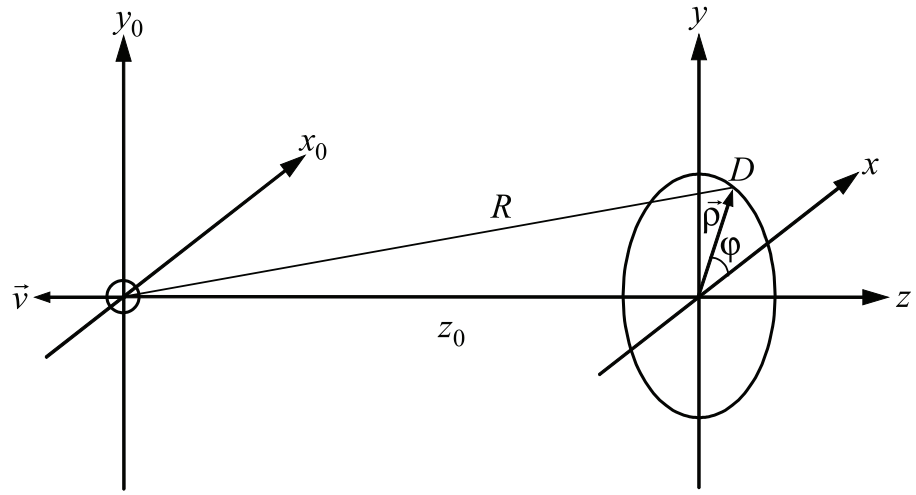


Рис. 2. К исследованию влияния поля, рассеянного движущейся сферической частицей на характеристики сигнала квадратичного приемника

Если, как и в предыдущем случае, входная апертура имеет форму круга с радиусом ρ_0 (8), то после необходимых тригонометрических преобразований и интегрирования, и используя обозначения (10), получим следующее выражение для полного сигнала приемника:

$$i(t) = i_0 + i_c + 2\sqrt{i_0 i_c}\,\mathrm{sinc}\left(\frac{k\rho_0^2}{4z_0}\right)\iint_{\infty}\cos\left[k\left(vt + Z_0(x_0, y_0) + \frac{\rho_0^2}{4z_0}\right) + \Phi_2\right]dx_0 dy_0, \qquad (13)$$

где $\Phi_2 = \Phi + \pi/2$ – постоянный фазовый сдвиг.

Наконец, рассмотрим случай рассеяния излучения движущейся малой частицей сферической формы (рис. 2). Пусть в момент $t = 0$ в начале системы координат $x_0y_0z_0$ находится рассеивающая частица.

Известно [4], что комплексная амплитуда поля, рассеянного малой частицей, находящейся в поле плоской оптической волны $\dot{u}_0(x, y, z)$, может быть записана в виде

$$\dot{u}(D) = \frac{\dot{\sigma}\dot{u}_0(x_0, y_0, z_0)}{jkR}e^{jkR},$$

где амплитудная функция рассеяния $\dot{\sigma}$ находится из решения уравнения Максвелла с заданными граничными условиями. Для сферических оптически однородных частиц это решение было дано Ми (G. Mie).

Учитывая (4), (5), (6), получим распределение интенсивности поля по поверхности фотодетектора:

$$\left|\dot{\varepsilon}(\rho, \varphi, t)\right|^2 = \frac{\left|\dot{\sigma}\right|^2\left|\dot{u}_0\right|^2}{k^2(z_0 + vt)^2} + \left|\dot{B}\right|^2 + \frac{\left|\dot{\sigma}\right|\left|\dot{u}_0\right|\left|\dot{B}\right|}{k(z_0 + vt)} \times \sin\left\{k\left[vt + \frac{\rho^2}{2(z_0 + vt)}\right] + \Phi\right\}. \qquad (14)$$

Введя обозначения $i_0 = \pi\rho_0^2\eta\left|\dot{B}\right|^2$; $i_{\tilde{n}} = \pi\rho_0^2\eta\dfrac{\left|\dot{\sigma}\right|^2\left|\dot{u}_0\right|^2}{k^2 z_0^2}$ – постоянные составляющие фототока опорной и сигнальной волн, полный фототок приемника запишется в виде

$$i(t) = i_0 + i_c + 2\sqrt{i_0 i_c}\,\mathrm{sinc}\left(\frac{k\rho_0^2}{4z_0}\right)\cos\left(kvt + \frac{k\rho_0^2}{4z_0} + \Phi_2\right). \qquad (15)$$

Таким образом, полученные математические модели для всех трех случаев (формулы (7) и (9), (12) и (13), (14) и (15)) позволяют сделать вывод, что полный выходной сигнал доплеровского квадратичного приемника является суммой постоянного сигнала и доплеровской составляющей. Последняя получается в результате воздействия на фотоприемник опорного сигнала и суперпозиции рассеянных движущимся объектом волн. Круговая частота этих волн изменена на величину доплеровского смещения, а статистические характеристики случайной фазы определяются статистическими характеристиками рассеивающей поверхности.

В отличие от метода приема рассеянного излучения с усреднением по спектру пространственных частот (8), в целях использования информации о пространственно-временной структуре рассеянного волнового поля возможно применение пространственно распределенной структуры, регистрирующей излучение с сохранением фазовых характеристик. Последние в связи с движением объекта, рассеивающего излучение, не остаются постоянными во времени. Наличие у регистрирующей структуры интегрирующих во времени свойств позволит производить сравнение принимаемых во время измерения волновых фронтов рассеянного излучения. Результаты сравнения, информация о которых заключена в структуре зарегистрированной интерференционной диаграммы, должны определяться параметрами движения объекта.

Уравнение интерференционной диаграммы, полученной с помощью квадратичной регистрирующей структуры, помещенной в плоскости с полярными координатами ρ, φ, имеет вид

$$E(D)=\int\limits_{-\tau/2}^{\tau/2}\left|\dot{\varepsilon}(\rho,\varphi,t)\right|^2 dt\,, \qquad (16)$$

где τ – время измерения.

Используем полученные выше выражения (7), (12) и (14) для результирующей интенсивности $\left|\dot{\varepsilon}(\rho,\varphi,t)\right|^2$ поля, рассеянного движущимся объектом, в точке D плоскости входной апертуры регистрирующего устройства. Производя интегрирование (16), получим следующие выражения для зарегистрированной интерференционной диаграммы.

Устройство, регистрирующее излучение, рассеянное движущимся объектом со статистически неровной поверхностью, расположено в зоне Фраунгофера:

$$E(D)=\tau\left\{\frac{V^2k^2}{4\pi^2z_0^2}+\left|\dot{B}\right|^2+\frac{\left|\dot{B}\right|Vk}{\pi z_0}\operatorname{sinc}\frac{kvt}{2}\times\iint\limits_{S_0}\sin\left[k\left[\frac{x^2+y^2}{2z_0}-x_0\sin\theta\cos\varphi-\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.-y_0\sin\theta\sin\varphi-2\zeta(x_0,y_0)\right]-\Phi\right]dx_0dy_0\right\}. \qquad (17)$$

Регистрация излучения, рассеянного движущимся объектом с шероховатой поверхностью, в зоне Френеля:

$$E(D)=\tau\left\{\frac{V^2k^2}{4\pi^2z_0^2}+\left|\dot{B}\right|^2+\frac{\left|\dot{B}\right|Vk}{\pi z_0}\operatorname{sinc}\frac{kvt}{2}\times\right.$$
$$\left.\times\iint\limits_{S_0}\cos\left[k\left(\frac{x^2+y^2}{2z_0}+\frac{x_0^2+y_0^2}{z_0}+2\zeta(x_0,y_0)\right)+\Phi_2\right]dx_0dy_0\right\}. \qquad (18)$$

Регистрация излучения, рассеянного движущейся сферической частицей:

$$E(D)=\tau\left[\frac{\left|\dot{\sigma}\right|^2\left|\dot{u}_0\right|^2}{k^2z_0^2}+\left|\dot{B}\right|^2+2\frac{\left|\dot{\sigma}\right|\left|\dot{u}_0\right|\left|\dot{B}\right|}{kz_0}\operatorname{sinc}\frac{kvt}{2}\cos\left(k\frac{x^2+y^2}{2z_0}+\Phi_2\right)\right]. \qquad (19)$$

Анализ полученных выражений для математических моделей зарегистрированной интерференционной диаграммы (17), (18) и (19) позволяет сделать следующие выводы.

Первые два слагаемых во всех трех соотношениях не несут информации о фазовой структуре регистрируемых волновых фронтов рассеянного излучения и не находятся в зависимости от параметров движения объекта. Эти слагаемые определяются лишь интенсивностью рассеянного излучения и интенсивностью опорного сигнала.

Третье же слагаемое зависит от фазовых соотношений между элементарными волнами (плоскими или сферическими), приходящими от каждой точки поверхности объекта с координатами (x_0, y_0), и фазовым фронтом опорного сигнала. Кроме того, в отсутствие движения объекта $v = 0$ и sinc 0 = 1, в результате чего получается интерференционная диаграмма, соответствующая неподвижному объекту. Если v = const по всей площади пространственно распределенной регистрирующей структуры, то контраст интерференционных полос будет слабым для больших значений аргумента функции sinc и нулевым, если аргумент равен $n\pi\,(n = 0,1,2,\ldots)$. Но так как v неодинакова для всех точек апертуры регистрирующего устройства, контраст полос не нарушается, а скорее пространственно модулируется. Найдя закон пространственной модуляции, можно установить зависимость структуры интерференционной диаграммы от параметров движения объекта.

Надо сказать, что у способов регистрации рассеянного излучения, а именно с усреднением по времени измерения (8) и с усреднением по спектру пространственных частот (16) существуют как принципиальное различие, так и общие свойства.

В случае регистрации с усреднением по спектру пространственных частот (8) получают информацию об изменении во времени фазовых характеристик волнового фронта. Для уменьшения влияния фазовой структуры регистрируемого волнового фронта на результаты измерения стремятся уменьшить область усреднения, что достигается ограничением размеров входной апертуры регистрирующего устройства. В пределе стремятся получить информацию об изменении во времени фазовых характеристик волнового фронта в одной его точке.

Метод сравнения структуры волновых фронтов с применением пространственно распределенной регистрирующей структуры, обладающей интегрирующими во времени свойствами, позволяет использовать информацию об изменении структуры волновых фронтов регистрируемого излучения в континууме точек в течение времени измерения (16). Однако регистрируемая интерференционная диаграмма не должна претерпевать существенных изменений за время измерения, кроме движения полос, что достигается уменьшением времени усреднения.

О наличии указанной корреляции между свойствами пространственных частот в голографической интерферометрии и временными частотами в лазерной анемометрии делается предположение, например, в исследованиях [13, 14].

Список литературы

1. Исакович М.А. Рассеивание волн от статистически шероховатой поверхности // Труды акустического института. – 1969. – Вып. 5. – С. 152–252.

2. Ахияров В.В. Рассеяние на статистически неровной поверхности с произвольными корреляционными свойствами // Журнал радиоэлектроники. – 2012. – № 2. URL: http://jre.cplire.ru/jre/feb12/2/text.html.

3. Брюховецкий А.С. Рассеяние волн в ближней зоне статистически неровной поверхности. I. Флуктуации поля // Радиофизика и радиоастрономия. – 2007. – Т. 12, № 4. – С. 399–409.

4. Ван де Хюлст Г. Рассеяние света малыми частицами. – М.: Иностр. лит., 1961. – 536 с.

5. Дубнищев Ю.Н., Арбузов В.А., Белоусов П.П., Белоусов П.Я. Оптические методы исследования потоков. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2003. – 426 с.

6. Островская Г.В. Голографическая интерферометрия физических процессов // Журнал технической физики. – 2016. – Т. 86, вып. 6. – С. 1–16.

7. Гришанов В.Н., Ойнонен А.А. Современные лазерные измерительные системы в производственном цикле космической техники // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2012. – № 1(32). – С. 24–34.

8. Голография. Методы и аппаратура / Под ред. В.М. Гинзбург, Б.М. Степанова. – М.: Сов. Радио, 1974. – 376 с.

9. Neumann D.B. Holography of moving scenes. J. Opt. Soc. Amer., 1968. – v.58. No. 4. – P. 447–454.

10. Kwon H.S., Niu Y., Kim Y.J. Planar nearfield acoustical holography in moving fluid medium at subsonic and uniform velocity. J Acoust Soc Am, 2010 Oct; 128(4); 1823-32.

11. Schiller A., Beckmann T., Fratz M., Belzer D. Digital holography on moving objects: multiwavelength height measurements on inclined surfaces. Conference: SPIE Optical Metrology. June 2017.

12. Летохов В.С. Пространственные эффекты при гетеродинировании световых волн. Радиотехника и электроника. – 1965. – Т. 10, № 6. – С. 1143–1145.

13. Кожевников И. В. Теория дифракции рентгеновского излучения от неоднородных слоистых сред: дис. … д-ра физ.-мат. наук. – М., 2013. – 356 с.

14. Лазерные интерферометрические и дифракционные системы / В.П. Коронкевич, А.Г. Полещук, А.Г. Седухин, Г.А. Ленкова // Компьютерная оптика. – 2010. – Т. 34, № 1. – С. 4–23.

УДК 661.8

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЕРРИТОВ И ХРОМИТОВ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИСУТСТВИИ ГАЛОГЕНИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Шабельская Н.П., Кузьмина Я.А., Миюц Е.В.

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, e-mail: nina_shabelskaya@mail.ru

В работе представлены результаты систематического изучения процессов формирования структуры шпинели ряда ферритов и хромитов переходных элементов в присутствии галогенидов щелочных металлов. Полученные материалы охарактеризованы с применением метода РФА. Предложен механизм формирования структуры материала. Выявлено, что синтез материалов в присутствии хлорида калия, бромидов калия и натрия, а также смеси хлоридов калия и натрия приводит к наиболее полному формированию структуры целевого продукта. Введение в реакционную систему фторида или хлорида натрия не приводит к положительному результату. Разработанные технологические приемы позволяют получать шпинели на основе сложных оксидных систем ферритов и хромитов переходных элементов с существенным сокращением продолжительности производственного цикла и температурных условий термообработки. Синтезированные составы могут быть использованы для получения материалов со структурно-чувствительными свойствами.

Ключевые слова: ферриты и хромиты переходных элементов, шпинели, синтез, минерализатор, галогениды щелочных металлов

FEATURES OF THE FORMATION OF FERRITES AND CHROMITES OF TRANSITION ELEMENTS IN THE PRESENCE OF ALKALI METAL HALIDES

Shabelskaya N.P., Kuzmina Ya.A., Miyuts E.V.

Platov South-Russian State Polytechnic University, Nowotsherkassk, e-mail: nina_shabelskaya@mail.ru

The paper presents the results of a systematic study of the processes of formation of spinel structure of a number of ferrites and chromites of transition elements in the presence of alkali metal halides. The resulting materials were characterized using X-ray method. Discussed the mechanism of formation of structure of the material. It is revealed that the synthesis of materials in the presence of chloride of potassium, bromides of potassium and sodium, and a mixture of chlorides of potassium and sodium leads to the formation of the structure of the target product. Introduction in the reaction system of a fluoride or chloride of sodium does not lead to a positive result. Developed technological methods allow to obtain spinel-based complex oxide systems of ferrites and chromites of transition elements with a significant shortening of the production cycle and temperature conditions of the heat treatment. The synthesized compounds can be used to obtain materials with the structural-sensitive properties.

Keywords: ferrites and chromites of transition elements, spinel, synthesis, the mineralizer, halides of alkali metals

Ферриты и хромиты переходных элементов являются объектом интенсивного изучения благодаря удачному сочетанию важных технологических свойств. Они могут быть использованы как магнитные и диэлектрические материалы, фотокатализаторы, датчики и сенсоры, адсорбенты, электроды для литий-ионных аккумуляторов, керамические пигменты.

Несмотря на активно развивающееся направление синтеза наноструктурированных материалов, для получения твердых материалов со структурой шпинели по-прежнему широко используют классическую керамическую технологию [1]. Она позволяет получать материалы контролируемого химического состава без выброса вредных побочных продуктов процесса. Одним из существенных недостатков керамической технологии является длительность производственного цикла и необходимость применения высоких температур термообработки, что приводит к увеличению расходов на получение материалов.

В этой связи разработка научных основ экологичного способа получения ферритов и хромитов переходных элементов со структурой шпинели при пониженной температуре термообработки с меньшей продолжительностью является актуальной задачей химической технологии неорганических веществ.

Для получения шпинелей по классическому способу обычно используют оксиды, соли и гидроксиды соответствующих металлов. В двух последних случаях исходные вещества после соответствующей обработки переводят в форму оксидов. Далее образование структуры происходит по схожему механизму для всех перечисленных соединений. Реализуют производство по керамической технологии двумя способами:

1) смешиванием оксидов соответствующих металлов, брикетированием и последующим обжигом смеси при температуре 800–1650 °С в течение 50-300 часов [2, 3];

2) смешиванием оксидов соответствующих металлов, предварительным обжигом при температуре 750–900 °С в течение 3–5 часов, размолом, брикетированием и спеканием при температуре 900–1200 °С в течение 3–5 часов [4].

Так, ферриты и хромиты состава $NiFe_{2-x}Cr_xO_4$ могут быть получены: при 1400 °С в течение 7 часов [5]; при 1200 °С в течение 90 часов [6]; синтез проводили при температуре 1200 °С в течение 60 часов [7]. В [7–9] приводят сведения о синтезе твердых растворов состава $ZnFe_{2-x}Cr_xO_4$: 900 °С в течение 120 часов [8, 9] и при 1100 °С в течение 7 суток [7]. Шпинели состава $CoFe_{2-x}Cr_xO_4$ получали при 900 °С в течение 400 часов [9] и при 1200 °С в течение 70 часов [7]. Широкий разброс данных по синтезу отдельных составов ферритов и хромитов переходных элементов по керамической технологии может быть связан с различным гранулометрическим составом исходных порошков оксидов, а также различными условиями брикетирования шихты.

Как видно из приведенных выше данных, синтез шпинелей по такому способу проходит при высоких температурах и требует длительной термообработки. Из наиболее распространенных методов, повышающих интенсивность процесса образования шпинелей, следует отметить такие, как введение в состав шихты малых количеств добавок, образующих газовую фазу; использование в процессе солей галогенидов; выращивание шпинелей из высокотемпературных растворов-расплавов; горячее прессование тонких порошков; гидротермальное воздействие, использование в процессе шпинелеобразования окислительно-восстановительных реакций, введение органических прекурсоров и др.

Наиболее доступным способом достижения такого результата является введение в состав шихты галогенида щелочного металла. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния добавки ряда галогенидов щелочных металлов на процесс формирования структуры ферритов и хромитов переходных элементов и выбор оптимальных технологических режимов производства шпинелей.

Материалы и методы исследования

Для синтеза образцов ферритов и хромитов никеля (II), цинка были использованы оксиды никеля (II), цинка, хрома (III) марки «хч», железа (III) марки «для ферритов». В качестве минерализатора использовали галогениды щелочных металлов (NaCl, KCl, NaBr, KBr, NaF) в количестве 1 % (мас.).

Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов проводили на аппарате Thermo Scientific ARLX'TRA Powder Diffractometer, использовали монохроматизированное Cu Kα-излучение, методом сканирования по точкам (шаг 0,01 °, время накопления в точке 2 с) в интервале значений 2θ от 5° до 85°. Определение качественного фазового состава осуществляли с помощью PDF-2 в программном комплексе Crystallographica в Центре коллективного пользования (ЦКП) «Нанотехнологии» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова; на рентгеновском дифрактометре STOE IPDS II на базе Технического университета, г. Дрезден, Германия (использовали Cu-Kα излучение).

При анализе количественного соотношения между фазами использовали зависимость

$$\frac{k_i \cdot V_i}{f_i} = C_i.$$

Здесь k_i – коэффициент, учитывающий вклад интенсивности i-й линии в интегральную интенсивность линий, характеризующих данную фазу; V_i – объем элементарной ячейки i-й фазы, f_i – атомный фактор рассеяния i-й фазы, C_i – относительная концентрация.

Результаты исследования и их обсуждение

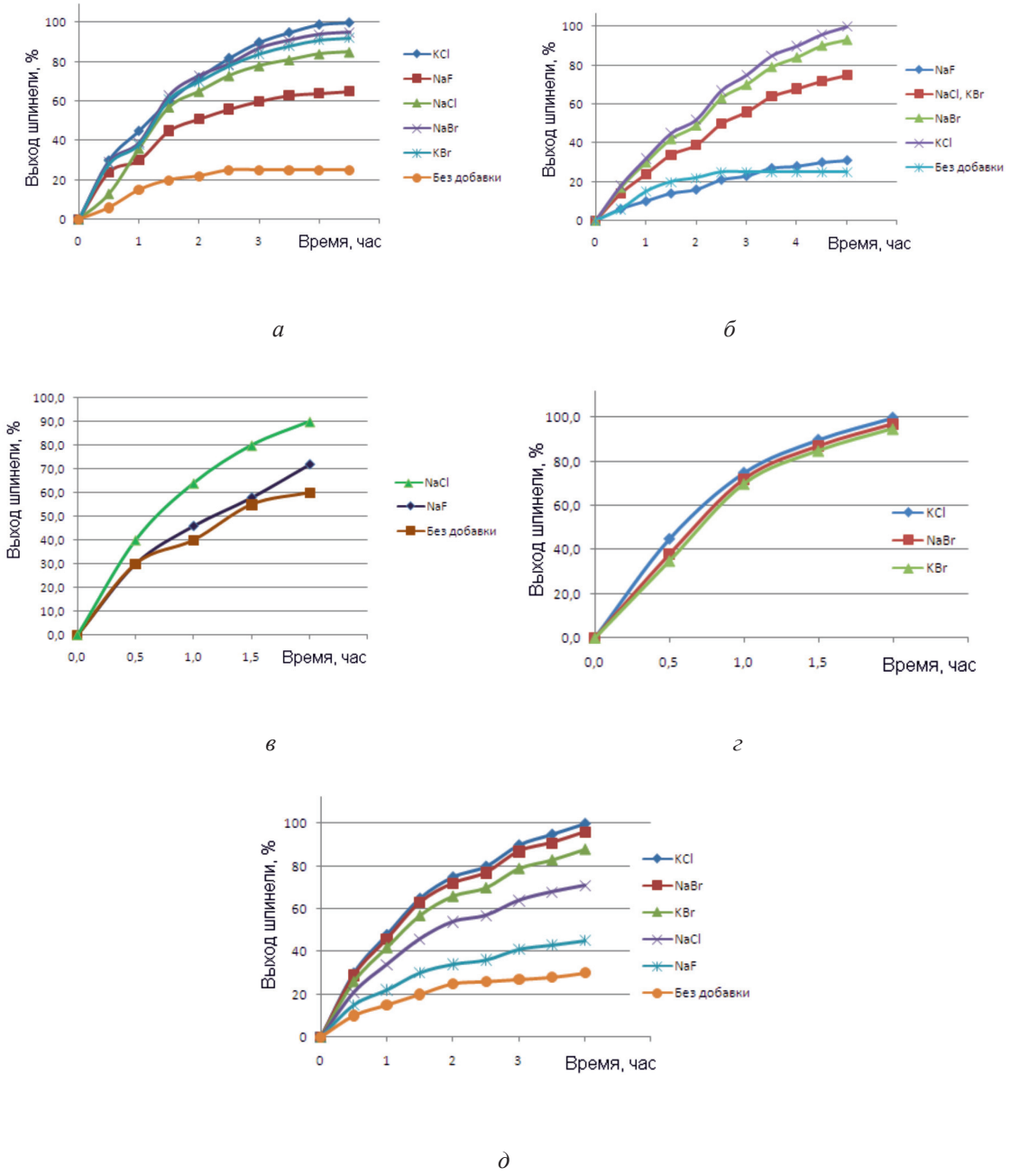
Синтез ряда ферритов и хромитов ($NiFe_2O_4$, $NiCr_2O_4$, $ZnFe_2O_4$, $ZnCr_2O_4$, $CoFe_2O_4$) осуществляли по керамической технологии из оксидов переходных элементов ZnO, NiO, CoO, Cr_2O_3 марки «хч», Fe_2O_3 марки «для ферритов». В качестве добавки использовали галогениды щелочных металлов (NaCl, KCl, NaBr, KBr, NaF) в количестве 1 % (мас.). Исходные оксиды и введенный минерализатор гомогенизировали в агатовой ступке в течение часа. Полученную смесь прессовали в таблетки под давлением 15 МПа и подвергали термообработке в течение 0,5–5 часов при различных температурах.

По окончании реакции добавку минерализатора удаляли промыванием в деионизированной воде.

На рис. 1 приведены данные изучения действия добавки галогенидов щелочных металлов на процесс формирования структуры шпинели ряда составов. Термообработку проводили при 800 °С.

Согласно полученным результатам, наиболее полно проходит формирование целевого продукта – шпинели – в присутствии хлорида калия и бромидов калия и натрия.

Для определения оптимальной продолжительности термообработки был проведен ряд экспериментов, результаты которых представлены в таблице. В качестве добавки использовали хлорид калия.



а *б*

в *г*

д

Рис. 1. Количество образовавшейся шпинели в зависимости от введенной модифицирующей добавки: а – $NiFe_2O_4$, б – $NiCr_2O_4$, в, г – $ZnFe_2O_4$, д – $ZnCr_2O_4$

Продолжительность термообработки для полного формирования структуры шпинели

Состав шпинели	Продолжительность термообработки, час при температуре, °С			
	700	800	900	1000
$ZnFe_2O_4$	3,5	2	1	–
$ZnCr_2O_4$	5	4	2	–
$NiFe_2O_4$	–	4,5	3	1,5
$NiCr_2O_4$	–	5	4	2

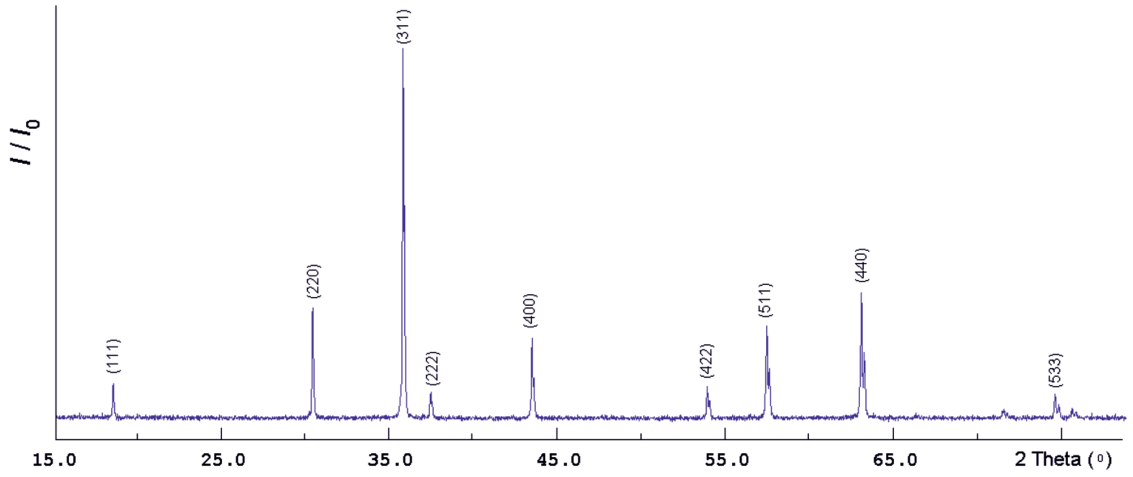


Рис. 2. Рентгенограмма образца феррита кобальта (II)

Как видно из представленных (рис. 1) результатов исследования, синтез ферритов и хромитов переходных элементов с существенным сокращением производственного цикла может быть осуществлен в присутствии 1 % (мас.) минерализатора – хлорида калия, бромида калия или бромида натрия. Увеличение скорости реакции шпинелеобразования отмечено для ферритов цинка и никеля (II) в 1,4–4,5 раза, для хромитов – в 2,2–4,4 раза.

С целью подбора более экономичного минерализатора опробован синтез в присутствии смеси 50 %KCl + 50 %NaCl, которая образует легкоплавкую эвтектику при температуре 650 °C, что может положительно влиять на скорость процесса формирования структуры. Проведение процесса в заданных условиях сопровождается формированием структуры шпинели, как и в случае добавки чисто хлорида калия.

В результате проведенных экспериментальных исследований по выбору минерализатора и определения технологических параметров процесса можно сделать следующее заключение. Для полного проведения процессов формирования структуры для всех изученных составов требуется не более 5 часов; оптимальная температура термообработки – 800–900 °C, минерализатор – NaBr, KBr, KCl. Из ряда рекомендованных галогенидов щелочных металлов хлорид калия является наиболее дешевым (его стоимость ниже стоимости бромидов натрия и калия в 3–5 раз). В этой связи дальнейшие исследования проводили с добавкой KCl как наиболее экономически целесообразного, экологически безопасного (калий – макроэлемент) вещества.

С целью проверки выявленных закономерностей был осуществлен синтез феррита кобальта (II) по описанной выше технологии в присутствии 1 % (мас.) хлорида калия. Термообработку проводили при температуре 800 °C в течение 5 часов. На рис. 2 представлен фрагмент дифрактограммы полученного материала, пики соответствуют $CoFe_2O_4$ (Cobalt Iron Oxide, PDF Number 000-03-0864, параметр элементарной кубической ячейки a = 0,8377 нм), На рис. 3 приведена микрофотография образца. Как видно из представленных рисунков, в условиях эксперимента формируется структура шпинели с хорошо окристаллизованными зернами.

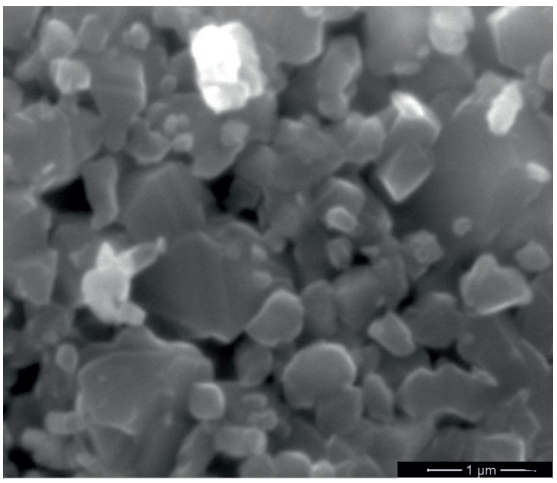


Рис. 3. Микрофотография феррита кобальта (II)

Интенсификацию шпинелеобразования ряд авторов [10, 11] связывает с участием в процессе газовой фазы. Так, в [11] был

предложен механизм формирования фазы шпинели в присутствии галогенидов:

$$KCl\ (т) = KCl\ (г),$$

$$2KCl\ (г) + ZnO\ (т) = ZnCl_2\ (г) + K_2O\ (т),$$

$$ZnCl_2\ (г) + Fe_2O_3\ (т) + H_2O\ (г) = ZnFe_2O_4\ (т) + 2HCl\ (г),$$

$$2HCl\ (г) + ZnO\ (т) = ZnCl_2\ (г) + H_2O\ (г).$$

Одним из возможных факторов ускорения процесса формирования структуры может выступать расплав галогенида металла. Подобный эффект был отмечен ранее [12, 13] в процессе синтеза в системе NiO-CuO-Fe_2O_3-Cr_2O_3 в присутствии KCl.

В пользу высказанного предположения может выступать тот факт, что существенное увеличение скорости реакции отмечено в присутствии только части введенных галогенидов (хлорида калия, бромида калия и натрия, эквимолярной смеси хлоридов калия и натрия). Все перечисленные выше галогениды и их смесь имеют температуру плавления ниже, чем температура проведения реакции. Для хлорида и фторида натрия, имеющих температуры плавления выше температурных условий процесса, эффект от введенной добавки был заметно слабее (рис. 1).

Если исходить из предположения, что в реакции будет принимать участие расплав хлорида калия, формирование структуры может протекать по следующему механизму. При повышении температуры образуется микрорасплав галогенида щелочного металла, смачивающий поверхность зерна. В расплаве образуются полярные ионы металла и галогена, которые за счет действия сил электростатического притяжения облегчают отрыв катиона переходного металла из решетки исходного оксида и перенос его в реакционную зону. Различия в количественном факторе влияния введенной добавки могут быть объяснены различной энергией связи «катион-кислород» в кристаллической решетке исходного оксида.

При введении в исходную шихту 1% хлорида калия были синтезированы шпинели состава $NiFe_{2-x}Cr_xO_4$, $CuFe_{2-x}Cr_xO_4$, $CoFe_{2-x}Cr_xO_4$, $ZnFe_{2-x}Cr_xO_4$, $Cu_{1-x}Ni_xCr_2O_4$, $NiFe_2O_4$ – $NiCr_2O_4$ – $CuCr_2O_4$, $Cu_xNi_yFe_{1-x-y}Cr_2O_4$ [14]. Установлено, что введение добавки хлорида калия позволяет увеличить скорость процесса образования шпинелей в 15–100 раз.

Выводы

1. Проведено комплексное изучение процесса формирования структуры шпинели ряда ферритов и хромитов переходных элементов в ходе топохимического процесса с введением добавок хлорида, бромида калия и натрия, фторида натрия. Показано, что введение галогенида щелочного металла приводит к существенному ускорению реакции шпинелеобразования.

2. Показано, что наиболее выраженное ускоряющее действие на процесс формирования структуры шпинели оказывают хлорид калия, бромиды калия и натрия. Введение фторида и хлорида натрия не приводит к полному формированию структуры в изученных условиях. Высказано предположение о существенной роли микрорасплава галогенида щелочного металла в механизме формирования структуры.

3. Определены экспериментально значения температуры термообработки, продолжительности синтеза целевого продукта. Предложенные технологические решения могут быть полезны для производства керамических материалов специального назначения на основе оксидных соединений ферритов и хромитов переходных элементов.

Список литературы

1. Ткачев А.Г. Влияние углепромышленных отходов на формовочные, сушильные и обжиговые свойства керамической массы / А.Г. Ткачев, Е.А. Яценко, В.А. Смолий, А.С. Косарев, Е.Б. Дзюба // Техника и технология силикатов. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 17–21.

2. Azhar Khan M., Islam M.U., Ishaque M., Rahman I.Z., Genson A., Hampshire S. Structural and physical properties of Ni–Tb–Fe–O system // Materials characterization. – 2009. – V. 60. – P. 73–78.

3. Mikheykin A.S., Torgashev V.I., Yuzyuk Yu.I., Bush A.A., Talanov V.M., Cervellino A., Dmitriev V.P. The cooperative Jahn–Teller effect and anti-isostructural phase sin $Ni_{1-x}Co_xCr_2O_4$ solid solutions: Synchrotron X-ray diffraction study // Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2015. – V. 86. – P. 42–48.

4. Xing Z., Ju Z., Yang Ji., Xu H., Qian Yi. One-step solid state reaction to selectively fabricate cubic and tetragonal $CuFe_2O_4$ anode material for high power lithium ion batteries // Electrochimica Acta. – 2013. – V. 102. – P. 51– 57.

5. Padam R., Ravi S., Ramakrishnan S., Grover A.K., Pal D. Exchange bias in non-collinear spin-spiral system $Co(Cr_{1-x}Co_x)_2O_4$ (x = 0:0–0:1) // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2014. – V. 371. – P. 144–148.

6. Kim J.S., Lee K.H., Cheon C.I. Crystal structure and the effect of annealing atmosphere on the dielectric properties of the spinels $MgAl_2O_4$, $NiFe_2O_4$, and $NiAlFeO_4$ // Journal of Electroceram. – 2009. – V. 22. – P. 233–237.

7. Состав – дефектность – свойство твердых фаз. Метод кластерных компонентов. – М.: Наука, 1977. – 248 с.

8. Шабельская Н.П. Кинетика образования феррит-хромитов цинка / Н.П. Шабельская, В.М. Таланов, А.К. Ульянов, И.Н. Захарченко, В.В. Иванов // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3. – С. 43–45.

9. Jesus C.B.R., Mendonça E.C., Silva L.S., Folly W.S.D., Meneses C.T., Duque J.G.S. Weak ferromagnetic component on the bulk $ZnFe_2O_4$ compound // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2014. – V. 350. – P. 47–49.

10. Саркисян Л.Е. Кинетика, термодинамический анализ и механизм синтеза ферритов и оксидных твердых растворов. II. Синтез ферритов и оксидных твердых растворов / Л.Е. Саркисян // Армянский химический журнал. – 1986. – Т. 39, № 6. – С. 353–359.

11. Червинко А.Г. Влияние анионов галогенов на процесс образования феррита цинка из окислов / А.Г. Червинко // Известия ВУЗ. Серия: Химия и химическая технология. – 1972. – Т. 15, № 12. – С. 1831–1834.

12. Шабельская Н.П. Синтез и свойства бинарных шпинелей в системе NiO-CuO-Fe_2O_3-Cr_2O_3 / Н.П. Шабельская // Физика и химия стекла. – 2017. – Т. 43, № 3. – С. 296–303.

13. Шабельская Н.П. Синтез и фазообразование в системе NiO–CuO–Fe_2O_3–Cr_2O_3 / Н.П. Шабельская, В.В. Иванов, В.М. Таланов, Л.А. Резниченко, М.В. Таланов, А.К. Ульянов // Стекло и керамика. – 2014. – № 1. – С. 20–24.

14. Иванов В.В. Ферриты-хромиты переходных элементов: синтез, структура, свойства / В.В. Иванов, А.К. Ульянов, Н.П. Шабельская. – М., 2013. – 93 с.

УДК 339.1:659.184

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКЛАМНОЙ И ОРИЕНТИРУЮЩЕЙ ПОКУПАТЕЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВЛИ

Ананьева Н.В.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (СФУ), Красноярск, e-mail: anna200354@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию организации рекламной и ориентирующей покупателя деятельности предприятий торговли. Напомним, что реклама – это особая зона, при помощи которой в известных пределах сходятся интересы производителей и потребителей. В этой связи автором изложены аргументы воздействия рекламы на потребителя. Рассмотрена внутренняя среда предприятия, раскрытая с точки зрения рекламной деятельности. Были выявлены виды и основные направления в рекламной и ориентирующей покупателя деятельности, которые позволят предприятию полностью сосредоточиться на развитии своего бизнеса. Предложена необходимость перехода рекламы на аутсорсинг, где произойдет сокращение затрат в функциях коммерческой деятельности. Определены причины перехода на аутсорсинг. Сделан анализ функций предприятий при передачи рекламы на аутсорсинг. Автором разработана модель рекламной и ориентирующей покупателя деятельности предприятий торговли и уточнен новый тип субъект-объектного взаимодействия.

Ключевые слова: реклама, маркетинг, виды рекламы, пиар-технологии, PR-агент, аутсорсинг, рекламный аутсорсинг, функции предприятия, модель рекламной и ориентирующей покупателя деятельности

ORGANIZATION OF ADVERTISING AND ORIENTING BUYER'S ACTIVITIES TRADE ENTERPRISES

Ananeva N.V.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: anna200354@mail.ru

This article is devoted to study of advertising and orienting buyer's activities of trading enterprises. Recall that advertising is a special area in which certain limits converge the interests of producers and consumers.In this connection, the author sets out the arguments of the impact of advertising on the consumer. The internal environment of the enterprise that is revealed from the point of view of advertising. Identified the types and main trends in advertising and directing the activities of buyer, which will allow the company to fully focus on growing your business. Suggested the need to shift advertising to outsourcing, where will the cost reduction in the functions of commercial activities. Determined the causes of outsourcing. The analysis of the functions of enterprises in the distribution of advertising outsourcing. The author developed a model of advertising and orienting of the buyer activity of the enterprises of trade and refined a new type of subject-object interaction.

Keywords: advertising, marketing, advertising, PR-technologies, PR – agent, outsourcing, advertising outsourcing, enterprise features, advertising model and orienting buyer's activities

Вопросы сущности и организации рекламной деятельности, ее места и роли являются предметом пристального внимания ученых-экономистов. Их деятельность на рынке предопределяется выполняемыми функциями по отношению к товаропроизводителям и потребителям. Побуждение к действию о покупке товара принимается уже в магазине, следовательно, торговое предприятие получает все шансы активно влиять на покупателя. Активное влияние на покупателя оказывает воздействие рекламы, которая в свою очередь становится одним из способов стимулирования продажи товаров. За счет правильного применения рекламных мероприятий торговые предприятия значительно увеличивают продажи, следовательно, происходит рост прибыли предприятия, что оказывает положительное влияние на деятельность торгового предприятия.

Рекламная информация являлась простой формой сообщения о чем-либо вплоть до начала XIX в., после чего произошел скачок в развитии рекламы. Стали появляться рекламные агентства и рекламные агенты. Реклама стала развиваться, и к началу XX века она становится мощной индустрией [1].

Можно проследить, что ведущей страной по применению рекламы стала Англия, на тот момент одна из самых развитых стран мира. С середины XIX в. США стали завоевывать лидирующие позиции и до сих пор сохраняют первенство. В современной экономике рекламная индустрия во всех странах является одной из важных отраслей деятельности по продвижению товаров и услуг к потребителю. С позиций функционально-средового подхода рекламная деятельность относится к информационно-маркетинговой функции предприятия. Необходимо различать такие понятия, как «реклама» и «маркетинг».

Первое определение «реклама» принадлежит Американской маркетинговой ассоциации, они трактуют рекламу как любую платную форму неличного представления и продвижения идеи или услуг. Из определения вытекает важная функция рекламы – возможность передать информацию от рекламодателя определенной целевой аудитории, не устанавливая при этом прямого контакта с потенциальным покупателем, т.е. реклама носит неличный характер [2].

Более широкое определение рекламы дается в Федеральном законе от 13 марта 2006 г. № 38-ФЗ «О рекламе»: «Реклама – информация, распространенная любым способом, в любой форме и с использованием любых средств, адресованная неопределенному кругу лиц и направленная на привлечение внимания к объекту рекламирования, формирование или поддержание интереса к нему и его продвижение на рынке» [3].

Для российских компаний рекламу можно понимать как любую деятельность, которая воплощает в реальность продвижение товаров или услуг, а также формирование общего имиджа организации.

С одной стороны, реклама – воздействие на потребителей, с другой – изготовление и средства носителей рекламной информации. Существуют следующие средства рекламы рис 1.



Рис. 1. Средства рекламной и ориентирующей покупателя деятельности

Маркетинг представляет более объемную сферу деятельности. В него входит комплекс мероприятий, которые создают условия для приспособления деятельности компании к потребительскому спросу и современным требованиям рынка, повышения конкурентоспособности товара, изучения рынка. То есть маркетинг – это проведение анализа рынка и тестовых акций для выявления потребностей рынка сбыта.

Однако реклама и маркетинг представляют собой сложный комплекс задач, решение которых представляется затруднительным для самостоятельной разработки многими современными компаниями, причиной этому служат:

– дефицит квалифицированных кадров в данной области;

– большие материальные затраты на содержание штата сотрудников, работающих по данному направлению.

Для решения этих задач может быть применена услуга рекламной и ориентирующей покупателя деятельности предприятия.

Телевизионная реклама – это один из самых известных способов донесения информации до потребителя, т.к. телевидение – это способ связей для трансляции и приема движущегося изображения, а также восприятия звука на расстоянии.

Каждый телевизионный канал – это зарегистрированное в установленном порядке юридическое лицо, которое осуществляет хозяйственную деятельность в сфере информатизации общества.

Реклама на телевидении это более массовый и достаточно дорогостоящий вид рекламы, она охватывает широкую целевую аудиторию всех возрастов.

Выделяют следующие носители телевизионной рекламы:

– видеоролики, показ рекламного ролика в рекламном блоке;

– бегущая строка, текстовое объявление, которое показывается по время телевизионной трансляции;

– спонсорство, выступление спонсора в телевизионной передаче.

Реклама на радио или радиореклама – специфическое средство массовой коммуникации, главной особенностью его воздействия на потребителя является сила «живого слова», которая должна быть убедительной.

Радио уже не так популярно, как раньше, но у него есть свои плюсы. В первую очередь – общедоступность, т.е. потребитель слышит радио практически везде: в собственном автомобиле, в кафе, в магазине, в общественном транспорте и др. Большой поток информации потребитель получает из радио, следовательно, реклама на радио имеет место быть.

Выделяют следующие носители радиорекламы:

● Объявление. Текстовое объявление, которое зачитывают в эфире; можно выделить две группы такой рекламы:

● записанное заранее рекламное объявление;

● дикторские объявления.

● Аудиоролик или радиоклип. Рекламная продукция, которая имеет сюжет, актерскую игру, музыкальное сопровождение. Выделяют следующие разновидности аудиоролика:

● информационные;

● музыкальные;

● игровые;

● имиджевые.

● Выступление. Прямое обращение представителей компании-рекламодателя к радиослушателям с определенным предложением или разъяснением.

● Беседа. В разговоре принимает участие как рекламодатель, так и могут принять участие журналист или специалисты, которые специализируются в области, где работает рекламодатель.

● Радиорепортаж. Репортаж с мероприятия, содержащий прямую или косвенную рекламу.

● Рекламные песни. Специально написанное музыкальное произведение, имеющее рекламный характер, или адаптация уже имеющейся песни к конкретной рекламе.

● Проблемные передачи. Обсуждение в прямом эфире существующей проблемы, иногда со связью с радиослушателями. В рамках такой беседы возникает возможность рассказать о преимуществах определенного товара или услуги.

● Спонсорство. На радиостанциях существуют спонсорские пакеты, в которых упоминается об имени спонсора или генерального спонсора, при этом включающих в себя большое количество всевозможных рекламных позиций.

● Радиопозывные. Оригинальное музыкальное сопровождение всю рекламную детальность конкретного рекламодателя на радио.

Следующий вид – реклама в печати. Средствах массовой информации позволяют выстраивать коммуникацию с определённым сегментом потребителей. Размещение информации о товаре или услуге в СМИ является тем самым минимумом, необходимым для обеспечения постоянного потока клиентов.

Печатная реклама производится на специальной печатной бумаге, которая улучшает зрительное восприятие.

Выделяют следующие носители печатной рекламы:

1. Каталог. Имеет вид проспекта или книги, в которую систематически вносят перечень товаров, услуг или описание одного предмета, который предназначен к продаже.

2. Проспект. Справочное издание – в его назначение включают перечень и описание товара или услуги, который предназначен для продажи. Проспект оформляют с иллюстрациями о товаре или услуге. Выделяют следующие виды проспекта:

2.1. Проспект-письмо;

2.2. Проспект с представленными пробниками товара;

2.3. Проспект-брошюра.

3. Буклет. Содержит в себе один лист, который складывают параллельными сгибаниями в несколько страниц, и может читаться без дополнительных разрезов.

4. Упаковка. Это способ хранения и фасовки товара, который выполняет рекламную функцию. Основные способы использования упаковки в целях рекламы: скидки; бонусная упаковка. Основные требования к рекламе на упаковке: уникальность; оптимальная форма; текст; внешний вид упаковки; цветная гамма упаковки.

5. Плакат. Печатная реклама большого формата. Плакат содержит в себе иллюстрацию или фотографию, а также краткий и информационный текст. Самое главное в рекламном плакате – заголовок.

6. Прейскурант. Обозначает цену на товар или услугу.

7 Афиша. Оповещает о развлекательном или значимом событии в компании, сообщает реквизиты [4].

Наружная реклама представляет собой графическую, текстовую или другую информацию рекламного характера, которая размещают на специальной временной конструкции. Такую рекламу располагают на открытой местности или на внешней поверхности сооружения или здания, на уличном оборудовании, над проезжей частью дорог.

Современные технологии шагнули быстрыми темпами вперед, так что рекламные компании могут предоставить предприятию заказчику разнообразные варианты наружной рекламы, которая будет рассчитана на любую возможность и любого потребителя.

Классическим каналом прямой рекламы является почта. Данная реклама ориентирована на определенного адресата. Почтовая реклама представляет рассылку рекламного сообщения в адрес нужной группы лиц потребителей или возможных партнеров.

Почтовая реклама является избирательной в отношении аудитории или потенциальных покупателей и дает возможность выбрать рекламный товар или услугу определенным территориальным районам, регионам и др.

Современные средства доставки рекламного послания связаны с новыми

возможностями интернета, электронных носителей, использованием различных программ для стационарных и мобильных гаджетов, облачными технологиями и др.

Практически каждый житель экономически развитых стран имеет у себя как минимум один, а в большинстве случаев несколько компьютеров, телефонов, часов, браслетов с интернетом и др. Таким образом, владелец таких устройств имеет возможность постоянно или в удобное для себя время просмотреть все рекламные предложения от фирм, как отечественных, так и зарубежных. Все это создает качественно новую среду взаимодействия между производителями, торговлей, потребителями. Более того, современные программы позволяют вести глубокий системный анализ воздействия или влияния различных средств рекламной деятельности по их формам, подаче, времени послания и предъявления и их результативностью среди различных групп потребителей.

Для реализации и контроля над масштабными рекламными проектами клиентов были созданы основные направления в рекламе (рис. 2).

Применение рекламы позволяет предприятию полностью сосредоточиться на развитии своего бизнеса.

Одним из инструментов рекламы является пиар. Пиар или связь с общественностью – это технологии создания и внедрения при помощи общественно-экономических и политических системах конкуренции образа организации в ценностные социальные группы, с последующим закреплением этого образа как необходимого в жизни.

Основное отличие пиара от рекламы заключается в том, что пиар более тонкая рекламная технология. Если реклама призывает потребителей приобретать товар или услугу, то PR-специалисты имидж компании создают с помощью интервью, статей, пресс-релизов и других материалов в СМИ.

Таким образом, пиар-технологии – это умение применить мысли людей, а также их эмоции для достижения поставленных целей. Основная сущность пиара – это ненавязчивые ходы, которые не вызовут антипатию у потребителя, а также оказывает воздействие на подсознание и создают желаемый образ товара или услуги. В табл. 1 приведена деятельность двух из множества PR-компаний, работающих в регионе, и виды их деятельности

Изучив и проанализировав деятельность PR-агентств, мы обнаруживаем: PR-услуги в настоящее время находятся на высоком уровне. Перспективы деятельности его развития растут. Большинство компании активно применяют услуги PR-агентств.

Далее приведены причины перехода предприятий на аутсорсинг (рис. 3).

Основной причиной перехода на аутсорсинг у предприятия является снижение затрат (21%). Большинство затрат у предприятия возникают при продвижении товара или услуги.



Рис. 2. Основные направления в рекламе и ориентирующей покупателя деятельности

Таблица 1

PR-агенты и их характеристика

PR-агентство	Год Город	Клиенты	Предоставляемые услуги
В развития общественных связей	1997, Красноярск	Сбербанк России, Microsoft, Газпром, Rolls-Royce, РАО ЕЭС Toyota, Роснефть, Mauser, Норильский Никель,СИБУР, Вимм-Билль-Данн, Nestle и др.	Коммуникационный консалтинг и комплексное управление репутацией; Информационно-разъяснительная работа в рамках крупных государственных проектов; Управление кризисными информационными ситуациями; Media Relations, паблисити и продвижение брендов в СМИ; Взаимодействие с институтами законодательной и исполнительной власти; Организация и проведение специальных, публичных мероприятий и пресс-конференций; Исследование информационного поля и создание информационно-аналитических материалов; Страновый брендинг, создание и продвижение имиджа государства, планирование и проведение информационных кампаний в регионах РФ. Работа в сети Интернет и социальных сетях (CROS Digital, агентство «Новый интернет»); Дизайн, полиграфия и производство видеопродукции («Агентство прямой рекламы»)
Михайлов и партнеры	1993, Красноярск	Сколково, BMW, TOTAL, ВТБ, Coca-Cola, Роснано, др.	Разработка коммуникационных стратегий, предоставление услуг в области управления корпоративной репутацией, позиционирование клиентов на региональном и международном уровнях, управление кризисными ситуациями

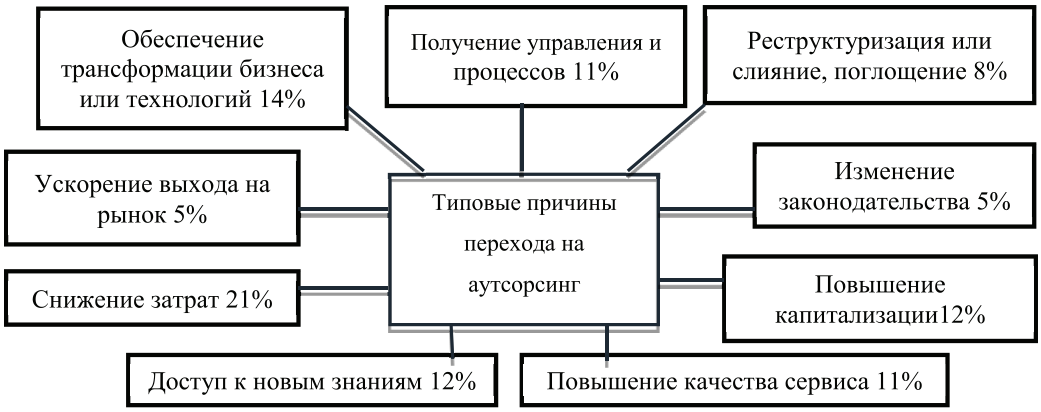


Рис. 3. Причины перехода на аутсорсинг, %

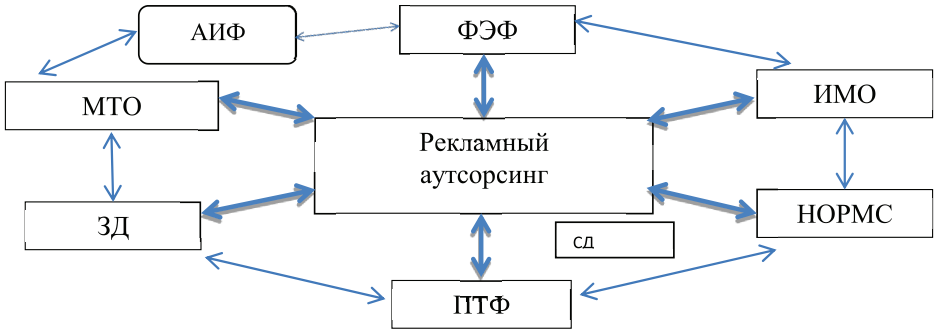


Рис. 4. Рекламный аутсорсинг в коммерческой деятельности

Таблица 2

Функции предприятия при передаче рекламы на аутсорсинг

Функция предприятия	До применения рекламного аутсорсинга	После передачи рекламы на аутсорсинг
Адаптационно-интеграционная (АИФ)	Принятие решения на основе информационно-маркетингового и финансово-экономического анализа	Оформление контракта на аутсорсинг рекламной деятельности
Финансово-экономическая функция (ФЭФ)	Расчеты и оптимизация расходов на изготовление буклетов, POS-материалов, баннеров, вывесок и др. рекламных материалов	Исполнитель обосновывает затраты по изготовлению всех рекламных материалов
Материально-техническое обеспечение (МТО)	Обеспечение МТО рекламной деятельности предприятия, поиск подрядчиков для изготовления оборудования	Исполнитель занимается созданием рекламного оборудования
Информационно-маркетинговое обеспечение (ИМО)	Изучение трендов в разработке рекламы. Подготовка рекламных посланий. Изучение влияния покупателей на рекламу	Исполнитель самостоятельно изучает все информационные потоки для реализации качественной рекламы
Работа с персоналом предприятия (НОРМС)	Подбор, затраты на содержание специалистов рекламных служб, контроль их деятельности. Повышение квалификации и др.	Рекламный отдел не нужен на предприятии заказчика, вся работа уходит на исполнителя
Производственно-технологическая функция, в том числе: Закупочная деятельность (ЗД) Сбытовая деятельность (СД)	Затраты на разработку рекламы, которая будет привлекать потребителей и вызывать желание купить товар или услугу	Вся разработка выполняется исполнителем
	При эффективной разработки рекламы, определяется покупательский спрос, за счет чего организуется количество закупаемого товара	Закупается ассортимент востребованных товаров
		Растет оборот торговой деятельности

Таблица 3

Реализация функций предприятий при применении рекламного аутсорсинга

Функция предприятия	Действия	Проблемы для рекламного аутсорсинга
Адаптационно-интеграционная (АИФ)	На основе анализа предложений принятие решения о использовании аутсорсинга	Необходимы доказательства успешной деятельности и результатов
Информационно-маркетинговое обеспечение (ИМО)	Осуществление специального отдела для изучения информационных потоков	Опасение в недобросовестной работе исполнителя
Финансово-экономическая функция (ФЭФ)	Выделение средств из бюджета на изготовление и содержание рекламы и ее реализации	Недоверие к исполнению изготовителя
Материально-техническое обеспечение (МТО)	Выделение средств из бюджета на разработку материально-технического обеспечения рекламы	Опасность, что изготовитель не сможет выполнить качественно материально-технического обеспечение
Работа с персоналом предприятия (НОРМС)	Осуществление рекламного отдела для разработки рекламных материалов	Недоверие, что исполнитель не разработает в положенный срок рекламные материалы
Производственно-технологическая функция	Самостоятельное изучение потребительских предпочтений в создании рекламных материалов	Недоверие в качестве выполненной работы
Закупочная деятельность (ЗД)	Уточнение ассортиментной политики в соответствии с рекламными акциями	Изменения в закупочной деятельности для обеспечения потребностей
Сбытовая деятельность	Побуждение потребителя рекламными материалами приобрести товары, за счет чего увеличить продажи	Недоверие, что исполнитель не сможет вызвать у потребителя желание на покупку товаров, за счет чего сократится оборот

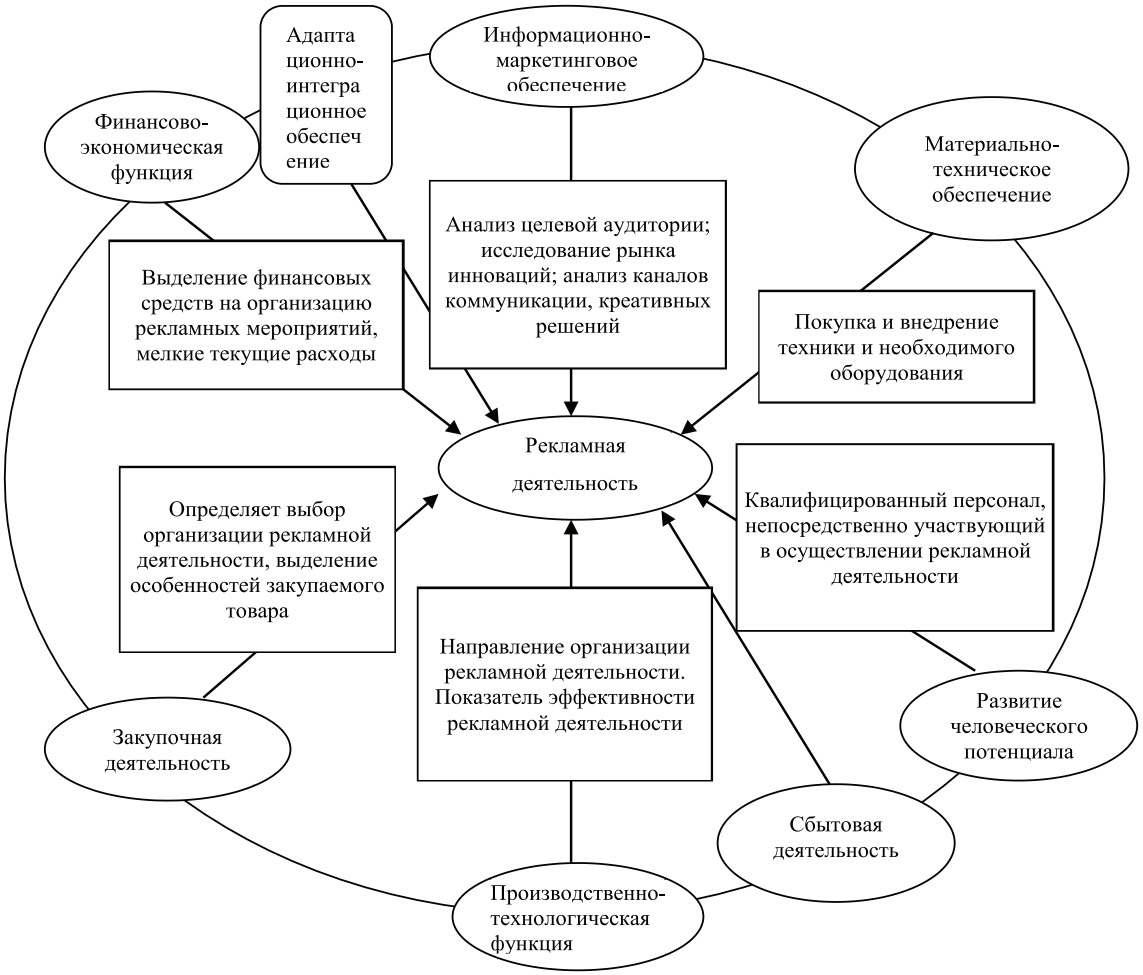


Рис. 5. Модель рекламной и ориентирующей покупателей деятельности

Самым традиционным способом продвижения товара или услуги является реклама. Слово «реклама» произошло от латинского «reclamare», что переводится как «кричать» [5].

На наш взгляд, при передаче предприятием рекламы на аутсорсинг произойдет сокращение затрат в функциях коммерческой деятельности.

Таким образом, происходит взаимодействие с внутренней и внешней средой. Произойдет сокращение затрат у предприятия, что повлияет на ведение бизнеса в целом.

Цель применения рекламного аутсорсинга – использование передовых бизнес-технологий и ноу-хау. Однако существует и ряд проблем при передаче рекламы на аутсорсинг.

Из табл. 3 можно сделать вывод, что у предприятия возникает одна основная проблема – недоверие к исполнителю. Большинство предприятий стараются самостоятельно организовывать рекламные мероприятия и несут значительные затраты на ее организацию.

Таким образом, можно отметить, что применение компанией рекламного аутсорсинга является выгодной услугой. Очевидно, что рекламный аутсорсинг выгодная и, как правило, оправданная альтернатива.

Из рис. 5 видно, что все функции коммерческой деятельности участвуют в формировании рекламной деятельности на предприятии.

Однако также существует и внешняя среда, в которую входят в первую очередь потребители. Это тот информационный ресурс, что требует от него (и производителя продукта) особых квалификационных характеристики, компетенций.

Реклама нового типа призвана находить подход к каждому человеку в отдельности, учитывать его точку зрения. Отсюда вытекают новые функции рекламы:

1. Наделение потребителя новыми возможностями.

2. Демонстрация товара.

3. Вовлечение потребителя.

Таким образом, рассмотренные аспекты развития организации рекламной и ориентирующей покупателя деятельности предприятий торговли подводят нас к пониманию новых функций рекламы. А это значит – к появлению модели рекламы, что позволит по-новому взглянуть на рекламную деятельность и поможет находить правильные направления организации более эффективного совершенствования отношений.

Список литературы

1. Анискина Н.В. Наружная реклама / Н.В. Аниськина, Т.Б. Колышева. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2014. – 207 с.

2. Хапенков В.Н. Рекламная деятельность в торговле: учебник для вузов / В.Н. Хапенков, Г.Г. Иванов, Д.В. Федюнин. – М.: Инфра-М, 2013. – 368 с.

3. Российская Федерация. Законы. О рекламе: федеральный закон: текст с изменениями и дополнениями на 2016 год. – М.: Эксмо, 2016. – 61 с.

4. Марусева И.В. Творческая реклама: приемы и методы ее создания (художественно-аналитическое исследование): монография. – 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http: // lib3.sfy-kras.ru/ft/lib2/elib_dc/direct_09.12.2020/i-311730970.pdf (дата обращения: 07.05.2017).

5. Ткаченко О.Н. Дизайн и рекламные технологии: учебное пособие для студентов вузов / О.Н. Ткаченко. Омск гос. техн. ун-т. – М.: Магистр, 2015. – 175 с.

УДК 338.462

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АУТСОРСИНГОВО-СЕРВИСНОГО КЛАСТЕРА

[1]Балдин О.В., [2]Иванов Г.И.

[1]ГОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: o.baldin@yandex.ru;

[2]ЧОУ ВО «Южный университет (ИУБиП)», Ростов-на-Дону, e-mail: giivanov@yandex.ru

Предметом рассмотрения статьи является реализация инновационного подхода при оценке эффективности функционирования как отдельных предприятий, входящих в структуру сервисного кластера, так и кластерной системы в целом. Предложенная и апробированная авторами методика оценки эффективности функционирования сервисной структуры представляет собой расчет коэффициента технологической эффективности функционирования кластера, основанного на комплексном и всестороннем учете наиболее значимых факторов его деятельности на рынке. Для этого автором вводится понятие технологической эффективности сервисного предприятия, раскрывается ее содержание. Расчет приведенного коэффициента проводится на основе учета системных показателей сервисного обслуживания, которые являются составляющими комплексного показателя, по формуле, предложенной авторами. Предметом отдельного рассмотрения является динамика клиентской базы, обусловленная эффективностью функционирования сервисной системы на рынке услуг.

Ключевые слова: инновационное управление, экономический кластер, аутсорсинг, предприятие сервисного обслуживания

DEVELOPMENT OF INNOVATION MECHANISM OF THE COMPLEX ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL EFFESENCY OF OUTSOURCING – SERVICE CLUSTER

[1]Baldin O.V., [2]Ivanov G.I.

[1]Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: o.baldin@yandex.ru;

[2]«South University (IUBIP)», Rostov-on-Don, e-mail: giivanov@yandex.ru

The subject of the article is to implement an innovative approach to assessment of efficiency of functioning of separate enterprises within the structure of the service cluster and a cluster system as a whole. Proposed and tested the author's method of assessing the effectiveness of service structures is a calculation of the coefficient of technological efficiency of operation of the cluster, based on an integrated and comprehensive account of the most important factors of its activity in the market. For this the author introduces the concept of technical efficiency of the service enterprise, and reveals its contents. The calculation of the coefficient is conducted on the basis of system of indicators of service that are the components of the complex index according to the formula proposed by the author. The subject of a separate consideration is the dynamics of the customer base due to the efficient functioning of the service system in the market.

Keywords: inniovative management, economy cluster, outsourcing, enterprise of service maintenance, innovation activity of company

Проблематика оценки эффективности аутсорсинговых компаний рассматривалась различными авторами в ряде источников [1–3]. По результатам проведенных исследований были предложены соответствующие подходы, направленные на решение задачи повышения качественных показателей при взаимодействии данного типа предприятий с заказчиками. Несомненными достоинствами приведенных методов и методик является их ориентация на получение максимальной экономической отдачи организациями – потребителями аутсорсинговых услуг от взаимодействия с сервисными структурами, их предоставляющими. В частности, в статье «Оценка экономической эффективности ИТ-аутсорсинга на предприятии» автор В.В. Щербан делает заключение: «Если стоимость услуги аутсорсера на поддержку ИТ-сервиса меньше, чем затраты предприятия на аналогичную функцию, то экономически целесообразно переходить на аутсорсинг» [4].

Однако необходимо отметить, что все предложенные способы имеют односторонюю направленность, ориентированную исключительно на учет интересов заказчиков. При этом упускается из виду проблематика управления механизмами, направленными на эффективное взаимодействие самих сервисных (в том числе – аутсорсинговых) организаций с клиентскими структурами, формирование взаимонаправленных векторов, способствующих эффективному взаимодействию контрагентских отношений. Для устранения данного пробела нами были

предложены: «метод реперных точек», метод оценки эффективности функционирования авторизованных сервисных центров, методика управления мотивацией сотрудников аутсорсинговых компаний, методика распределения нагрузки между специалистами аутсорсинговых компаний. Данные методики были представлены в [5, 6].

Однако процесс трансформации отдельных сервисных предприятий в кластерную систему определил необходимость создания инновационного механизма оценки эффективности вновь созданной на рынке структуры. В настоящее время в г. Ростове-на-Дону по инициативе одного из авторов создан и функционирует экономический кластер, состоящий из группы компаний, осуществляющих предпринимательскую деятельность в различных сферах сервисного обслуживания как юридических, так и физических лиц. Спектр услуг, оказываемых со стороны кластерной организации в настоящее время, включает в себя: обслуживание ИТ-систем, услуги охраны, туристические услуги, авторизованное сервисное обслуживание вычислительной техники. Целью его организации является формирование дополнительных рычагов, способствующих повышению конкурентоспособности и устойчивости на рынке составляющих его коммерческих организаций. Это обеспечивается посредством формирования многопрофильной диверсифицированной бизнес-структуры, способной реализовать широкий спектр разнотипных задач сервисного обслуживания в рамках единого центра. Кластер представляет собой кооперированную систему юридически и финансово независимых сервисных организаций, успешно работающих на рынке в течение нескольких лет. Составляющие его компании осуществляют свою деятельность как в различных видах, так и формах сервисного обслуживания (авторизованном, аутсорсинговом, частных заказчиков), что открывает возможности для наиболее полной ее реализации. Ядром аутсорсингово-сервисного кластера (АСК) является компания «Зенит – сервис», осуществляющая деятельность в сфере сервисного обслуживания ИТ-систем, вычислительной и оргтехники.

Для реализации комплексного подхода при оценке эффективности кластерной структуры введем понятие «Технологическая эффективность сервисного обслуживания». Определим, что данный термин – есть комплексный показатель, отражающий совокупность качественных, временных, производственных и организационно-управленческих параметров сервисной организации. Данное понятие позволяет определить не только текущие результаты функционирования предприятий данного типа, но также и выявить степень вовлеченности сотрудников в его деятельность. Оценка технологической эффективности предполагает комплексный учет внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на общую результативность функционирования системы на рынке. К последним относятся: производительность труда, качественные и количественные показатели обслуживания, динамика развития клиентской базы.

В качестве базовых параметров, являющихся составляющими для оценки эффективности функционирования кластерной системы ($К_{т.эф.}$), определим следующие:

1. Коэффициент обратной связи с клиентской базой ($К_{ос..кб.}$). Основанием для его оценки являются: отзывы в опросных листах, на сайте кластера, а также учет мнения заказчиков по результатам заключения новых, либо расторжения текущих договоров с корпоративными клиентами.

2. Временной коэффициент сервисного обслуживания ($К_{\tau\,с.о.}$). Данный показатель определяет соответствие периода выполнения сервисных операций установленным параметрам, закрепленным в табели нормо – часов, аутсорсинговых SLA-контрактах, договорах разового подряда.

3. Объемный коэффициент сервисного обслуживания ($К_{v\,с.о.}$) характеризует количественное соответствие выполненных работ установленным в соответствующих договорах с корпоративными и розничными заказчиками.

4. Коэффициент развития клиентской базы – показатель, под которым понимается как ее положительная, так и отрицательная динамика в зависимости от эффективности деятельности кластерной системы на рынке.

5. Производительность труда ($П_{тр.}$) – является одним из факторов, оказывающих пропорциональное влияние на каждую из составляющих. Показатель производительности труда вычисляется, исходя из соотношения общего времени выполнения сервисных операций и их количества за учетный временной период.

Для расчета всех показателей принят временной интервал 6 месяцев.

По итогам оценки технологической эффективности применяется комплекс мер административного и материального стимулирования как отдельных сотрудников, так и участников кластерной системы в целом.

Каждому нормативному коэффициенту присвоено соответствующее значение, основанное на предварительных результатах

эмпирических и статистических наблюдений, проведенных в течение 1 года среди партнерских компаний, впоследствии вошедших в кластерную систему.

Вычисление отдельных итоговых коэффициентов производится по результатам отношения эталонного и фактического значений.

Поскольку весовая доля коэффициентов неравнозначна, примем итоговое значение $К_{т.эф.}$ как их среднее геометрическое. Таким образом, решение задачи по расчету коэффициента технологической эффективности сервисного кластера будет определяться формулой

$$К_{т.эф.} = \sqrt[5]{П_{тр.} * К_{\tau\, с.о.} * К_{с.о.\nu} * К_{ос..кб.} * К_{ркб.}}. \quad (1)$$

Необходимо отметить, что мы умышленно опускаем параметр, определяющий развитие клиентской базы посредством проведения рекламной кампании, поскольку последний преимущественно обусловлен эффективностью финансирования различных пиар-акций и является предметом отдельного рассмотрения.

При разработке методики расчета коэффициента технологической эффективности автор руководствовался требованиями ее объективности, универсальности и учета специфики деятельности сервисных предприятий.

Расчет отдельных коэффициентов, составляющих $К_{т.эф.}$, производится на основании данных, занесенных в табл. 2–5.

В качестве показателя производительности труда (табл. 1) принято частное от результата деления объемного и временного показателей выполненной работы.

Результирующий базовый коэффициент здесь рассчитывается как среднее геометрическое от производительности труда и коэффициента обратной связи с заказчиком в соответствии с отзывом последнего.

В табл. 1 приведен расчет базовых коэффициентов отдельной позиции сервисного обслуживания, необходимый для оценки работы специалиста.

Однако для получения комплексных статистических данных, учитываемых при расчете итоговых значений, составляющих итоговый базовый коэффициент технологической эффективности, мы используем более сложную систему, включающую не только выявление количественных и качественных характеристик результатов выполнения сервисных операций, но и позволяющих выявить степень влияния объективных и субъективных факторов на их результаты.

При расчете базового коэффициента обратной связи используется результат деления суммарных итоговых коэффициентов и количества выполненных сервисных операций.

Расчет базового среднего коэффициента обратной связи с заказчиком представлен в табл. 2.

При определении временных и объемных параметров сервисного обслуживания принимались во внимание как объективные, так и субъективные факторы, оказывающие воздействие на качественные и объемные показатели выполнения работ. К объективным факторам, отрицательно влияющим на временные и объемные характеристики последних, могут относиться: погодные условия, заболевание сотрудников, несвоевременное предоставление доступа к объектам обслуживания со стороны клиента, задержки с поставкой комплектующих и так далее.

Среди субъективных факторов, отрицательно влияющих на данные характеристики сервисного обслуживания, можно выделить: халатность и недостаточную компетентность отдельных специалистов, некачественное выполнение работ, слабую проработку механизмов распределения нагрузки между сотрудниками и так далее. При этом под субъективными факторами, положительно влияющими на приведенные показатели, понимаются: хорошая организация труда, оптимизация распределения нагрузки, решение технологических задач с учетом особенностей инфраструктуры корпоративных клиентов и так далее.

Таблица 1

Расчет эффективности единичной операции сервисного обслуживания АСК «Зенит – Сервис»

Значение измеряемых параметров / Измеряемый параметр	Эталонное значение	Фактическое значение	Результирующий базовый коэффициент по единичной сервисной операции
Коэффициент обратной связи с заказчиком	1,0	0,8	
Объемное значение выполненной операции сервисного обслуживания	1,0	**0,95**	
Временное значение выполненной операции сервисного обслуживания	1,0	**1,2**	
Производительность труда	1,0	**0,79**	0,8

Таблица 2

Расчет среднего коэффициента обратной связи АСК «Зенит – Сервис» за январь – июнь 2017 г.

Шкала оценки удовлетворенности результатами сервисного обслуживания со стороны клиентской базы по балльной шкале	Количество проведенных операций сервисного обслуживания за учетный период по соответствующим коэффициентам	Итоговый коэффициент
0,1	2	0,2
0,2	6	1,2
0,3	19	5,7
0,4	35	14
0,5	67	33,5
0,6	134	80,4
0,7	257	179,9
0,8	349	279,2
0,9	597	537,3
1	845	845
Итого учтено:	2311	1976,4
Базовый средний коэффициент обратной связи		1,16

Таблица 3

Расчет временного коэффициента сервисного обслуживания в АСК «Зенит – сервис» за январь – июнь 2017 г.

Временные параметры оказания услуг	Нормативные значения времени выполнения сервисных операций	Количество операций сервисного обслуживания	Итоговые коэффициенты ($К_{т\,с.о.}$)
< нормы по объективным причинам	0,8	26	20,8
< нормы по субъективным причинам	0,9	57	51,3
Норма	1	2103	2103
>нормы по объективным причинам	1.1	48	52,8
>нормы по субъективным причинам	1,2	11	13,2
Суммарное значение		2311	2241,1
Базовый временной коэффициент			1,03

В табл. 3 приведен расчет временного коэффициента сервисного обслуживания в АСК «Зенит – сервис» за январь – июнь 2017 г.

Расчет объемного показателя, выполненный в табл. 4, основан на соотношении фактической и заданной характеристик выполнения работ. При этом также учитываются объективные и субъективные факторы.

Далее производится расчет коэффициента развития клиентской базы, который характеризует как положительную, так и отрицательную ее динамику. Это может зависеть от множества как внешних, так и внутренних факторов, возникающих в процессе деятельности сервисного кластера (либо отдельного предприятия) на рынке услуг. К последним можно отнести:

1. С одной стороны – активную позицию всех составляющих элементов кластерной системы, направленную как на привлечение новых, так и на сохранение прежних заказчиков, развитие спектра компетенций и оборудования, что в свою очередь направлено на появление новых видов услуг и так далее.

2. С другой – халатное отношение отдельных специалистов к выполнению тех или иных задач, процессы естественной оптимизации клиентской базы, заключающейся в отказе от низкоприбыльных направлений обслуживания или отдельных клиентов с целью повышения эффективности реализации видов деятельности, приносящих более высокий доход; проигрыш по результатам проведения электронных аукционов и так далее.

Значения для расчета коэффициента развития клиентской базы были определены эмпирическим путем.

Таблица 4

Расчет объемного коэффициента сервисного обслуживания в АСК «Зенит – сервис» за январь – июнь 2017 г.

Объемные параметры оказания услуг	Количество операций сервисного обслуживания	Нормативные значения объемного коэффициента выполнения работ	Итоговые коэффициенты ($К_{v\,с.о.}$)
< нормы по объективным причинам	34	1,2	40,8
< нормы по субъективным причинам	28	1,1	30,8
Норма	2143	1	2143
>нормы по объективным причинам	22	0,9	19,8
>нормы по субъективным причинам	26	0,8	20,8
Суммарное значение	2311		2255,2
Базовый объемный коэффициент			1,024

Таблица 5

Расчет коэффициента развития клиентской базы $К_{ркб.}$ АСК «Зенит – сервис»

Виды развития клиентской базы	Коэффициент $К_{ркб.}$	Количество привлеченных клиентов	Коэффициент
Привлечение розничных клиентов в течение 6 месяцев (1 чел)	1,05	247	259,35
Привлечение корпоративных клиентов малого бизнеса в течение 6 месяцев (1 организация)	1,1	15	16,5
Привлечение корпоративных клиентов среднего и крупного бизнеса в течение 12 месяцев (1 организация)	1,2	4	4,8
Потеря корпоративных клиентов малого бизнеса в течение 6 месяцев по причине несоблюдения параметров сервисного обслуживания (1 организация)	0,9	1	0,9
Потеря корпоративных клиентов среднего и крупного бизнеса в течение 12 месяцев по причине несоблюдения параметров сервисного обслуживания (1 организация)	0,8	0	0
Суммарное значение		267	281,56
Среднее арифметическое значение			0,94

В табл. 5 выполнен расчет коэффициента развития клиентской базы $К_{ркб.}$ АСК «Зенит – сервис» за январь – июнь 2017 г.

Таким образом, результатом расчета технологической эффективности АСК «Зенит – сервис» за период 1 полугодия 2017 г. является значение:

$$К_{т.эф.} = \sqrt[5]{0,8*1,16*1,03*1,24*0,94} = 1,021. \quad (2)$$

При расчете коэффициента технологической эффективности удобно использовать программное обеспечение Microsoft Excel, что позволяет выполнять все приведенные операции в рамках одного документа.

В качестве нормативного комплексного показателя технологической эффективности компании, входящей в состав кластера, эмпирическим и статистическим методами определены результаты в диапазоне: 0,95–1,2. Более высокие, либо низкие показатели позволяют сделать соответствующие выводы не только о качестве ее функционирования, но и достаточно точно выявить сильные и слабые стороны функционирования каждого из предприятий, входящих в состав кластерной системы, а также определить область, в которой происходят характерные сбои в процессах ее деятельности, и, как следствие – принять необходимые организационно-управленческие меры для устранения последних.

Результатом внедрения разработанной методики явилась положительная динамика клиентской базы аутсорсингово-сервисного кластера «Зенит – сервис», а также рост прибыли по соответствующим направлениям ее развития.

По итогам выполненного исследования можно сделать следующие выводы: Диалектическое развитие сервисных систем предъявляет новые требования к разработке инновационных подходов, направленных на

повышение эффективности их функционирования. Предложенная и апробированная авторами методика явилась механизмом, позволяющим не только обеспечить решение задачи оценки различных показателей сервисного обслуживания, но также выявить причинно-следственную связь между последними. Реализация данного подхода позволила обеспечить развитие клиентской базы как сервисного кластера «Зенит – сервис», так и составляющих его компаний и как результат – увеличить рост прибыли. Это доказывает, что предложенная методика справедлива как для малых, так и крупных организаций, функционирующих на рынке в сфере сервисного обслуживания заказчиков как корпоративного, так и розничного сегментов рынка.

Список литературы

1. Игнатьев А.В. Алгоритм принятия решения о переводе на аутсорсинг функций в сфере ИКТ в малых и средних промышленных предприятиях // Современные исследования социальных проблем / [Электронный ресурс]: электрон. науч. журн. – 2012. – № 7(15). – Режим доступа: http:// www.sisp.nkras.ru (дата обращения: 20.06.2017).

2. Коношенко Н.А. Пять измерений эффективного аутсорсинга [Электронный ресурс] / Н.А. Коношенко // Управление производством: электрон. журн. – Режим доступа: http://www:uppro.ru/library/strategy/outsourcing/effektivnyi-outsourcing.html (дата обращения: 03.07.17).

3. Курбанов А.Х. Методика оценки целесообразности использования аутсорсинга [Электронный ресурс] / А.Х. Курбанов // Современные проблемы науки и образования: электрон. науч. журн. – 2012. – № 1. Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5437 (дата обращения: 01.07.2017).

4. Щербан В.В. Оценка экономической эффективности ИТ аутсорсинга на предприятии // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2012. – № 6 [Электронный ресурс]. URL: http://ekonomika.snauka.ru/2012/06/1128.

5. Балдин О.В. Основные направления повышения эффективности в деятельности ИТ – аутсорсинговых предприятий // О.В. Балдин / Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]: электрон. науч. журн. – 2015. – № 2–1. – Режим доступа: http://www.science – education.ru/ru/article/ view&id=20239 (дата обращения: 17.07.2017).

6. Балдин О.В. Особенности мотивации сотрудников аутсорсинговых предприятий // О.В. Балдин / Фундаментальные исследования. – 2016. – № 3–2. – С. 330–333.

УДК 336.748

ИНВЕСТИЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ: ФАКТОРЫ РОСТА

Бондаренко В.В., Одинцов Н.В.

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Краснодарский филиал)», Краснодар, e-mail: V.Bondarenko64@gmail.com, nikolay@odintsov.ru

В настоящей статье рассматриваются основные факторы роста инвестиционной активности Краснодарского края. Отмечается, что формально инвестиционная активность представляет собой положительную рыночную реакцию на структурное экономико-финансовое развитие региона и означает формирование ключевых предпосылок для ощутимого улучшения инвестиционной привлекательности. При этом инвестиционная активность и инвестиционная привлекательность региона связаны между собой прямой причинно-следственной связью. С помощью методов ситуационного и сравнительного анализа в статье изучены различные аспекты инвестиционной активности региона и приведены её основные критерии. Далее на примере Краснодарского края в статье проанализированы девять основных факторов, имеющих решающее значение для роста инвестиционной активности края. В заключение в статье отмечается, что анализ динамики инвестиционных процессов в Краснодарском крае позволяет сделать вывод о том, что в регионе формируется благоприятная инвестиционная среда, обеспечивающая устойчивое социально-экономическое развитие, наблюдается позитивная динамика ВРП и рост основных отраслей материального производства. Тем не менее, несмотря на достигнутый уровень, в Краснодарском крае существуют как объективные, так и субъективные проблемы развития инвестиционной активности, требующие своего решения. И, в частности, административные барьеры, препятствующие предпринимательской деятельности как на региональном, так и на местном уровне. Их устранение является важнейшим условием дальнейшего роста инвестиционной активности Краснодарского края.

Ключевые слова: инвестиционная активность, инвестиционная привлекательность, инновационное развитие, промышленные парки, государственно-частное партнёрство

INVESTMENT ACTIVITY IN KRASNODAR REGION: GROWTH FACTORS

Bondarenko V.V., Odintsov N.V.

Financial University at the Government of the Russian Federation (Krasnodar branch), Krasnodar, e-mail: V.Bondarenko64@gmail.com, nikolay@odintsov.ru

The article examines the main factors of growth of investment activity in Krasnodar region. It notes that formally, the investment activity is a positive market reaction to the structural economic and financial development of the region and it means creating the key prerequisites for tangible improvement in investment attractiveness. At the same time, there is a causal relationship between investment activity in the region and its investment attractiveness. Using the methods of situational and comparative analysis, the article examined various aspects of investment activity in the region as well as its basic criteria. Further, on the example of Krasnodar region the article analyzes nine basic factors that are critical for the growth of investment activity of the region. In conclusion, the article notes that the analysis of dynamics of investment processes in the Krasnodar region shows that a formed favorable investment environment, a sustainable socio-economic development, a positive dynamics of GRP and a growth of the main branches of material production are observed in the region. However, despite the achieved level, in the Krasnodar region there are both objective and subjective problems of development of investment activity that should be addressed. In particular, the administrative barriers to entrepreneurial activities at both the regional and local level. Their elimination is essential for further growth of investment activity in Krasnodar region.

Keywords: investment activity, investment attractiveness, innovation, industrial parks, public-private partnership

Инвестиционная активность региона (инвестиционная активность в регионе) – это интенсивность привлечения инвестиций в основной капитал региона. Различают фактическую инвестиционную активность, в том числе текущую (т.е. за последний отчетный период) и прогнозную. Для измерения инвестиционной активности используют комплексный (интегральный) показатель.

Формально инвестиционная активность представляет собой положительную рыночную реакцию на структурное экономико-финансовое развитие региона и означает формирование ключевых предпосылок для ощутимого улучшения инвестиционной привлекательности. Инвестиционная активность и инвестиционная привлекательность региона связаны между собой прямой причинно-следственной связью: инвестиционная привлекательность – это факториальный признак региона (независимая переменная), а инвестиционная активность – это его результативный признак (зависимая переменная). Если инвестиционная привлекательность представляет собой аргумент (X), то инвестиционная активность – это функция (Y) инвестиционной привлекательности. Следовательно, такая объективно существующая зависимость предполагает наличие

типов и характерных параметров, т.е. в каждом конкретном случае может быть рассчитана следующая функция: Y = f(X) [1].

Измерить реакцию рынка количественно обычно бывает достаточно проблематично, однако, применяя экспертную оценку, можно определить ее качественно и в дальнейшем на этой основе разработать ключевые подходы к ранжированию регионов. Используя принцип систематизации различных статистических данных и результатов социологических обследований, можно определить основные критерии, составляющие инвестиционную активность и, соответственно, инвестиционную привлекательность региона (рисунок).

Далее можно выделить основные статистические показатели, отражающие уровень инвестиционной активности региона, например следующие:

– ввод в эксплуатацию новых производственных мощностей;

– рост выпуска продукции промышленных предприятий;

– рост концентрации капитала;

– повышение темпов реализации инвестиционных программ;

– сокращение удельных затрат инвестиционных проектов;

– снижение энергоёмкости и материалоёмкости выпускаемой продукции;

– снижение сроков разработки и реализации инвестиционных проектов.

Инвестиционная активность региона является основным драйвером его инвестиционной привлекательности. Причём этот процесс преимущественно объективного характера, определяемый – прямо или косвенно – его территориальными особенностями. Такими, как место региона в производственно-территориальной структуре государства, уровень развития производительных сил и производственных отношений в регионе, его экономико-географическое положение и состав, климатические особенности региона, природные ресурсы, население и основные демографические показатели развития, особенности хозяйствования, уровень социально-экономического развития, научный потенциал, инфраструктура, непроизводственные отрасли, потребление.

В Краснодарском крае с начала 2000-х гг. постоянно совершенствуется комплексная работа государственных органов по улучшению инвестиционного климата и созданию благоприятных условий для ведения бизнеса. Эффективность этой работы во многом определяют следующие основные факторы роста инвестиционной активности экономики Краснодарского края.

1. Инновации.

Цель инвестиционного развития Краснодарского края состоит в увеличении доли конкурентоспособной инновационной продукции и услуг в структуре стоимости валового регионального продукта, в том числе за счет создания благоприятных условий для инвестиций в инновационные проекты и стимулирования инновационной деятельности.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач, направленных на создание и развитие эффективной инновационной системы региона:

– создание нормативно-правовой базы в целях обеспечения эффективного развития инновационной системы Краснодарского края;

– создание системы заказов на продукты инновационной деятельности;

– создание банка данных инновационных предложений и содействие внедрению лучших практик эффективных инновационных решений в экономику Краснодарского края;

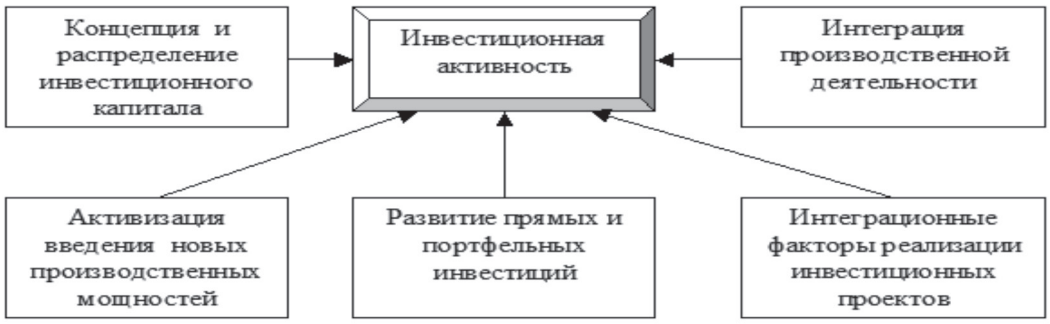


Рис. 1. Критерии инвестиционной активности

– сопровождение инновационных проектов в приоритетных отраслях края;

– формирование устойчиво развивающегося сектора исследований, разработок, инвестиций и внедрения в производство путем организации отраслевых и специализированных кластеров, состоящих из поставщиков оборудования, предприятий инфраструктуры, исследовательских и внедренческих групп;

– создание и развитие инфраструктуры инновационной деятельности, направленной на повышение спроса на инновации и привлечения частных инвесторов к финансированию высокотехнологичных проектов Краснодарского края, в том числе с использованием механизмов государственно-частного партнерства;

– повышение инновационной активности научных учреждений путем стимулирования внедрения собственных патентов;

– развитие кадрового потенциала в инновационной сфере и сфере коммерциализации научных разработок в Краснодарском крае;

– максимально широкое внедрение в деятельность органов государственного управления современных инновационных технологий;

– формирование механизма популяризации внедрения современных технологических разработок путем проведения региональных венчурных ярмарок, выставок, конференций, круглых столов и участия в инновационных мероприятиях других территорий;

– создание системы ребрендинга инновационного потенциала региона как инструмента привлечения глобального инновационного капитала в экономику Краснодарского края;

– предоставление грантов на разработки инновационных технологий субъектам инновационной деятельности, а также организациям, внедряющим инновационные разработки в производство;

– субсидирование из бюджета части затрат субъектов инновационной деятельности, направленных на осуществление капитальных вложений, непосредственно используемых для производства инновационной продукции (товаров, работ, услуг);

– развитие системы информационной поддержки инновационной деятельности.

Выполнение указанных выше задач в сфере развития инновационной деятельности Краснодарского края позволит поставить региональную экономику на новый инновационный путь развития [2]. Согласно статистическим данным в 2016 г. Краснодарский край производил товаров, работ и услуг инновационного характера на 4 млрд руб., причём 20% из них предназначались для экспорта. Именно в этих экспортно-ориентированных отраслях сегодня нужны инвестиции, поскольку производство товаров инновационного характера оказывает мультипликативный эффект на повышение уровня технологичности экономики региона в целом. При этом немаловажную стимулирующую роль призвано играть бюджетное субсидирование и венчурное финансирование инновационной деятельности. Особое значение для инновационной экономики имеет развитие кадрового потенциала и создание рынка новых научных разработок и научно-исследовательских лабораторий на базе лидирующих вузов Краснодарского края.

2. Государственно-частное партнёрство.

Одним из наиболее прогрессивных инструментов стимулирования региональной инвестиционной и инновационной деятельности является государственно-частное партнёрство (далее – ГЧП). Главной целью развития ГЧП является совместная разработка прибыльных, экономически перспективных проектов и их успешная плановая реализация с привлечением местных предприятий МСБ.

Краснодарский край на сегодняшний день наработал немалый положительный опыт реализации проектов на условиях ГЧП. В области развития курортов и туризма на территории Краснодарского края реализуется ряд инвестиционных проектов ГЧП, имеющих задачей строительство туристских кластеров на черноморском побережье. В качестве примера можно привести строительство обеспечивающей рекреационной инфраструктуры в районе крупных краевых туристских центров: «Абрау-Утриш» (г. Новороссийск, г. Анапа), «Лермонтово» (Туапсинский район), «Можжевеловая роща» (г. Геленджик), «Горячий Ключ» (г. Горячий Ключ) [3].

Такие стратегические проекты оказывают мультипликативный эффект на развитие смежных отраслей, они многократно поднимают авторитет предприятий малого и среднего предпринимательства, которым оказывается комплексная государственная поддержка с использованием механизмов ГЧП. Каковы основные преимущества концепции государственно-частного партнёрства для развития МСБ в Краснодарском крае?

Прежде всего это повышение конкурентоспособности системы малого и среднего предпринимательства;

– значительный мультипликативный эффект и рост налоговых поступлений в бюджеты всех уровней;

– развитие малого предпринимательства в приоритетных направлениях социально-экономического развития региона;

– оптимальное использование финансовых ресурсов, выделяемых на развитие малого и среднего предпринимательства;

– увеличение доли участия субъектов малого и среднего предпринимательства в общем обороте хозяйствующих субъектов Краснодарского края;

– развитие системы кредитования и финансовой поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства;

– развитие инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства.

Комплексное решение задач развития малого и среднего предпринимательства в Краснодарском крае программно-целевым методом с применением механизмов ГЧП – это залог согласованности и достаточности финансирования проекта, что непременно скажется на своевременности и полноте реализации решений.

3. Промышленные парки.

В целях обеспечения инфраструктурных условий для увеличения притока инвестиций в развитие приоритетных отраслей на территории Краснодарского края ставится задача создания и развития сети как государственных, так и частных промышленных парков – территориально обособленных комплексов, в границах которых будут располагаться производственные, административные, складские и иные помещения и сооружения, управляемые и обслуживаемые единым оператором.

В этих целях в Краснодарском крае принят Закон Краснодарского края от 4 июня 2012 г. № 2503-КЗ «О промышленных парках Краснодарского края». Государственная поддержка промышленных парков осуществляется в соответствии с Законом Краснодарского края от 23 июня 2014 г. № 731-КЗ «О стимулировании инвестиционной деятельности в Краснодарском крае» [4] и иными нормативными правовыми актами Краснодарского края в области инвестиционной и инновационной деятельности.

Перед промышленными парками стоит задача превратиться в «зелёные» инвестиционные площадки, на базе которых будут создаваться современные высокотехнологичные предприятия, обеспечивающие выпуск конкурентоспособной экспортно-ориентированной продукции и формирующие перспективный платёжеспособный спрос на инновационные товары, работы и услуги. К сожалению, сегодня этот немаловажный раздел инвестиционной политики Краснодарского края не располагает ничем, кроме достаточно продвинутой законодательной базы, практические шаги по реализации этой задачи будут приниматься в ближайшие годы.

Для создания государственных промышленных парков рассматриваются площадки на территории муниципальных образований Павловский район (ст. Павловская), город Краснодар (Восточная промышленная зона), Крымский район (ст. Варениковская), Крыловской район (ст. Крыловская), Тимашевский район (г. Тимашевск).

В качестве «пилотных» определены площадки в городе Краснодар (Восточная промышленная зона) и в Павловском районе (ст. Павловская). На территорию данных промышленных парков планируется привлечь отечественных и зарубежных производителей сельскохозяйственной техники, а также оборудования для АПК.

Существенной мерой поддержки для инвесторов станет предоставление налоговых льгот управляющим компаниям и резидентам промышленных парков. В соответствии с принятыми Законодательным Собранием Краснодарского края в апреле 2016 г. и феврале 2017 г. изменениями в краевое налоговое законодательство [5] управляющие компании промышленных парков и их резиденты смогут применять пониженные ставки налога на имущество и налога на прибыль организаций на срок до 10 лет.

В 2017 г. планируется включение обоих частных парков в г. Краснодар (ЗАО «Тандер» и ООО «ККЗБ») в Реестр индустриальных (промышленных) парков Министерством промышленности и торговли Российской Федерации.

4. Обновление инвестиционного и налогового законодательства.

Несмотря на то, что Краснодарский край на 1 января 2016 г. занимает 5 место среди регионов России по объему привлеченных инвестиций [6], важно «держать руку на пульсе» последних нововведений и внедрять в регионе наиболее прогрессивные практики, способствующие улучшению условий для инвесторов.

В сегодняшних непростых экономических условиях многие регионы активно меняют свой подход к налогообложению бизнеса, делают его более дружелюбным по отношению к инвесторам. Это и Калужская область, и Ростовская область, и Республика Татарстан, и Москва, и Московская область, и Санкт-Петербург, и Ханты-Мансийский автономный округ.

В апреле 2016 г. в Краснодарском крае принят пакет важных законодательных инициатив, предусматривающий более совершенный и гибкий механизм налоговых преференций. Отдельные категории инве-

сторов теперь освобождены от сложных забюрократизированных процедур при получении налоговых льгот. Так, для получения инвестором, реализующим инвестиционный проект в одной из приоритетных отраслей экономики края, льготы по налогу на имущество сроком до трех лет достаточно обратиться напрямую в налоговые органы, ссылаясь на норму краевого закона. Прохождение процедуры одобрения ЭМИС (экспертным межведомственным инвестиционным советом при администрации Краснодарского края) больше для таких проектов не потребуется.

При этом процедура присвоения проектам статуса одобренного администрацией Краснодарского края сохраняется и инвесторы, реализующие проекты, одобренные после 1 июля 2016 г., имеют возможность получения льготного налогового периода по налогу на имущество организаций и пониженной ставки по налогу на прибыль в части, зачисляемой в краевой бюджет. Важно отметить, что для таких проектов льготный срок по налогу на имущество увеличен с трех до пяти лет, а устанавливаемый льготный 5-летний период по налогу на прибыль организаций вообще является новацией. Кроме того, принято решение о создании реестра стратегических инвестиционных проектов края, включающих наиболее значимые для социально-экономического развития региона проекты. Такие проекты естественно должны соответствовать целому ряду критериев: по капиталоемкости, инновационности, технологичности, экспортно-ориентированности, бюджетной и социальной эффективности. Налоговые льготы для таких проектов будут действовать в пределах срока окупаемости проекта (максимально – до 7 лет). Еще большие льготы предполагается дать только резидентам промышленных парков – вплоть до 10 лет.

5. Корпорация развития Краснодарского края.

В 2016 г. в регионе создано непубличное акционерное общество «Корпорация развития Краснодарского края» (далее – Корпорация), стратегической целью которой является создание условий для привлечения инвестиций в регион, в том числе через использование механизмов государственно-частного партнерства при реализации инвестиционных проектов, а приоритетным направлением деятельности – создание индустриальных парков, технологических кластеров и промышленных зон на территории Краснодарского края.

Еще одной важной функцией созданной Корпорации является сопровождение крупных инвестиционных проектов в Краснодарском крае по принципу «одного окна» [7]. В рамках данной функции предусмотрено оказание информационно-консультационного и организационного содействия субъектам предпринимательской и инвестиционной деятельности, реализующим и (или) планирующим реализацию инвестиционных проектов в Краснодарском крае.

Сопровождение на предынвестиционной стадии включает:

– подбор инвестиционной площадки с учетом параметров проекта (до 14 рабочих дней);

– определение мер государственной поддержки проекта (до 5 рабочих дней);

– разработка схемы финансирования и поиск возможных источников финансирования проекта (работа с банками, фондами и другими институтами развития) (до 14 рабочих дней);

– инфраструктурный аудит.

По желанию инвестора Корпорация сможет оказать весь спектр услуг инвестиционно-маркетингового консалтинга: разработать для инвестора качественный бизнес-план, ТЭО, либо провести маркетинговое исследование рынка/продукта.

Кроме того, в 2016 г. разработан и утвержден новый порядок сопровождения инвестиционных проектов, реализуемых и (или) планируемых к реализации на территории региона. В рамках этой работы по каждому соглашению разработаны дорожные карты, выполнение которых отслеживается на постоянной основе.

6. Региональный инвестиционный стандарт.

В 2013–2014 гг. в Краснодарском крае в соответствии с Перечнем поручений Президента Российской Федерации по итогам Государственного совета Российской Федерации 27 декабря 2012 г. № Пр-144ГС выполнена работа по внедрению «Стандарта деятельности органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации по обеспечению благоприятного инвестиционного климата в регионе» (далее – Стандарт), разработанного АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых инвестиционных проектов» (далее – Агентство).

Стандарт состоит из 15 обязательных требований, направленных на институциональные изменения бизнес-среды в регионах.

В рамках вышеуказанной работы разработана дорожная карта по внедрению в Краснодарском крае Стандарта. Контроль за исполнением каждого требования Стандарта возложен на соответствующие органы исполнительной власти Краснодарского края, объединённые в специальную рабочую группу (Проектный офис).

Для осуществления мониторинга и оценки качества внедрения Стандарта Агентством сформирована Экспертная группа, в состав которой вошли представители краевых общественных предпринимательских объединений (Опора России, Ассоциация Европейского бизнеса, Ассоциация малого и среднего предпринимательства) и крупного бизнеса (Нестле Кубань, Филип Морис Кубань), субъекты малого и среднего предпринимательства.

К началу 2015 г. в Краснодарском крае обеспечено внедрение всех 15 обязательных требований. В настоящее время из 85 субъектов Российской Федерации Стандарт успешно внедрён только в 54 регионах.

В соответствии с методическими рекомендациями Агентства субъекты Российской Федерации, завершившие внедрение Стандарта, приступили к организации мониторинга результатов его внедрения.

6. Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата.

Основным показателем, определяющим уровень инвестиционного климата в регионах России, являются результаты Национального рейтинга состояния инвестиционного климата в субъектах Российской Федерации, проводимого ежегодно автономной некоммерческой организацией «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» при поддержке Президента Российской Федерации.

В ходе Петербургского международного экономического форума 19 июня 2015 г. состоялась презентация итогов Национального рейтинга в ноябре 2014 – мае 2015 гг.

По итогам национального рейтинга Краснодарский край занял 7 место из 76 регионов и вошел во вторую группу из пяти – «Регионы с комфортными условиями для бизнеса».

В целях улучшения в Краснодарском крае инвестиционного и предпринимательского климата в сотрудничестве с Агентством стратегических инициатив утверждена дорожная карта по внедрению в Краснодарском крае лучших управленческих практик Национального рейтинга состояния инвестиционного климата в субъектах Российской Федерации. Данный документ систематизирует и структурирует алгоритм деятельности всех заинтересованных органов власти по улучшению инвестиционного климата.

В подготовке и выполнении мероприятий «дорожной карты» приняли участие все заинтересованные органы исполнительной власти края и муниципальные образования, что позволило сделать качественный рывок в совершенствовании инвестиционной политики Краснодарского края.

Наиболее существенная положительная динамика зафиксирована по показателю «Эффективность процедур по выдаче разрешений на строительство».

Благодаря выполнению мероприятий, включенных в «дорожную карту», удалось повысить оценку предпринимательского сообщества по двум критериям из трех до уровня «А».

Кроме того, в конце 2016 г. ведущее национальное рейтинговое агентство «Эксперт-РА» присвоило Краснодарскому краю высший рейтинг 1А «Максимальный потенциал – минимальный риск», тем самым отметив благоприятные условия в регионе для работы инвесторов.

Исходя из опыта других регионов, в крае разработан «Путеводитель Инвестора» – брошюра, которая содержит конкретные пошаговые инструкции по прохождению различных административных процедур при реализации инвестиционных проектов в Краснодарском крае: от получения разрешений на строительство до подключения к инженерно-коммунальной инфраструктуре и получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Инструкции подкреплены наглядными графическими схемами и необходимыми контактными данными. Ознакомиться с Путеводителем можно на инвестиционном портале Краснодарского края (www.investkuban.ru).

7. Единая система инвестиционных предложений.

В 2016 г. актуализирована Единая система инвестиционных предложений Краснодарского края, включающая в себя базу данных по инвестиционным площадкам и реестр инвестиционных проектов, которые предоставляются потенциальным инвесторам на публичных информационных и имиджевых мероприятиях в России и за рубежом и размещаются на инвестиционном портале Краснодарского края в разделе «Инвестиционные предложения».

Это проработанные, экономически просчитанные площадки и проекты, соответствующие стратегии социально-экономического развития, документам территориального планирования, обеспеченные необходимой инфраструктурой.

Формирование и учет инвестиционных предложений региона осуществляется в государственной информационной системе Краснодарского края «Информационная система InvestBox (ИнвестБокс)».

В сети «Интернет» с 2007 г. функционирует инвестиционный портал Краснодарского края (прямая ссылка – www.investkuban.ru), который интегрирован с 44 инвестиционными порталами муниципальных образований края. Ресурс действует

в двух языковых версиях: русская – расширенная, английская – сокращенная.

В рамках подготовки к Российскому инвестиционному форуму в Сочи в 2017 г. совместно с консалтинговой компанией PWC разработана новая версия «Путеводителя инвестора», который содержит пошаговые инструкции по прохождению различных административных процедур при реализации инвестиционных проектов.

8. Институт инвестиционного уполномоченного.

В 2016 г. в муниципальных образованиях Краснодарского края внедрен институт инвестиционного уполномоченного.

За основу взят положительный опыт отдельных федеральных округов и регионов, способствующий снижению административных барьеров и улучшению в целом инвестиционного климата.

Инвестиционные уполномоченные осуществляют свою деятельность во всех 44 муниципальных образованиях Краснодарского края. Их задачами являются: участие в привлечении инвестиций в экономику региона, сопровождение инвестиционных проектов, информирование инвесторов о формах государственной поддержки, проведение анализа инвестиционной деятельности на своей территории и принятие мер по ее стимулированию.

В крае ежеквартально проводится анализ деятельности инвестиционных уполномоченных. В связи с этим разработан рейтинг результативности их деятельности, состоящий из 9 показателей, которые разделены на 2 ключевых направления «Инвестиционная активность» и «Эффективность работы по улучшению инвестиционного климата».

9. Имиджевые мероприятия и бизнес-миссии.

Одним из важных направлений деятельности по привлечению иностранных инвестиций также является проведение различных имиджевых мероприятий, таких, как ежегодный Международный инвестиционный форум в Сочи, а также организация двусторонних бизнес-миссий, направленных на позиционирование инвестиционных возможностей Краснодарского края.

В 2016 г. Краснодарский край принял ряд представительных делегаций иностранных государств.

Краснодарский край посетили делегации из Франции и Германии, последняя из которых оказалась наиболее представительной и включала бизнесменов – членов Российско-Германской внешнеторговой палаты.

С 17 по 19 мая 2016 г. Краснодарский край посетила делегация Французской Республики во главе с президентом Российско-французской экономической палаты Дидье Шодзейгом.

20 мая 2016 г. глава администрации (губернатор) Краснодарского края В.И. Кондратьев в рамках саммита «Россия – АСЕАН» провел в Сочи рабочую встречу с Инг Сенг Ангом, представителем Сингапурского Суверенного Фонда Благосостояния (GIC), курирующим работу организации в Европе.

По итогам рабочей встречи достигнута договоренность дальнейшей проработки сотрудничества в рамках реализации на территории региона двух масштабных инвестиционных проектов: дублер дороги вдоль черноморского побережья по маршруту Сочи – Темрюк и развитие горноклиматического курорта Лагонаки.

8 сентября 2016 г. состоялась встреча губернатора с представителями итальянской бизнес-миссии. Встреча прошла в рамках международного форума «Италия встречает Кавказ», который прошел в Краснодарском крае. В ее рамках обсуждались вопросы двустороннего инвестиционного сотрудничества в сфере сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности, а также обмена технологиями в области производства вин, сыров, тканей, обуви. Представители региона пригласили иностранных партнеров к сотрудничеству в организации круглогодичных курортов и развитию бальнеолечения на базе здравниц Краснодарского края. Участники встречи также обсудили развитие в крае сети логистических центров.

В заключение необходимо подчеркнуть, что изложенные выше основные факторы роста инвестиционной активности на территории Краснодарского края взаимосвязаны и взаимообусловлены. Решая задачу создания благоприятного инвестиционного климата в регионе, важно иметь в виду, что глобализация мировой экономики имеет своим результатом не только расширение доступа к международным инвестиционным ресурсам, но и обострение конкуренции за эти ресурсы. Поэтому, если ставится задача увеличить объем привлекаемых в край извне вложений, то это предполагает наличие лучших условий, чем у регионов-конкурентов. При этом необходимо создавать преимущественные благоприятные условия прежде всего для национальных инвестиционных ресурсов, которые должны вкладываться в собственную экономику страны, а не утекать за рубеж.

Анализ динамики инвестиционных процессов в Краснодарском крае позволяет сделать вывод о том, что в последние годы в регионе формируется благоприятная инве-

стиционная среда, обеспечивающая устойчивое социально-экономическое развитие. В крае, даже несмотря на общероссийский спад, отмечается положительная динамика ВРП и рост основных отраслей промышленности, сельского хозяйства, строительства и транспорта. Инвестиционная активность оказывает положительное влияние на темпы социально-экономического развития края, выпускается высокотехнологичное оборудование, модернизируется производство. Всё это повышает конкурентоспособность производимых в крае товаров и услуг.

Однако, несмотря на достигнутый уровень инвестиционного развития, в Краснодарском крае существуют объективные проблемы, требующие своего решения. К их числу относятся следующие:

– недостаток собственных инвестиционных ресурсов;

– отток квалифицированных кадров в регионы с более высоким уровнем жизни;

– неудовлетворительное развитие инженерной и транспортной инфраструктуры;

– отсутствие мотивации сотрудников на региональном и муниципальном уровне;

– отсутствие высококвалифицированных кадров, способных сопровождать современные проекты и программы инвестиционного развития;

– фрагментарность региональной нормативно-правовой базы инвестиционной и инновационной деятельности;

– выкачивание региональных финансовых ресурсов в другие регионы, отличающиеся более высокой концентрацией капитала и уровнем жизни;

– недостаточные мощности для выработки собственной электроэнергии в крае;

– постоянное подорожание энергоносителей и рост тарифов на услуги естественных монополий.

Нельзя не отметить и существенную субъективную проблему, по-прежнему сдерживающую рост инвестиционной активности в крае, – административные барьеры, препятствующие развитию предпринимательской деятельности как на региональном, так и на местном уровне; борьба с ними должна стать одной из важнейших целей проводимой в Краснодарском крае административной реформы. Что касается привлечения инвестиций из-за рубежа, то здесь предстоит ещё очень много сделать. Нужны кадры, не только владеющие иностранным языком, но и имеющие зарубежный опыт работы в современных инвестиционных компаниях, необходимо решение вопроса о предоставлении зарубежным инвесторам различного рода преференций, налоговых и таможенных льгот.

Поддержание устойчивого экономического роста Краснодарского края предполагает системные усилия по обеспечению благоприятного инвестиционного климата в условиях стимулирующего регионального законодательства и модели сопровождения инвестиций, а также постоянных мероприятий по преодолению административных барьеров на пути развития инвестиционной активности региона.

Список литературы

1. Игонина Л.Л. Инвестиции. – М.: Магистр, 2012. – 749 с.

2. Государственная программа Краснодарского края «Социально-экономическое и инновационное развитие Краснодарского края» [Электронный ресурс]. – URL: https://www. http://krasnodar.regnews.org/doc/mq/rf.htm (дата обращения: 23.06.2017).

3. Бондаренко В.В. Значение инвестиционного фактора для устойчивого социально-экономического роста Краснодарского края // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11–3. – С. 82–87.

4. Закон Краснодарского края «О стимулировании инвестиционной деятельности в Краснодарском крае» от 23.06.2014 г. № 731 – КЗ // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 29.06.2017).

5. Закон Краснодарского края «Об оценке эффективности налоговых льгот» от 15.02.2017 г. № 3577 – КЗ // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 29 июня 2017).

6. Информация и методы «Эксперт РА» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.raexpert.ru/ratings/ regions/2017/part7 (дата обращения: 27.06.2017).

7. Постановление Главы администрации Краснодарского края «О порядке рассмотрения и согласования инвестиционных проектов на территории края» от 03.09.2003 г. № 858 // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 23.06.2017).

УДК 334.764

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Голованов А.А.

ЧОУ ВО «Балтийский гуманитарный институт», Санкт-Петербург, e-mail: andreystif@mail.ru

Одной из важнейших практических проблем управления инновационной деятельностью на промышленном предприятии является проблема формирования перечня нововведений, включаемых в план его технического и организационного развития. В статье выдвинута гипотеза о существовании закономерности изменения инновационных рисков, рассчитанных на основе показателей четырёхзвенной матрицы Романенко – Румянцева. Установлено, что: 1) величина риска по показателю «численность промышленно-производственного персонала» задаёт (для ресурсов и доходов) нижнюю границу риска, при котором экономическая система воспроизводит себя на интенсивной основе; 2) наиболее общей закономерностью изменения инновационных рисков в экономической системе промышленного предприятия, представленной в формате матричной модели Романенко – Румянцева, является их снижение при движении по всем строкам матричной модели слева направо и при движении снизу вверх по всем её столбцам.

Ключевые слова: инновации, матрица эффективности инноваций Романенко – Румянцева, инновационные риски, численность промышленно-производственного персонала, среднегодовая стоимость основных производственных фондов, себестоимость товарной продукции, объем производства товарной продукции, теория сплайновой экономики

THE EXPLORING THE INNOVATION RISKS IN AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Golovanov A.A.

Baltic Humanitarian Institute, St. Petersburg, e-mail: andreystif@mail.ru

One of the most important practical problems of management of innovative activity on industrial-strength enterprise is the problem of formation of the list of innovations included in the plan its technical and organizational development. In the article the hypothesis about the existence of regularities of changes in the innovative risks, which are calculated on the basis of indicators of the Romanenko-Rumyantsev's matrix. In a result it's defined that: 1) the magnitude of the risk in terms of «the number of industrial production personnel» sets the lower bound of risk above of which the economic system reproduces itself on an intensive basis; 2) the most common pattern of change of innovation risk in the economic system of industrial enterprises, presented in the format of the Romanenko-Rumyantsev's matrix model, is reduced in direction from left to right in each its lines and when moving upward in each its columns.

Keywords: innovations, Romanenko-Rumyantsev's matrix of innovation efficiency, innovation risks, annual average number of industrial personnel, the annual average cost of production assets, the total costs of production of the marketable products, the volume production of the marketable products, theory of spline economy

Инновационная деятельность традиционно относится к одной из наиболее рисковых. Так, согласно постановлению Правительства Российской Федерации № 1490 от 21.11.1999 г. [1] поправки на риски инвестиционных проектов в структуре ставки дисконтирования являются: 1) высокими (13–15 %), если это связано с производством и продвижением на рынок нового продукта; 2) очень высокими (18–20 %), если это связано с исследованиями и инновациями.

В условиях снижения ключевой ставки до 9 % [2], а также стабилизации индекса потребительских цен на уровне 4 % [3], доля поправки на риск в структуре ставки дисконтирования, рассчитанной по методике, предусмотренной [1], возросла до уровня:

73,0 % – при 13 %-ной поправке на риск;

80,6 % – при 20 %-ной поправке на риск.

Приведенные аналитические данные свидетельствуют о том, что в современных условиях риск-менеджмент становится одним из ключевых элементов системы управления инновационным развитием промышленного предприятия, в связи с чем особую актуальность приобретают такие направления фундаментальных и прикладных исследований, как:

– разработка теоретических основ моделирования рисков, обеспечивающих открытость и верифицируемость используемых алгоритмов;

– формирование системы управления инновационной деятельностью, органично включающей в себя положения теории риска и моделирования рисковых ситуаций [4],

– формирование нового понятийного аппарата, который соответствовал бы разрабатываемым алгоритмам и системам управления.

Цель исследования

В настоящее время в научной литературе риск инновационной деятельности, или инновационный риск, рассматривается как:

– «риск, связанный с возможностью потерь, возникающих при финансирова-

нии предпринимателем (фирмой) разработки новой техники и технологии, разработки новых товаров и предоставления новых услуг, а также других нововведений, которые не найдут предполагаемого спроса на рынке и не принесут ожидаемого эффекта» [5, с. 32];

– количественная мера вероятности «неблагоприятного исхода при вложении средств в производство новых товаров и услуг, в разработку новой техники и технологии, которые, возможно, не найдут ожидаемого спроса на рынке, а также при вложении средств в разработку управленческих инноваций, которые не принесут ожидаемого эффекта» [6, с. 274].

Общим в приведенных и других определениях инновационного риска является «измеримая вероятность (угроза) потери по крайней мере части своих ресурсов, недополучения либо потери запланированных доходов (прибыли) от инновационного (венчурного) проекта» [6, с. 274].

Целью выполненного исследования является разработка алгоритмов расчета инновационных рисков промышленного предприятия.

Материалы и методы исследования

В качестве инструмента для измерения вероятности (угрозы) потери ресурсов либо недополучения доходов нами предложено использовать четырехзвенную матричную модель Романенко – Румянцева [7–10], первые три звена которой относятся к ресурсам, а четвертое – к доходам промышленного предприятия.

Как и в классическом варианте модели Романенко – Румянцева, в качестве исходных принимаются показатели базисного периода:

L_0 – среднегодовая численность промышленно-производственного персонала, чел.;

K_0 – среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.;

C_0 – себестоимость товарной продукции, тыс. руб.;

V_0 – объем производства товарной продукции, тыс. руб.

Те же показатели с подстрочным индексом «1» относятся к планируемому периоду, в течение которого, в результате внедрения нововведения, благодаря росту ресурсоотдачи, исходные показатели должны достичь значений L_1, K_1, C_1, V_1.

Однако существует вероятность того, что планируемые показатели не будут достигнуты в той мере, в которой они планировались, вследствие инновационных рисков (ухудшающих отклонений):

$\Delta_1 L_1$ – по среднегодовой численности промышленно-производственного персонала, чел.;

$\Delta_2 K_1$ – по среднегодовой стоимости основных производственных фондов, тыс. руб.;

$\Delta_3 C_1$ – по себестоимости товарной продукции, тыс. руб.;

$\Delta_4 V_1$ – по объему производства товарной продукции, тыс. руб.

С учетом принятых обозначений инновационные риски, рассчитанные в долях единицы по отношению к базисному периоду, приобретают вид:

$IR_1 = \frac{\Delta_1 L_1}{L_0}$ – инновационный риск по показателю «среднегодовая численность промышленно-производственного персонала»;

$IR_2 = \frac{\Delta_2 K_1}{K_0}$ – инновационный риск по показателю «среднегодовая стоимость основных производственных фондов»;

$IR_3 = \frac{\Delta_3 C_1}{C_0}$ – инновационный риск по показателю «себестоимость товарной продукции»;

$IR_4 = \frac{\Delta_4 V_1}{V_0}$ – инновационный риск по показателю «объем производства товарной продукции».

Тогда производные инновационные риски, рассчитанные с использованием матричной модели Романенко – Румянцева, приобретают вид:

$\frac{\Delta_2 K_1}{\Delta_1 L_1}$ – инновационный риск по показателю «фондовооруженность труда»;

$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_1 L_1}$ – инновационный риск по показателю «производительность труда»;

$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_2 K_1}$ – инновационный риск по показателю «фондоотдача»;

$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_3 C_1}$ – инновационный риск по показателю «производство продукции на 1 руб. затрат»;

$\frac{\Delta_3 C_1}{\Delta_4 V_1}$ – инновационный риск по показателю «уровень затрат на 1 руб. товарной продукции» и т.д.

Алгоритмы расчета инновационных рисков промышленного предприятия с использованием матрицы Романенко – Румянцева [7–10] представлены в табл. 1.

Как следует из теории матричного моделирования [9], условию интенсивного типа развития промышленного предприятия соответствует такое соотношение между исходными индексами матрицы Романенко – Румянцева, при котором:

$$I_1 < I_2 < I_3 < I_4, \quad (1)$$

где I_1, I_2, I_3, I_4 – соответственно индексы изменения численности промышленно-производственного персонала, среднегодовой стоимости основных производственных фондов, себестоимости и объёма выпуска товарной продукции.

Приведенное неравенство (1) даёт основание выдвинуть гипотезу о существовании закономерности изменения инновационных рисков, рассчитанных на основе показателей четырёхзвенной матрицы Романенко – Румянцева.

Действительно, графической интерпретацией неравенства (1) является сплайн (ломаная линия), в котором каждая последующая ордината выше предыдущей [9], а это означает, что величина риска по первому показателю неравенства (1) (численности промышленно-производственного персонала) задаёт уровень горизонтальной асимптоты, являющейся для всех индексов неравенства (1), расположенных правее, нижней границей риска, при котором экономическая система будет воспроизводить себя на интенсивной основе.

Таблица 1

Алгоритмы расчета инновационных рисков промышленного предприятия с использованием матрицы Романенко – Румянцева

Делимое / Делитель	1	2	3	4
	L_0	K_0	C_0	V_0
	$\Delta_1 L_1$	$\Delta_2 K_1$	$\Delta_3 C_1$	$\Delta_4 V_1$
	$IR_1 = \frac{\Delta_1 L_1}{L_0}$	$IR_2 = \frac{\Delta_2 K_1}{K_0}$	$IR_3 = \frac{\Delta_3 C_1}{C_0}$	$IR_4 = \frac{\Delta_4 V_1}{V_0}$
1	**1.1**	**2.1**	**3.1**	**4.1**
L_0	$\frac{L_0}{L_0}$	$\frac{K_0}{L_0}$	$\frac{C_0}{L_0}$	$\frac{V_0}{L_0}$
$\Delta_1 L_1$	$\frac{\Delta_1 L_1}{\Delta_1 L_1}$	$\frac{\Delta_2 K_1}{\Delta_1 L_1}$	$\frac{\Delta_3 C_1}{\Delta_1 L_1}$	$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_1 L_1}$
$IR_1 = \frac{\Delta_1 L_1}{L_0}$	$IR_{1.1} = \frac{IR_1}{IR_1}$	$IR_{2.1} = \frac{IR_2}{IR_1}$	$IR_{3.1} = \frac{IR_3}{IR_1}$	$IR_{4.1} = \frac{IR_4}{IR_1}$
2	**1.2**	**2.2**	**3.2**	**4.2**
K_0	$\frac{L_0}{K_0}$	$\frac{K_0}{K_0}$	$\frac{C_0}{K_0}$	$\frac{V_0}{K_0}$
$\Delta_2 K_1$	$\frac{\Delta_1 L_1}{\Delta_2 K_1}$	$\frac{\Delta_2 K_1}{\Delta_2 K_1}$	$\frac{\Delta_3 C_1}{\Delta_2 K_1}$	$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_2 K_1}$
$IR_2 = \frac{\Delta_2 K_1}{K_0}$	$IR_{1.2} = \frac{IR_1}{IR_2}$	$IR_{2.2} = \frac{IR_2}{IR_2}$	$IR_{3.2} = \frac{IR_3}{IR_2}$	$IR_{4.2} = \frac{IR_4}{IR_2}$
3	**1.3**	**2.3**	**3.3**	**4.3**
C_0	$\frac{L_0}{C_0}$	$\frac{K_0}{C_0}$	$\frac{C_0}{C_0}$	$\frac{V_0}{C_0}$
$\Delta_3 C_1$	$\frac{\Delta_1 L_1}{\Delta_3 C_1}$	$\frac{\Delta_2 K_1}{\Delta_3 C_1}$	$\frac{\Delta_3 C_1}{\Delta_3 C_1}$	$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_3 C_1}$
$IR_3 = \frac{\Delta_3 C_1}{C_0}$	$IR_{1.3} = \frac{IR_1}{IR_3}$	$IR_{2.3} = \frac{IR_2}{IR_3}$	$IR_{3.3} = \frac{IR_3}{IR_3}$	$IR_{4.3} = \frac{IR_4}{IR_3}$
4	**1.4**	**2.4**	**3.4**	**4.4**
V_0	$\frac{L_0}{V_0}$	$\frac{K_0}{V_0}$	$\frac{C_0}{V_0}$	$\frac{V_0}{V_0}$
$\Delta_4 V_1$	$\frac{\Delta_1 L_1}{\Delta_4 V_1}$	$\frac{\Delta_2 K_1}{\Delta_4 V_1}$	$\frac{\Delta_3 C_1}{\Delta_4 V_1}$	$\frac{\Delta_4 V_1}{\Delta_4 V_1}$
$IR_4 = \frac{\Delta_4 V_1}{V_0}$	$IR_{1.4} = \frac{IR_1}{IR_4}$	$IR_{2.4} = \frac{IR_2}{IR_4}$	$IR_{3.4} = \frac{IR_3}{IR_4}$	$IR_{4.4} = \frac{IR_4}{IR_4}$

И с т о ч н и к . Разработано автором на основе [7–10].

Так, например, если L_1, рассчитанное с учётом рисков, больше, чем L_1, рассчитанное без учета рисков, на величину $\Delta_1 L_1$ (ухудшающего отклонения по показателю «среднегодовой численности промышленно-производственного персонала», означающего, что в результате внедрения нововведения фактическая численность промышленно-производственного персонала может превысить планируемое значение на $\Delta_1 L_1$ человек),

то это потребует от экономической системы промышленного предприятия её возврата в состояние интенсивного типа развития, в том числе за счет ресурсов (доходов) деятельности, не связанной с инновациями.

Следовательно, наиболее общей закономерностью изменения инновационных рисков в экономической системе промышленного предприятия, представленной в формате матричной модели Романенко – Румянцева, является их снижение при движении по всем строкам матричной модели слева направо и при движении снизу вверх по всем её столбцам.

Так, например, при $L_0 = 100$ чел., $L_1 = 104$ чел., $K_0 = 200$ тыс. руб., $K_1 = 212$ тыс. руб., $I_1 = 1{,}04$, $I_2 = 1{,}06$, условие (1) выполняется, так как $I_1 < I_2$ [8, с. 10]. Если же в результате внедрения нововведения в изменившихся условиях потребуется не 104 чел., как планировалось, а 110 чел., то $\Delta_1 L_1$ составит 6 чел. (110–104), а инновационный риск по показателю «среднегодовая численность промышленно-производственного персонала» составит 6% (выраженное в процентах отношение $\Delta_1 L_1$ к L_0); в этом случае, исходя из условия (1), экономическая система будет стремиться к такому устойчивому состоянию, при котором I_2 будет больше фактического значения $I_1 = 1{,}10$ (110 / 100). Такому значению $L_1 + \Delta_1 L_1 = 110$ чел. будет соответствовать значение $K_1 + \Delta_2 K_1 > 220$ тыс. руб., при котором инновационный риск по показателю «среднегодовой стоимости основных производственных фондов» будет составлять не менее [(220 – 212) / 200] * 100 = 4%.

Таким образом, основное неравенство, отражающее закономерность изменения инновационных рисков, имеет вид

$$\left(IR_1 = \frac{\Delta_1 L_1}{L_0}\right) > \left(IR_2 = \frac{\Delta_2 K_1}{K_0}\right) > \\ > \left(IR_3 = \frac{\Delta_3 C_1}{C_0}\right) > \left(IR_4 = \frac{\Delta_4 V_1}{V_0}\right), \qquad (2)$$

где IR_1, IR_2, IR_3 – инновационные риски по ресурсам, IR_4 – инновационный риск по доходам.

Из (2) вытекают следующие соотношения между производными рисками:

$$\left(\frac{IR_1}{IR_1} = 1\right) > \frac{IR_2}{IR_1} > \frac{IR_3}{IR_1} > \frac{IR_4}{IR_1}, \qquad (3)$$

$$\frac{IR_1}{IR_2} > \left(\frac{IR_2}{IR_2} = 1\right) > \frac{IR_3}{IR_2} > \frac{IR_4}{IR_2}, \qquad (4)$$

$$\frac{IR_1}{IR_3} > \frac{IR_2}{IR_3} > \left(\frac{IR_3}{IR_3} = 1\right) > \frac{IR_4}{IR_3}, \qquad (5)$$

$$\frac{IR_1}{IR_4} > \frac{IR_2}{IR_4} > \frac{IR_3}{IR_4} > \left(\frac{IR_4}{IR_4} = 1\right), \qquad (6)$$

$$\frac{IR_1}{IR_4} > \frac{IR_1}{IR_3} > \frac{IR_1}{IR_2} > \left(\frac{IR_1}{IR_1} = 1\right), \qquad (7)$$

$$\frac{IR_2}{IR_4} > \frac{IR_2}{IR_3} > \left(\frac{IR_2}{IR_2} = 1\right) > \frac{IR_2}{IR_1}, \qquad (8)$$

$$\frac{IR_3}{IR_4} > \left(\frac{IR_3}{IR_3} = 1\right) > \frac{IR_3}{IR_2} > \frac{IR_3}{IR_1}, \qquad (9)$$

$$\left(\frac{IR_4}{IR_4} = 1\right) > \frac{IR_4}{IR_3} > \frac{IR_4}{IR_2} > \frac{IR_4}{IR_1}. \qquad (10)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Из определения управления как «совокупности управляющих воздействий $u(t)$ со стороны субъекта управления, направленных на перевод объекта управления из исходного состояния (в момент времени t_0) в новое состояние (в момент времени t_1) согласно поставленной цели» [11, с. 21], а также из очевидности того факта, что «инновация подразумевает инвестиции» [12, п. 101, пп. «*b*»], следует, что управление инновационными рисками осуществляется в рамках общей системы менеджмента риска [13], определяющей проектный риск как «сочетание вероятности появления опасного события и его последствий для целей проекта» [13, п. 3.4] и предусматривающей построение матрицы риска с координатными осями «Вероятность появления события» (низкая, средняя, высокая) и «Последствия» (низкие, средние, высокие) [13, п. 6.3.2].

Таблица 2

Балльная шкала ненормализованных значений инновационных рисков промышленного предприятия

Последствия	Вероятность появления события		
	Низкая	Средняя	Высокая
Высокие	5	7	9
Средние	3	5	7
Низкие	1	3	5

Источник. Разработано автором на основе [13, п. 6.3.2; 14, с. 55].

Вместе с тем ГОСТ Р 51901.4-2005 «Менеджмент риска» не предусматривает количественных значений ячеек матрицы риска, в связи с чем нами предложена 9-балльная шкала, обоснованная Томасом Саати: «…практический метод, часто используемый для оценки отдельных предметов, заключается в классификации стимулов в трихотомию зон: неприятия, безразличия, принятия. Для более тонкой классификации в каждую из этих зон заложен принцип трихотомии – деление на низкую, умеренную и высокую степени. Таким образом, получается девять оттенков значимых особенностей» [14, с. 55].

В принятой нами градации (табл. 2) инновационным рискам присвоены следующие ненормализованные значения:

1 – минимальные риски;

3 – риски явно выше минимальных;

5 – риски существенно выше минимальных;

7 – очень сильные, очевидные риски; 9 – максимальные риски;

2, 4, 6, 8 – промежуточные значения рисков «между соседними значениями шкалы» [14, с. 55] .

Выводы

В ходе выполнения настоящего исследования:

1) обоснована возможность использования матричной модели Романенко – Румянцева для целей оценки инновационных рисков промышленного предприятия;

2) выдвинута гипотеза о существовании закономерности изменения инновационных рисков, рассчитанных на основе показателей матрицы Романенко – Румянцева;

3) установлено, что:

– величина риска по показателю «численность промышленно-производственного персонала» задаёт для трёх других звеньев модели нижнюю границу риска, при котором экономическая система воспроизводит себя на интенсивной основе;

– наиболее общей закономерностью изменения инновационных рисков в экономической системе промышленного предприятия, представленной в формате матричной модели Романенко – Румянцева, является их снижение при движении по всем строкам матричной модели слева направо и при движении снизу вверх – по всем её столбцам;

4) разработана балльная шкала ненормализованных значений инновационных рисков промышленного предприятия.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 08.12.2015 № 1340 «О применении с 1 января 2016 г. ключевой ставки Банка России». URL: http://docs.cntd.ru/document/9056355 (дата обращения: 15.08.2017).

2. Информация Банка России от 16.06.2017 г. URL: http://base.garant.ru/71697202/ (дата обращения: 15.08.2017).

3. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов. URL: http://economy.gov.ru (дата обращения: 15.08.2017).

4. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Теория риска и моделирование рисковых ситуаций: Учебник. – 5-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2010. – 880 с.

5. Васин С.М., Шутов В.С. Управление рисками на предприятии: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2010. – 304 с.

6. Барышева А.В., Балдин К.В., Галдицкая С.Н., Ищенко М.Н., Передеряев И.И. Инновации: Учеб. пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2007. – 382 с.

7. Романенко И.В. Экономика предприятия. – 5-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 352 с.

8. Романенко И.В. Экономика предприятия (организации). Учебно-методическое пособие для слушателей программы МВА. Ч.1 // Экономика. Бизнес. Право. – 2015. – № 1–2 (9). – С. 9–52.

9. 9. Романенко И.В. Экономика предприятия (организации). Учебно-методическое пособие для слушателей программы МВА. Ч. 2 // Экономика. Бизнес. Право. – 2015. – № 3–4 (10). – С. 4–43.

10. Романенко И.В. Теория сплайновой экономики. Свойства и сплайны экономических систем с интенсивной ресурсоотдачей // Экономика. Бизнес. Право. – 2016. – № 5–6 (17). – С. 4–29.

11. Уродовских В.Н. Управление рисками предприятия: Учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. – 168 с.

12. Руководство Осло: Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. – 3-е изд. – М.: Совместная публикация ОЭСР и Евростата. Третье издание. – М.: 2010. – 107 с.

13. ГОСТ Р 51901.4-2005 (МЭК 62198:2001). Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании. – М.: Стандартинформ, 2005. – 16 с.

14. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

УДК 330.16:314.143

ПОВЫШЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Горбунова В.В., Иванов Н.П., Киселева И.Н.

Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, e-mail: vellsav@mail.ru, ivanovstvr@yandex.ru, worldclub@list.ru

Статья посвящена основным проблемам и перспективам развития системы социального обслуживания граждан пожилого возраста, характерной особенностью которых является высокая степень распространённости хронических заболеваний, сниженная доступность в посильной трудовой деятельности и низкая социальная активность. Актуальность проблемы повышения социально-экономической эффективности социального обслуживания граждан пожилого возраста обусловлена общемировыми тенденциями старения населения, увеличением демографической нагрузки на граждан трудоспособного возраста, что может привести к серьёзным политическим, финансовым и социальным рискам, связанным с увеличением бюджетных расходов на социальную сферу, изменению структуры востребованности услуг в системе социального обслуживания, здравоохранения, образования. Представлен анализ результатов опроса клиентов отделения социального обслуживания на дому х. Демино Шпаковского района ГБУСО «Шпаковский центр социального обслуживания населения» Ставропольского края. Сделан вывод о необходимости разработки и реализации государственных программ, направленных на стимулирование развития и использования потенциала лиц пожилого возраста для социально-экономического развития страны.

Ключевые слова: социальное обслуживание, граждане пожилого возраста, социальные услуги

INCREASE OF SOCIAL ECONOMIC EFFICIENCY OF SOCIAL SERVICE FOR ELDERLY PEOPLE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Gorbunova V.V., Ivanov N.P., Kiseleva I.N.

Stavropol State Medical University, Stavropol, e-mail: vellsav@mail.ru, ivanovstvr@yandex.ru, worldclub@list.ru

The article is dedicated to main problems and perspectives of the social services system development for elderly people whose main feature is a high degree of prevalence of chronic diseases, reduced access to affordable work and low social activity. The relevance of the problem of increase of social economic efficiency of social service for elderly peoelderly peopleple is due to global trends of population aging, an increase of the demographic burden of working age citizens that can lead to serious political, financial and social risks related to the increase of budget expenses for the social sphere, change in the structure of the demand for services in the social services, health care and education systems. The analysis of the survey results of clients of the social services department of «Shpakovsky Center of social services of the population» in Stavropolsky krai, Shpakovsky district, Dyomino is represented. It was concluded that it is necessary to develop and implement state programs aimed to stimulate the development and use of the potential of the elderly for the social economic development of the country.

Keywords: social services, elderly people, social attendance

В современном мире завершается демографический переход, характеризующийся ростом численности пожилых людей, продлением активного трудоспособного возраста, переходом к модели семьи с 1–2 детьми. Официальные данные Росстата свидетельствуют и об устойчивом росте численности граждан пожилого возраста в общей структуре населения Российской Федерации. Улучшение качества питания, социального обслуживания, лекарственного и медицинского обеспечения, внедрение инноваций в систему здравоохранения страны позволяют своевременно выявлять и предупреждать развитие многих заболеваний, повышать продолжительность жизни, продлевать активную жизнь пожилых людей. Так, за 2006–2015 гг. общий рост численности населения составил 2 процента, а пожилого населения – 20 процентов [1]. В результате в 2015 г. на 1000 человек трудоспособного возраста приходилось уже 411,7 пожилых человека, против 326,2 человека в 2006 г.

В Российской Федерации основным направлением создания благоприятных условий для жизнедеятельности пожилых людей является организация социального обслуживания, одной из форм которого выступает их обслуживание на дому, что позволяет персонифицировать социальные услуги в привычном для них укладе жизни [2].

В то же время процесс старения и увеличение продолжительности жизни населения страны приводит к увеличению государственных расходов на финансирование социальных обязательств по пенсионному, социальному, медицинскому страхованию и социальному обслуживанию пожилых

людей, а также к изменению параметров занятости, потребительского спроса на товары и услуги, связанные с обеспечением качественной жизнедеятельности пожилых людей [3].

Цель исследования: анализ проблем и перспектив развития системы социального обслуживания граждан пожилого возраста в современном российском обществе.

Материалы и методы исследования

С целью анализа проблем и перспектив развития системы социального обслуживания граждан пожилого возраста был проведен социологический опрос. В исследовании приняли участие 70 клиентов отделения социального обслуживания на дому х. Демино Шпаковского района ГБУСО «Шпаковский центр социального обслуживания населения» Министерства труда и социального обслуживания населения Ставропольского края. В ходе проведения исследования были также проанализированы статистические данные Федеральной службы государственной статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

Социальное обслуживание граждан пожилого возраста регулируется Конституцией Российской Федерации и Федеральным законом от 28 декабря 2013 г. № 442-ФЗ «Об основах социального обслуживания граждан в Российской Федерации», которые определяют основные социальные гарантии, содержание и формы оказания социальных услуг.

В целях предоставления получателям социальных услуг информации об их качестве проводится независимая оценка качества оказания услуг организациями социального обслуживания, которая предусматривает оценку условий оказания услуг по таким общим критериям, как открытость и доступность информации об организации социального обслуживания; комфортность условий предоставления социальных услуг и доступность их получения; время ожидания предоставления социальной услуги; доброжелательность, вежливость, компетентность работников организаций социального обслуживания; удовлетворенность качеством оказания услуг [4].

Однако в содержание показателей, характеризующих общие критерии оценки качества оказания услуг организациями социального обслуживания, не входят параметры, позволяющие выявить основные тенденции востребованности определённых социальных услуг у различных категорий граждан, что не позволяет формировать эффективную систему планирования расходов на социальное обслуживание населения, в том числе и на формирование государственного задания.

По официальным данным в 2016 г. численность получателей социальных услуг среди граждан пожилого возраста и инвалидов в Российской Федерации составило 1 538 040 человек. Подавляющее большинство граждан пожилого возраста (75 процентов) были получателями социальных услуг в отделениях социального обслуживания на дому Центров социального обслуживания [1]. Такая форма позволяет пожилым людям, частично утратившим способность к самообслуживанию, получать социальные услуги с целью поддержания достойного уровня жизни.

Следует отметить, что часто переход в новый социальный статус воспринимается пенсионерами как уход от активной социальной жизни, начало периода пассивного доживания, вызывает у них неуверенность в завтрашнем дне, страх перед возможными трудностями и проблемами, внутреннюю напряженность, обострение хронических заболеваний, патерналистские настроения и т.д. Данные факторы во многих случаях приводят к не всегда оправданным обращениям граждан в Центры социального обслуживания населения за получением социальных услуг на дому.

Особенности социального обслуживания граждан пожилого возраста рассмотрены на примере отделения социального обслуживания на дому х. Демино ГБУСО «Шпаковский комплексный центр социального обслуживания населения» Министерства труда и социальной защиты населения Ставропольского края, одного из типичных сельских поселений Российской Федерации.

Отделение предоставляет надомные социальные услуги гражданам пожилого возраста и инвалидам, проживающим на территории муниципального образования х. Демино. Общая численность населения 3776 человек, из них пенсионеров – 773 человека, что составляет 20,4 процентов от общей численности населения. Средний возраст получателей социальных услуг 60–74 лет. Охват социальным обслуживанием на дому пожилых людей и инвалидов в 2016 г. составил 107 человек.

Среди самых актуальных проблем граждан пожилого возраста (таблица) наибольшую значимость представляют: состояние здоровья (55,7%), материальные (37,1%) и социально-бытовые (17,1%) трудности, одиночество (15,7%).

Причем состояние здоровья и социально-трудовые проблемы граждан пожилого возраста нарастают в зависимости от их возраста, в то время как финансовые трудности и проблема одиночества с возрастом теряют свою актуальность.

Рейтинг наиболее актуальных проблем для граждан пожилого возраста

Проблемы	Всего по выборке (%)	Возраст (%)			
		51–60 лет	61–70 лет	71–80 лет	более 81 года
Состояние здоровья	55,7	25,0	48,3	67,8	71,4
Материальные трудности	37,1	50,0	48,3	21,4	4,2
Социально-бытовые проблемы	17,1	1,4	22,4	10,7	14,2
Одиночество	15,7	50,0	19,3	10,7	–
Организация досуга, снижение круга общения	4,3	25,0	6,4	10,7	–
Семейные взаимоотношения	2,9	–	3,2	3,5	–

Так, для граждан старше 81 года значимость проблемы состояния здоровья возрастает практически в три раза по сравнению с пожилыми людьми в возрасте 51–60 лет. Данные тенденции закономерным образом приводят к росту потребности в постоянной медицинской помощи, а с учетом недостаточной развитости инфраструктуры учреждений здравоохранения в сельской местности – и в надомных социально-медицинских услугах. Эффективными способами решения данной проблемы являются: развитие системы добровольного медицинского страхования, формирование новых параметров базовой программы обязательного медицинского страхования на основе введения для пожилого населения повышенных нормативов объемов предоставления медицинской помощи.

Для граждан, только что вступивших в пенсионный возраст, особую актуальность приобретают проблемы одиночества и снижения материального благополучия. Выход человека на пенсию сопряжен как с потерей достойного источника дохода, так и с ограничением круга социальных контактов [5].

По самооценке своего материального состояния большинство респондентов (60 %) оценили свой материальный статус как «обеспеченный ниже среднего», лишь каждый четвертый (25,7 %) определил свою семью «с доходом среднего уровня», а 14,5 процентов опрошенных отметили, что «не обеспечены самым необходимым». Это во многом связано с тем, что профессиональный и социальный потенциал пожилых людей не в полной мере используется в современных социально-экономических условиях. Согласно результатам проведенного исследования 64,2 процента пожилых людей хотели бы участвовать в посильной деятельности, приносящий доход.

В Российской Федерации, несмотря на проводимые индексации, средний размер назначенных пенсий не позволяет значительной части граждан старше трудоспособного возраста обеспечить достойный уровень жизни. С другой стороны, отсутствие у пожилых людей доверия к государственной пенсионной системе и уверенности в определенной финансовой стабильности объективно стимулирует граждан пожилого возраста искать не только альтернативные, дополнительные к пенсии, источники доходов, но и возможности для активной социально значимой деятельности. В результате удельный вес работающих пенсионеров в общей численности пенсионеров, состоящих на учете в Пенсионном фонде Российской Федерации, увеличился с 22,4 процентов в 2005 г. до 34,9 процентов в 2014 г. [1], а удельный вес доходов от трудовой деятельности пенсионеров в 2014 г. достиг 34,8 процентов.

Таким образом, с учетом высокой мотивации лиц пенсионного возраста к трудовой деятельности всё большую значимость приобретают программы профессионального сопровождения, переподготовки, содействия занятости для граждан пожилого возраста. Решение данной проблемы предопределяет также необходимость снятия негативных стереотипов у работодателей по отношению к пожилым людям, создания адекватных возрасту условий и режимов труда.

Вместе с тем важнейшим фактором обеспечения полноценной жизни пожилых людей является наличие у них знаний и опыта деятельности, соответствующих потребностям современной экономики. Лишь 2,8 процента из опрошенных респондентов за последние три года посещали какие-либо образовательные курсы. При этом более 95 процентов опрошенных указали на отсутствие желания посещать какие-либо образовательные программы в рамках Университета третьего возраста.

Одним из барьеров, сдерживающих активное участие пожилых людей в образова-

тельных программах, является отсутствие доступа к современным информационным технологиям. Согласно результатам проведенного опроса, только 15,7 процентов опрошенных имели навыки практической работы с компьютером и лишь 11,4 процентов располагают возможностью выхода в мнтернет.

По всей видимости, недооценка важности и необходимости участия в программах дополнительного образования является результатом низкой социальной активности пожилых людей, отсутствия востребованности пожилых людей на рынке труда. В этой связи перспективным направлением социальной политики в отношении пожилых людей является изменение сложившихся стереотипов, связанных с непониманием значимости постоянного профессионального самосовершенствования, проведение информационно-разъяснительной работы среди пожилых людей и бизнес-структур, разработка специальных образовательных программ профессионального обучения для пожилых граждан.

В этой связи, по нашему мнению, адаптация пожилых людей к новому социальному статусу должна сопровождаться работой учреждений социального обслуживания населения по активной социализации граждан предпенсионного и пенсионного возраста.

Проведенное исследование позволило также установить определенную закономерность: нуждаемость в социальном обслуживании на дому многих получателей услуг часто обусловлена не столько возможностью сохранения привычного уклада жизни в благоприятной среде, сколько потребностью получить полноценное общение, внимание и заботу.

Этим во многом объясняется, что самыми востребованными социальными услугами являются: покупка продуктов питания и предметов первой необходимости, уборка в жилом помещении, оплата услуг ЖКХ. Данными видами услуг пользовались все опрошенные респонденты. Наименьшее распространение получили услуги, связанные с проведением оздоровительных мероприятий, организации досуга, оказанием социально-психологической помощи.

По мнению 45,7 процентов опрошенных социальное обслуживание на дому играет важную роль в поддержании здоровья, каждый третий опрошенный указал, что оно позволяет сохранить привычный уклад жизни (рисунок).

Традиционно основным вектором социальной активности пожилых людей является участие в общественной и культурной жизни. В то же время низкая социальная активность граждан пожилого возраста является отличительной особенностью современного российского общества и является во многом следствием стигматизации данной категории.

Тем не менее, хотя более 50 процентов пожилых людей, участвующих в исследовании, ответили, что им не интересны никакие виды деятельности, 35,7 процентов отметили желание участвовать в культурно-массовых мероприятиях, в работе клубов и кружков по интересам, занятия физической культурой и спортом в клубах для пожилых людей интересны для 14,2 процентов опрошенных, волонтёрская деятельность привлекательна еще для 7,1 процентов опрошенных.



Преимущества социального обслуживания на дому для граждан пожилого возраста и инвалидов (%)

Однако в современной системе социального обслуживания граждан пожилого возраста основной акцент сделан именно на наиболее затратной надомной форме социального обслуживания, а такие формы социальной поддержки пожилых людей, как досуговые клубы, оздоровительные центры, образовательные программы и т.д., пока еще только получают своё развитие.

Выводы

Характерной чертой современной демографической ситуации в Российской Федерации является рост численности граждан пожилого возраста в структуре населения страны, что приводит к росту социальных обязательств государства, изменению структуры занятости, увеличению спроса на товары и услуги для пожилых людей.

Существующая система социального обслуживания населения России основана на концепции пассивного доживания граждан пожилого возраста, что приводит к росту востребованности услуг по их социально-бытовому обслуживанию, оплате услуг ЖКХ, приобретению для них товаров первой необходимости. В связи с этим адаптация лиц пенсионного возраста к новому социальному статусу сопряжена с преобладанием патерналистских настроений, уходом от активной общественной жизни, снижением социальной активности.

По нашему мнению, в современных условиях особую актуальность приобретает создание системы социального обслуживания, позволяющей обеспечить не столько пассивное доживание, сколько активное долголетие. Данный подход позволит не только повысить уровень и качество жизни людей, но и снизить бюджетную нагрузку на финансирование системы социального обслуживания и здравоохранения страны, в том числе и затраты на обслуживание пожилых людей на дому.

Необходимым условием повышения уровня и качества жизни граждан пожилого возраста и объективной потребностью экономики в ближайшее время является реализация специализированных государственных и региональных программ содействия занятости пожилых граждан, направленных на расширение степени их участия в трудовой деятельности, реализации профессиональных программ переподготовки, создание специальных условий и режимов труда работающих пенсионеров.

Перспективной также является реализация образовательных программ для пожилых людей по использованию современных информационных технологий, как обучение их навыкам практической работы на компьютере, так и обеспечение им доступности сети Интернет.

Исследование выполнено в рамках НИР «Разработка теоретических и практических аспектов социальной реабилитации различных категорий населения» (АААА-А17-117013010058-7).

Список литературы

1. Официальная статистика. Население. Демография. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/ (дата обращения: 04.07.2017).

2. Малахин И.А., Чудакова Ю.В. Опыт организации социального обслуживания граждан пожилого возраста на дому // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 12–4(40). – С. 97–100.

3. Макарова Е.О. Государственное регулирование инвестиционной деятельности в сфере услуг социального обслуживания населения // Социальное обслуживание. – 2015. – № 2. – С. 26–39.

4. Федеральный закон от 28.12.2013 № 442-ФЗ «Об основах социального обслуживания граждан в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156558/ (дата обращения: 04.07.2017).

5. Бородина О.Д., Савченко В.В. Инновационные формы социального обслуживания инвалидов и граждан пожилого возраста на дому // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 2–2. – С. 117–118.

УДК 332.05/.21

МОДЕЛЬ КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Заворотин Е.Ф., Гордополова А.А., Тюрина Н.С., Потоцкая Л.Н.

ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса», Саратов, e-mail: nii_apk_sar@mail.ru

Проведенные исследования и обобщение теоретических знаний позволили определить трансформацию как качественное преобразование форм земельной собственности и институциональной среды земельных отношений. Этот процесс происходит с целью реализации интересов субъектов по рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения и эффективному перераспределению земельной собственности под влиянием внешних (экзогенных) и внутренних (эндогенных) факторов, имеет долговременный характер, основывается на функционировании действующих, созданных и адаптированных формальных и неформальных институтов. Установлено, что динамические характеристики трансформации обладают достаточным потенциалом для корректирующего воздействия на институциональную среду земельных отношений. В данных условиях ключевые направления должны согласовываться с новыми правилами и нормами. Использование системного подхода позволило смоделировать механизм реализации концептуально-методологических направлений исследуемого процесса на примере Саратовской области, на базе которого выявлена необходимость осуществления управления трансформацией, земельной политикой, имущественными отношениями, земельной собственностью для обеспечения повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий и продовольственной безопасности региона. Полученные результаты исследования (предложенная модель) могут служить методологическими инструментами для принятия соответствующих управленческих решений различного уровня в сфере трансформации земельных отношений в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: модель, трансформация, земельные отношения, институт, фактор

MODEL OF CONCEPTUAL AND METHODOLOGICAL DIRECTIONS OF TRANSFORMATION OF LAND RELATIONS

Zavorotin E.F., Gordopolova A.A., Tyurina N.S., Pototskaya L.N.

Volga Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex, Saratov, e-mail: nii_apk_sar@mail.ru

The conducted research and generalization of theoretical knowledge allowed to define transformation as a qualitative transformation of forms of land ownership and the institutional environment of land relations. This process takes place with the purpose of realization of interests of subjects on the rational use of agricultural lands and effective redistribution of land ownership under the influence of external (exogenous) and internal (endogenous) factors, long-term in nature, is based on the functioning of the existing, created and adapted by formal and informal institutions. It is established that the dynamic characteristics of the transformation have the potential for a corrective impact on the institutional environment of land relations. Under these conditions, the key areas should be consistent with the new rules and regulations. The use of the system approach allowed to simulate the mechanism of implementation of conceptual and methodological approaches of the studied process on the example of Saratov region, which identified the need for implementation of management transformation, land policy, property relations, land ownership to ensure the increase of efficiency of use of agricultural land and food security in the region. The findings of the study (the proposed model) can serve as methodological tools for making appropriate managerial decisions at various levels in the sphere of transformation of land relations in agriculture.

Keywords: model, transformation, land relations, institute, factor

Сутью трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве является преобразование государственной земельной собственности, присущей советскому строю, в ее новые формы (частную, государственную, муниципальную и иные, общую – в виде долевой и совместной), в которых меняются содержательные характеристики функций владения, пользования и распоряжения землями сельскохозяйственного назначения. Результатами многолетней трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами стали выбытие в значительных масштабах площадей сельскохозяйственных угодий из хозяйственного оборота [1], нарушение научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства [2] и научно обоснованных систем земледелия [3] и животноводства и, как следствие этого – снижение плодородия почв, криминализация рынка земель, скрытая форма латифундизма и др.

Вялотекущая трансформация земельных отношений и управления земельными ресурсами является следствием низкоэффективной работы действующих институтов (правовых, финансовых, оценочных, налоговых, регулирующих и др.) и отсутствия ощутимого синергетического эффекта от

их деятельности [4]. Крайне необходимым следует считать совершенствование связей между формальными и неформальными институтами при создании адаптированной институциональной среды трансформации земельных отношений [5].

Дальнейшая трансформация земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона должна носить своевременный и корректируемый характер. Подобное решение возможно при условии научного сопровождения столь важного для рынка постоянно меняющегося процесса. С этой целью построена функциональная модель концептуально-методологических направлений трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона и выявлена совокупность экзогенных и эндогенных факторов, оказывающих непосредственное влияние на этот процесс (рисунок).

Методологически при построении оригинальной функциональной модели в рассматриваемой предметной области до выработки конкретного механизма реализации осуществляется несколько последовательных и взаимосвязанных этапов. При трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами каждый из этих этапов необходимо оценивать или как устойчивое состояние рассматриваемого объекта или как изменчивое, в случае если будет произведено какое-либо действие.

В процессе проведения исследования были выделены и систематизированы экзогенные (внешние) и эндогенные (внутренние) факторы, которые в отдельности и в совокупности оказывают существенное влияние на процесс трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона. При этом, если следовать экзогенной теории Элвина Хансена (*A.H. Hansen*), изменения в системе происходят под влиянием так называемых «отправных данных» [6].

В самом общем виде в предлагаемой функциональной модели к экзогенным факторам отнесены: изменение политической и государственной системы в стране, обновление экономических основ общественной системы, прогнозирование динамики социально-экономического развития Российской Федерации (субъекта Российской Федерации) до 2030 г. Причем если первые два фактора послужили своего рода стимулом для трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве, то третий фактор следует рассматривать как экзогенный, но с функциями управляющего воздействия на этот процесс с целью его своевременной корректировки.

Свершившееся событие в виде принятия нового земельного законодательства, изменения функций формальных и неформальных институтов, появления различных форм земельной собственности и других объективных и субъективных преобразований является побудительным мотивом для формирования и непосредственного воздействия эндогенных факторов на процесс развития трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве. Подобное влияние может быть как позитивным, так и негативным. Например, если взять во внимание реализацию того или иного законодательного акта, то последствия его влияния представляется возможным оценить только по материалам правоприменительной практики. То есть решение какого-либо важного вопроса может откладываться на неопределенное время. По этой причине процесс трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве будет затягиваться. Чтобы нивелировать или в некоторой степени сгладить сдерживающие эндогенные факторы, предлагается учитывать их в экзогенном факторе (ожидаемом событии) при разработке стратегий социально-экономического развития регионов.

Рассматривая эндогенные экономические факторы воздействия на трансформацию земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона, можно выделить те, которые оказывают существенное влияние на динамику данного процесса. Среди них – развитие многообразия форм земельной собственности и форм хозяйствования, являющихся основным источником поступления земельных платежей в местные бюджеты [7]. Не менее важным фактором следует считать качественное преобразование финансовых, оценочных, налоговых институтов с целью стимулирования воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве. Минимизация трансакционных издержек на регистрацию и оформление земельных долей в собственность и разграничение форм земельной собственности является одним из ключевых факторов ускорения трансформационных процессов в результате сокращения времени на проведение операций и удешевления сделок. На совершенствование рынка земель сельскохозяйственного назначения позитивное влияние оказывает такой экономический фактор, как рационализация механизма купли-продажи земель сельскохозяйственного назначения, предполагающая перераспределение сельхозугодий в пользу эффективно работающих собственников [8]. Нельзя исклю-

чать и регулирующий фактор трансформации земельных отношений в виде методов и средств государственного воздействия: выделение субсидий, льготное налогообложение, научно обоснованное регулирование величины арендной платы, формирование необходимых условий для инвестиционной привлекательности земельных участков, разработка и реализация региональных целевых программ по вовлечению неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в хозяйственный оборот и др.

Выделяя эндогенные институциональные факторы, приходим к выводу, что они оказывают существенное влияние на подвижность и изменчивость земельных отношений и управление земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона [9]. Прежде всего, это относится к формальным институтам (правовым, финансовым, регулирования земельных отношений, оценочным, информационной поддержки, налоговым) и неформальным институтам (обычаев, традиций, норм общественной морали, правил приличия и т.д.) гражданского общества.

Надо полагать, что результаты трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона во многом зависят от правового фактора воздействия на этот процесс, заключающегося в проявлении законодательного и административного нормотворчества на основе анализа действующих нормативно-правовых актов, изучения правоприменительной практики, выработки новых предписаний и закрепления их в нормативно-правовых актах с поправками или нововведенных, позволяющих сделать вывод о характере и степени трансформационных процессов и принять соответствующее управленческое решение.

Логично увязать правовой фактор воздействия на трансформацию земельных отношений и управление земельными ресурсами в сельском хозяйстве с судебным фактором, предполагающим разрешение правовых споров, возникновение которых учащается. В таких условиях перспективным направлением следует считать разработку и апробацию схем ускоренного прохождения судебной инстанции по вовлечению в хозяйственный оборот невостребованных и выморочных земельных долей.

Для того чтобы совершить какое-либо действие в отношении фактора качественного преобразования формальных экономических институтов, проводится сравнительный анализ функций, выполняемых каждым из этих институтов, с их функциями, выявленными в ходе трансформации. Такой методический инструментарий дает возможность закрепить новые формализованные правила и нормы [10].

К факторам, оказывающим косвенное (в некоторых случаях прямое) влияние на процесс трансформации земельных отношений и управление земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона, следует отнести инициирование властями организации новых неформальных институтов. Положительным примером может служить создание как института гражданского общества Общественного совета при Министерстве сельского хозяйства Саратовской области, задачей которого наряду с прочими является оказание помощи в решении проблем земельных отношений.

В условиях, когда управление земельными ресурсами децентрализовано и ранее принадлежащие ему функции рассредоточены по другим министерствам и ведомствам, существует объективная мотивация к изменению функционирующих или созданию новых институтов. При этом такие институты должны быть наделены полномочиями, способствующими качественному улучшению трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве. Иными словами, они должны встраиваться в существующую систему формальных и неформальных институтов и становиться с ними единым целым. На наш взгляд, имеется объективная необходимость организации в структуре Правительства Саратовской области нового формального института – Управления земельной политики, имущественных отношений и госсобственности, аналогичного Департаменту Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, который мог бы напрямую подчиняться губернатору Саратовской области. В своей деятельности такое Управление могло бы опираться и рационально взаимодействовать с Межведомственной комиссией по рассмотрению вопросов, связанных с владением, пользованием, распоряжением земельными участками из земель сельскохозяйственного назначения на территории Саратовской области, созданной согласно постановлению Правительства Саратовской области от 10 ноября 2011 г. № 636-П [11].

Не менее важным фактором успешной трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами является активизация работы органов муниципального земельного контроля (проведение плановых и внеплановых проверок) во взаимодействии с Россельхознадзором, а также инвентаризация использования земель сельскохозяйственного назначения с определением реестров правообладателей и степени пригодности земельных участков [12].



Функциональная модель концептуально-методологических направлений трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона. Примечание. Составлено авторами

Качество предлагаемого формального института во многом зависит от конкретной цели реализации, в том числе от того, насколько он отвечает требованиям социального развития трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона. Несомненно, сюда можно будет отнести фактор повышения социальной ответственности перед населением за результаты трансформации земельных отношений на разных уровнях: от собственников и пользователей земельных участков до Правительства Российской Федерации. В условиях развития ненаблюдаемого сектора экономики возрастает роль такого фактора, как снижение уровня напряженности в борьбе с заинтересованными структурами за ограниченные земельные ресурсы с помощью контрольных органов Федерального Собрания Российской Федерации (Счетной палаты Российской Федерации, Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации и др.), а также институтов гражданского общества.

С учетом выделенных экзогенных и эндогенных факторов разработан механизм реализации функциональной модели концептуально-методологических направлений трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве региона. Он включает в себя как один из главных элементов управление этим процессом, которое в зависимости от поставленной цели представляет собой соответствующие способы воздействия на события, в том числе предполагаемые. В связи с тем, что управление земельными ресурсами не имеет единой структуры, функционально рассредоточено по различным министерствам и ведомствам, требуется координация этих структур с целью решения конкретных задач. Таким органом стала Межведомственная комиссия по рассмотрению вопросов, связанных с владением, пользованием, распоряжением земельными участками из земель сельскохозяйственного назначения на территории Саратовской области. Эффективность работы такой комиссии можно оценивать по частоте ее проведения, результативности решения ею задач и принятия рациональных управленческих решений.

В подведение итогов изложенного выше нами предложены два концептуально-методологических направления, призванных стать основополагающими при реализации общей цели: повышение качества трансформации земельных отношений в сельском хозяйстве.

Первое направление трансформации заключается в качественном улучшении действующих формальных и неформальных институтов. По нашему мнению, это наиболее правильный путь, так как для корректировки существующих норм, прошедших апробацию и недостатки которых были выявлены на практике, требуется совершенствование имеющихся или разработка новых правил.

Второе направление трансформации представляет собой включение в уже происходящий преобразовательный процесс новых институтов. Примером может служить создание земельного банка, способного ускорить оборот земель сельскохозяйственного назначения, повысить эффективность использования земельных ресурсов и создать благоприятный инвестиционный климат для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Список литературы

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2015 году [Текст]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 196 с.

2. Система ведения агропромышленного производства Саратовской области [Текст]. – Саратов: Изд-во «Детская литература», 1998. – 321 с.

3. Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области [Текст]. – Саратов: Приволжское книжное издательство, 1982. – 194 с.

4. Волков С.Н. Земельные преобразования в России в начале XX столетия [Текст] / С.Н. Волков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 12. – С. 63–66.

5. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики [Текст]: [пер. с англ.] / Дуглас Сесил Норт. – М.: Фонд экономической книги Начала, 1997. – 180 с.

6. Хансен Э. Экономические циклы и национальный доход [Текст]: [пер. с англ.] / Элвин Харви Хансен. – М.: Издательство иностранной литературы, 1959. – 760 с.

7. Заворотин Е.Ф. Организационно-экономические основы развития земельных отношений в сельском хозяйстве Поволжья [Текст]: монография / Е.Ф. Заворотин. – Саратов: Изд-во «Эмос», 2000. – 268 с.

8. Черняев А.А. Организационно-экономические проблемы стабилизации агропромышленного комплекса [Текст] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 1993. – № 11–12. – С. 8–10.

9. Zavorotin E. Land relations: features of transformation in modern Russia [Text] / E. Zavorotin, A. Gordopolova, N. Tiurina, M. Iurkova // Economic Annals-XXI. – 2017. – № 163(1–2(1)). – P. 56–59. Retrieved from: http://dx.doi.org/10.21003/ea.V163-12.

10. Заворотин Е.Ф. Методы трансформации земельных отношений в сельском хозяйстве [Текст] / Е.Ф. Заворотин, А.А. Гордополова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 8. – С. 54–57.

11. Постановление Правительства Саратовской области от 10 ноября 2011 г. № 636-П «О создании межведомственной комиссии по рассмотрению вопросов, связанных с владением, пользованием, распоряжением земельными участками из земель сельскохозяйственного назначения» [Электронный ресурс]: ред. от 16.11.2015 г. – Режим доступа: http://base.garant.ru/.

12. Заворотин Е.Ф. Формирование и развитие механизма повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий муниципального земельного фонда [Текст] / Е.Ф. Заворотин, А.А. Гордополова // Научное обозрение. – 2014. – № 5. – С. 234–236.

УДК 658.152

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

Земсков В.М.

АНОО ВО ЦС РФ «Российский университет кооперации», Саранский кооперативный институт (филиал), Саранск, e-mail: ka_fbux@mail.ru

Настоящая статья посвящена роли ремонта в поддержании и модернизации действующих объектов основных средств. Современные условия требуют от предприятий промышленности постоянного обновления оборудования в связи с появлением более совершенного, производительного. Однако высокая стоимость и финансовые трудности ограничивают возможности предприятий в замене объектов основных средств. Таким образом, рано или поздно предприятия сталкиваются с необходимостью проведения ремонта для поддержания объектов в работоспособном состоянии. В связи с этим на первый план выдвигается проблема своевременного качественного ремонта в сочетании с модернизацией. Для улучшения эксплуатационных характеристик капитальный ремонт лучше сочетать с модернизацией. Это приводит к необходимости создания более совершенной системы управления ремонтным хозяйством, развития управленческого учета, контроля за уровнем затрат на ремонт.

Ключевые слова: техническое перевооружение, модернизация, ремонт, физический и моральный износ, учет

ECONOMIC NATURE AND THE FEASIBILITY OF REPAIR OF FIXED ASSETS

Zemskov V.M.

Saransk Cooperative Institute (branch), ANOO VO Central Union of the Russian Federation «Russian University of Cooperation», Saransk, e-mail: kaf_bux@mail.ru

This article focuses on the role of repair in the maintenance and modernization of existing fixed assets. Modem conditions require from companies to industry constant updating of equipment in connection with the advent of better and production. However, the high cost and financial constrains limit the ability of companies to replace fixed assets in this regard. This, sooner or later, the companies face the need to carry out repairs to maintain objects in a healthy state. There is the problem of timely and qualitative repair in combination with modernization. To improve the performances of overhaul to better combine with modernization. This leads to the need to create more sophisticated control system repair, development, managerial accounting, cost control repair.

Keywords: technical re-equipment, modernization, repair, physical and moral deterioration, accounting

В настоящее время роль ремонта оборудования изменилась. Ремонт перестал быть основной, наиболее эффективной формой восстановления работоспособности технологического оборудования. Ведущая роль здесь принадлежит замене морально устаревшей техники на новую. Однако экономический кризис не позволяет предприятиям промышленности осуществлять большие вложения в приобретение нового оборудования. Следовательно, важной проблемой остается эффективное восстановление работоспособности технологического оборудования путем ремонта.

Любая организация рано или поздно сталкивается с необходимостью произвести ремонт собственных основных средств в целях поддержания их в рабочем состоянии [1, с. 26].

В практике хозяйствования роль ремонта заметно изменяется. Признано необходимым сделать упор на техническое перевооружение предприятий. Практика, когда многие действующие предприятия долгие годы технически не обновлялись, а из них выжималось все возможное, привела к тому, что при значительном вводе новых производственных объектов большая доля основных производственных фондов остается устаревшей. Как следствие, на протяжении многих лет снижается фондоотдача, уровень фондовооруженности остается низким.

Методической основой решения рассматриваемой проблемы является положение о характере износа машин и его возмещения. Оно основывается, во-первых, при случайном характере ремонтных работ, затраты распределяются неравномерно между различными периодами жизни основных средств. Во-вторых, чем больше изношен и старчески ослаб материал, из которого сделан объект, тем многочисленнее и значительнее становятся ремонтные работы, необходимые для того, чтобы поддерживать существование машины до конца периода средней продолжительности ее жизни.

Практика промышленных предприятий показывает, что около 55–90 % общего числа всех деталей, заменяемых при ремонте металлорежущих станков, выходят из строя из-за постепенного нарастающего их физического износа и 10–15 % – вследствие случайных поломок.

Нарастающий физический износ сопровождается снижением точности работы технологического оборудования, уменьшением мощности и производительности орудий труда и так далее. При этом не только нарастает материальный износ основных средств, но и увеличивается эксплуатационные и ремонтные расходы. Наконец наступает момент, когда дальнейшая эксплуатация данной единицы основных средств становится экономически нецелесообразной.

Интенсивность физического износа отдельных видов и моделей основных средств является неодинаковой во времени и зависит от конструктивных и технологических особенностей их изготовления, качества и долговечности применяемых при изготовлении и последующих ремонтах материалов, индивидуальных условий эксплуатации, квалификации работающего на нем персонала и персонала, занятого техническим обслуживанием основных средств.

Физический износ является следствием механического снашивания отдельных деталей машин или оборудования, деформирования различных поверхностей, усталостное разрушения металла в результате физико-химических процессов. Кроме того, оборудование подвергается физическому износу и в результате неиспользовании. Это проявляется в виде коррозии метала, гниения древесины, старения резины и т.д. Например, когда основные средства в течение длительного времени ожидают монтажей и хранятся под открытым небом или в малоприспособленных для этой цели помещениях.

Физический износ основных средств вследствие их производственного использования условно можно разделить на две части: одна часть его периодически устраняется путем проведения соответствующих ремонтных операций, а вторая – представляет собой старение, которое невозможно устранить таким способом. С течением времени оно постепенно накапливается и в конечном счете проводит ту или иную машину к такому техническому состоянию, когда дальнейшее использование ее в качестве орудия труда становится невозможным. Другими словами, наступает полный физический износ, требующий замены объекта основных средств на новый. В связи с этим принято различать устранимый и неустранимый физический износ основных средств. В первом случае он является временным, во втором – постоянным.

В настоящее время особо актуален не физический, а моральный износ. Во всех отраслях промышленности происходит все более ускоряющийся процесс замены старого оборудования новым, особенно если речь идет о компьютерной технике. Но этот процесс ограничен возможностями большинства предприятий. Кроме того, в некоторых случаях постановка вопроса обновления парка в форме – все или ничего – неправильна с точки зрения решения проблемы технического перевооружения, поскольку иногда затраты на модернизацию, проводимую одновременно с ремонтом, бывают более эффективными, чем замена старой техники [6]. Таким образом, повышение эффективности производства, являющееся конечной целью внедрения новой техники, должно осуществляться не только путем полной замены устаревшей техники, но и на основе улучшения всей системы воспроизводства техники, включая совершенствование системы модернизации и ремонта. Поэтому в настоящее время и в будущем многие виды оборудования подвергаются и будут подвергаться в процессе эксплуатации модернизации и ремонтам.

Обобщая вышеизложенное, мы сгруппировали формы воспроизводства парка оборудования, в зависимости от эффективности различных форм возмещения и определения масштаба и необходимости ремонта, модернизации и замены (рисунок).

В решении стоящих перед экономикой страны задач перехода на преимущественно интенсивный путь развития ключевое место, несомненно, занимают проблемы качественного обновления производства на основе высокоэффективных достижений научно-технического прогресса. Вместе с тем опыт работы ремонтных служб передовых промышленных предприятий показывает, что физический износ узлов и деталей почти любой степени можно устранить при помощи проведения соответствующего ремонта и тем самым восстановить в той или иной степени первоначальные технико-эксплуатационные свойства машин и оборудования в зависимости об объема и качества произведенных ремонтных работ.

Ремонт связан с устранением повреждений и неисправностей, заменой изношенных конструкций и деталей, профилактическими мероприятиями. Он не приводит к изменению основных ключевых технико-экономических показателей объекта, хотя в процессе ремонта отдельные детали основного средства, как правило, заменяются на более современные, технологически сложные и долговечные [2, с. 109].

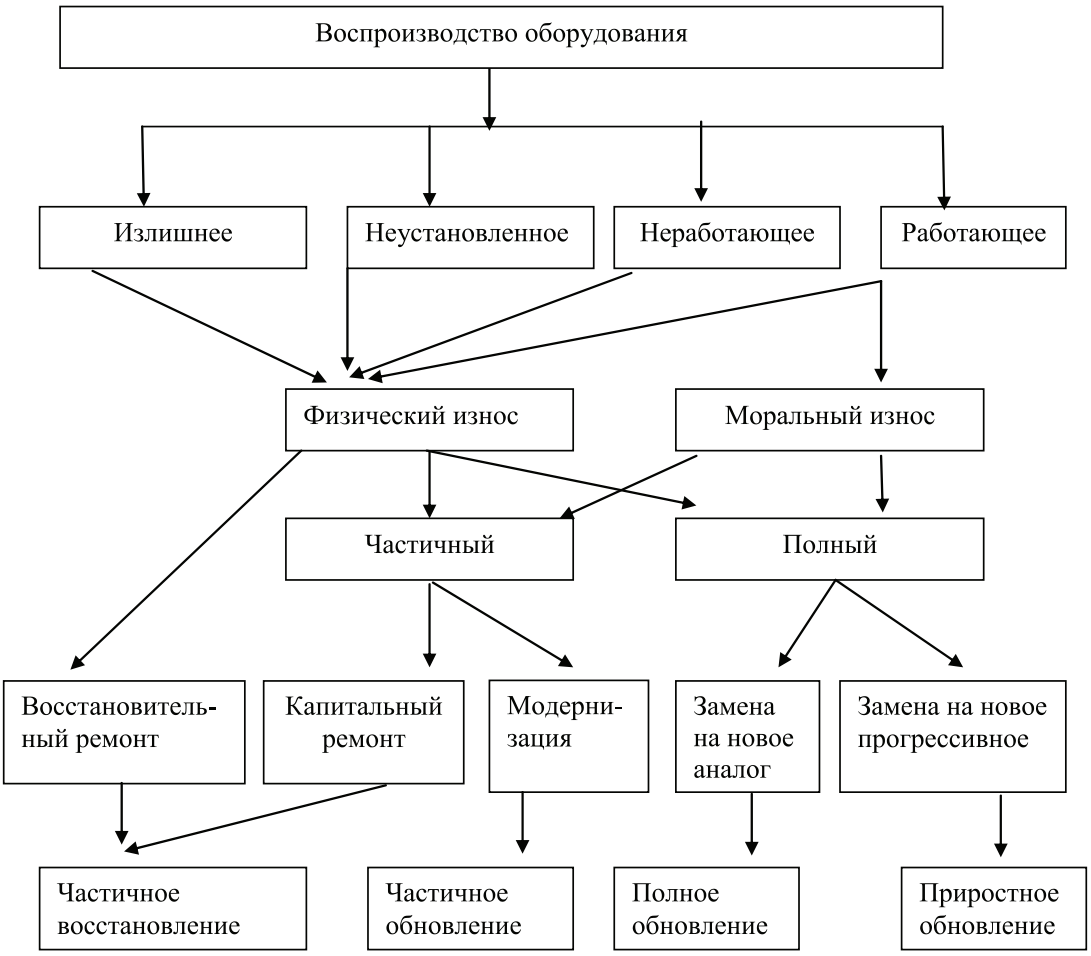
Таким образом, ремонт следует рассматривать как комплекс работ по восстановлению первоначальных технико-эксплутационных свойств орудий труда. Однако следует заметить, и это подтверждает опыт передовых ремонтных служб

промышленных предприятий, что можно добиться и определенного улучшения отдельных первоначальных технико-экономических характеристик ремонтируемых орудий труда.

Одним из важнейших вопросов ремонтного производства является определение экономической сущности ремонтов и их классификация. Здесь необходимо отметить, что с увеличением времени функционирования возрастает накопленный износ оборудования. Это приводит к росту числа объектов и средних затрат на ремонт, и каждый последующий год эксплуатации, после очередного капитального ремонта остаточный, неустранимый материальный износ оборудования увеличивается, что, в свою очередь, приводит к сокращению сроков наступления последующих ремонтов. Остаточный, неустранимый материальный износ представляет собой неустранимую внутреннюю усталость, которая накапливается в металле, из которого изготовлено оборудование [3].

Нередко можно встретить утверждение, что если стоимость капитального ремонта составляет 70–80 % стоимости новой машины, то осуществлять капитальный ремонт экономически нецелесообразно. Однако простое сравнение стоимости новой машины с затратами на ее капитальный ремонт не может быть приемлемым. Это объясняется прежде всего тем, что при таком сравнении во внимание принимаются только затраты и игнорируется качество ремонта. В ряде случаев ремонт может восстановить эксплуатационные качества изношенной машины на более или менее длительный период.

По мере развития технического прогресса объем капитального ремонта будет уменьшаться. Однако в современных условиях из-за невозможности удовлетворить потребности в замене оборудования и по ряду других причин, обусловленных как экономической, так и технической необходимостью, отказываться от капитального ремонта преждевременно.



Классификация форм воспроизводства оборудования

Результаты ремонтного производства оказывают влияние на эффективность работ основного производства, предприятия в целом. Несомненно, ремонт в современных условиях продолжает оставаться одним из важнейших факторов повышения эффективности использования основных средств. Поэтому необходимо все больше внимания уделять вопросам совершенствования ремонтного производства, повышения его эффективности.

Необходимость проведения капитального ремонта вызывается тем, что в течение ряда лет цены на многие новые машины растут быстрее их производительности. Это зачастую объясняется не изменением технических характеристик оборудования, а высокими темпами инфляции. Поэтому отрицательные экономические последствия материального износа могут довольно длительное время компенсироваться с помощью капитальных ремонтов.

Предсказать точный срок, когда произойдет поломка того или иного производственного оборудования, автотранспорта и прочих основных средств, крайне трудно. Внезапные серьезные поломки, требующие значительных средств на приведение имущества в работоспособное состояние, могут сказаться на размере прибыли [4, с. 34].

Однако преувеличение роли и значения капитального ремонта, модернизации действующего оборудования также нежелательны, как и недопонимание вопроса о пределах, в которых их проведение экономически целесообразно. Для принятия решений о направлениях воспроизводства оборудования нужны квалифицированные рекомендации, основанные на точных экономических расчетах. Недооценка обоснований приводит к тому, что срок службы по ряду массовых видов техники чрезмерно велик и сопровождается большими затратами на ремонты, отвлекает значительную часть трудовых и материальных ресурсов на их проведение.

Основным назначением ремонтных работ, включая ремонтно-профилактические работы, является снижение износа и поддержание основных средств в работоспособном состоянии, сохранение необходимой точности в работе производственного оборудования. Объектами ремонтных работ являются средства труда, находящиеся в эксплуатации.

Однако этим не должны ограничиваться сущность и назначение ремонтных работ. Дело в том, что находящиеся в эксплуатации основные средства систематически подвергаются и другим ремонтно-профилактическим операциям, предупреждающим преждевременный физический износ. Кроме того, в процессе ремонта основных средств зачастую достигается также улучшение первоначальных эксплуатационных качеств. Общеизвестной, например, является практика восстановления и упрочнения износившихся деталей, применение деталей из современных материалов, которые обладают значительно большей износоустойчивостью.

Исследования показывают, что каждый межремонтный цикл характеризуется своей динамикой и уровнем затрат на ремонты. Каким бы качественным ни был ремонт, превратить побывавший в эксплуатации станок в новый невозможно. В результате наблюдается повышение уровня и интенсивности нарастания ремонтных работ в каждом последующем цикле. Как показывает практика, стоимость второго ремонта увеличивается примерно на 10–15% от стоимости первого, а третьего – на 25–30% соответственно. В такой ситуации большое значение приобретает удешевление ремонта за счет усовершенствования ремонтного производства. Повышение эффективности ремонтов проявляется в уменьшении затрат на их проведение, сокращении времени простоев оборудования в ремонте.

Все это делает необходимым создание совершенной системы управления затратами на ремонт. В развитии самой системы управления предполагается и решение вопросов совершенствования учета затрат на проведение ремонтных работ.

Перед управлением затратами на ремонт основных средств стоят следующие основные задачи:

- свести ремонтно-эксплуатационные затраты к минимально необходимым;
- обеспечить наименьшие потери машинного времени из-за простоя оборудования в ремонте.

Общая величина затрат на ремонт оборудования зависит, во-первых, от состояния техники, технологии, организации производства и управления ремонтно-механическим производством, во-вторых, от количества и структуры ремонтов и, в-третьих, от экономного расходования средств на каждый ремонт.

Следует обратить внимание, что и в проекте измененного ПБУ 6/01 «Учет основных средств» заложен новый механизм учета затрат, возникающих в связи:

– с регулярной заменой отдельных элементов объекта основных средств;

– с выполнением регулярной ревизии технического состояния и капитального ремонта объекта основных средств, признаваемых компонентами названного объекта [5, с. 23].

Подводя итог, необходимо отметить, что роль ремонтного производства в поддержании объектов основных средств в работоспособном состоянии важна. Ремонтное производство – одно из самых сложных вспомогательных производств, имеет индивидуальный и мелкосерийный характер с большой номенклатурой выпускаемой продукции. Это сказывается на организации учета затрат и калькулирования себестоимости продукции.

Управляющая система должна обладать информацией для принятия оптимального решения, ремонтировать объект или заменить его на новый. Нужна информация о количестве отказов оборудования и его отдельных элементов, о причинах и тяжести отказов (трудоемкость исправления, простой в ремонте), о затраченных на каждый вид ремонта и каждое место возникновения затрат (вплоть до детали) материалах, заработной плате и др.

В настоящее время это решается с помощью организации внутреннего управленческого учета, основанного на совершенствовании организации оперативного учета движения материалов, запасных частей и полуфабрикатов в ремонтном производстве, упорядочении учета затрат на осуществление и калькулирования себестоимости ремонтных работ на основе внедрения нормативного учета. Это обеспечит оперативный контроль за издержками ремонтных работ, выявлением и использованием внутренних резервов.

Значение контроля затрат на ремонт вообще, а внутреннего особенно велико, так как организации и предприятия все расходы по их осуществлению включают в себестоимость произведенной продукции, выполненных работ и оказанных услуг, неправильное исчисление фактической суммы затрат на ремонт в конечном счете может сказаться на величине финансового результата и налога на прибыль.

Список литературы

1. Антаненкова Е.И. Ремонт собственных основных средств: бухгалтерский и налоговый учет / Е.И. Антаненкова // Бухгалтерский учет. – 2012. – № 6. – С. 26–31.

2. Варпаева И.А. Восстановление объектов основных средств: учет и налогообложение / И.А. Варпаева // Бухгалтерский учет. – 2014. – № 7. – С. 109–114.

3. Земсков В.М. Организация ремонтных работ на предприятии Инновации в образовательной среде: материалы Междунар. науч.- практ. конф. (Саранск, 8–9 апреля 2015 г.) Саран. кооп. Ин-т РУК – Саранск: ЮрЭксПрактик, 2015. – С. 376–381.

4. Тришкин Л.В. Ремонт и реконструкция в учете основных средств / Л.В. Тришкин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2008. – № 5/1. – С. 31–35.

5. Давыдова О.В. Учет расходов на ремонт объектов основных средств / О.В. Давыдова // Промышленность: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2013. – № 10 – С. 20–27.

6. Земсков В.М. Моделирование информации о фактических затратах на ремонт оборудования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=16358 (дата обращения: 17.07.2017).

УДК 332.012.3

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТНОЙ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ

Каллагов Б.Р., Комаева Л.Э., Тедеева З.Б.

ЧОУ ВО «Владикавказский институт управления», Владикавказ, e-mail: vizit-den@mail.ru, komaieva@mail.ru, zalited@mail.ru

В статье предлагается авторский взгляд на экономическое содержание категории «собственность», как доминанты в построении социально-экономической конструкции общества и основной формы проявления хозяйственного интереса. Предметом исследования является процесс развития собственности в современном мире, трансформация отношений собственности вместе со сменой всей совокупности присущих ей институтов. Цель исследования – отразить собственность как базовый фактор прогресса социально-экономической конструкции общества. По результатам проведенного исследования предложена двухвекторная матрица позиционирования компонентов основных форм собственности в контексте рациональной трансформации социально-экономической системы общества, в которой прослеживается объективная необходимость постоянного взаимодействия двух доминирующих форм собственности (частной и общественной), каждая из которых является не только условием существования другой, но и способствует органичному закреплению в общественном сознании позитивных характеристик первой, в преломлении их социально-психологической значимости. Проведенный анализ позволяет целесообразно обозначить понятийное содержание ключевых принципов общественного развития, суть которых в динамическом и статическом (взаимообусловленном и взаимозависимом) соединении компонентов ответственного классического триединства: «экономика – политика – идеология», как и то обстоятельство, что эти три в высшей степени концептуально значимые и общественно целесообразные фундаментальные категории реализуют назначение своих базовых и функциональных характеристик в единой сбалансированной системе рационально-тождественных координат; они постоянно находятся не только в прямой зависимости друг от друга, но и в жестких обратных взаимопроникающих связях. Отображенный процесс по своим отправным характеристикам достаточно сложный и небезболезненный. Государство должно обладать эффективным инструментарием регулирования как морального, так и правоприменительного свойства.

Ключевые слова: идея распределительной справедливости, идея естественного права, свобода личности через собственность, частная собственность, отношения присвоения, отношения отчуждения, активизируемый ресурс, институциональная дилемма, классическое триединство, уровень общественного благосостояния

DYNAMIC MODEL OF INTERACTION OF PRIVATE AND PUBLIC OWNERSHIP

Kallagov B.R., Komaeva L.E., Tedeeva Z.B.

Vladikavkaz Institute of Management, Vladikavkaz, e-mail: vizit-den@mail.ru, komaieva@mail.ru, zalited@mail.ru

This article offers the author's view on the economic content of «property» category as dominant in the construction of the socio-economic structure of society and the main forms of economic interest. The subject of research is the process of property development in the modern world, the transformation of property relations together with the change of the totality inherent institutions. The purpose of research – to reflect the property as a basic factor of progress in the socio-economic structure of society. According to the results of the study suggested two vector matrix positioning major forms of property components in the context of a rational transformation of the socio-economic system of the society, which traces the objective necessity of a constant interaction between the two dominant forms of ownership, each of which is not only for the existence of the other, but also contributes to organic consolidation in the public mind the positive characteristics of the first, in the breaking of their social and psychological significance. The analysis allows advisable to indicate the conceptual content of the key principles of social development, the essence of which is in the dynamic and static connection components responsible classic trinity: «the economy – politics – ideology», as well as the fact that these three highly conceptually meaningful and socially expedient fundamental categories implement the appointment of its basic and functional characteristics in a single-balanced system of rational. They reside not only in direct proportion to each other, but in the reverse interpenetrating rigid connections.

Keywords: the idea of distributive justice, the idea of natural law, freedom of the individual through ownership, private ownership, the assignment relations, relations of alienation, activated resource, institutional dilemma, classic trinity, the level of social welfare

Современные исследователи экономических институтов обоснованно считают государство необходимым условием устойчивого экономического развития общества, поскольку он формирует как институциональную структуру производства и обмена, так и значительную сферу распределения национального продукта. Последнее является особо чувствительной сферой не только с точки зрения экономического роста и перспектив дальнейшей активизации собственности как строго экономической категории, так и защиты юридических правоотношений в обществе. В обобщенном виде они позиционируются как правила регулирующие доступ физических или юридиче-

ских лиц к ограниченным благам, поэтому реализация интересов правообладателей собственностью (или результатов ее активизации) по определению предполагает исключение других претендентов или хотя бы упорядочение их претензий. А для этого необходим ресурс принуждения; отсюда особая роль государства как цивилизованной организации, имеющей преимущества в использовании принуждения в определении и обеспечении адекватного (в соответствии с параметрами вложенного труда) распределения результатов активизации базового ресурса, соответственно – в защите нового социального уровня правоотношений собственности и следовательно, в создании условий для дальнейшего экономического роста.

При низком уровне обеспеченности интересов конкретных экономических агентов задействованных в процессе активизации базового ресурса, при слабой защищенности прав собственности, субъекты деятельности будут склонны извлекать только краткосрочные выгоды. Они будут воздерживаться от активного участия в длительной (даже целесообразной) перспективе, поскольку отсутствуют гарантии защиты их интересов и результатов труда в будущем. Поэтому при формирований государственных институтов или утверждении новой политической системы, преломление ее программных постулатов должно накладываться на реализацию заинтересованных ожиданий участников хозяйственной деятельности, на появление новых стимулов в сотрудничестве. Расширение со стороны государства горизонтов экономической деятельности, предоставления твердых гарантий по защите интересов реальных собственников, всегда способствует прагматичным инвестициям энергии, идей, капитала и, следовательно, экономическому росту.

Теоретически правящий класс (группа) должен иметь естественный интерес в процветании своей страны, поскольку их личный доход напрямую зависит от уровня общественного благосостояния; это и заставляет их применять адекватную управляющую систему, способную обеспечить экономический рост. На деле же «владельцы средств принуждения всегда испытывают соблазн перераспределить результаты активизации собственности в свою пользу или даже изъять как можно больше дохода, ничего не предлагая взамен; чем меньше ограничений на действие государственной власти, тем с большей вероятностью это может произойти». Такая ситуация создает институциональную дилемму: если политическое сообщество обладает достаточной властью и ресурсами чтобы защитить права и интересы собственников в пределах своей юрисдикции (суверенитета), то оно обладает и возможностью манипулировать этими правами в свою пользу. «Наличие государства необходимо для экономического роста; государство однако может явиться и источником вызванного действиями людей экономического упадка».

Рациональная экономическая наука, практически все известные современные теоретические школы в своих концептуальных подходах определились с активной хозяйственной прогрессий только двух базовых форм собственности: частной и государственной. В этом контексте нам представляется целесообразным рассмотреть динамическую модель взаимодействия двух системообразующих форм собственности как первичного фактора трансформации самой социально-экономической конструкции общества. Из представленной двух векторной матрицы позиционирования компонентов основных форм собственности в контексте рациональной трансформации социально-экономической системы общества прослеживается объективная необходимость постоянного взаимодействия двух доминирующих форм собственности, каждая из которых является не только условием существования другой, но и способствует органичному закреплению в общественном сознании позитивных характеристик первой, в преломлении их социально-психологической значимости (рисунок).

Проведенный анализ позволяет нам утверждать, что закономерным является то обстоятельство, по которому общественная (государственная) собственность начинает занимать доминирующие позиции в хозяйственной деятельности в экстенсивной фазе **М** развития национальной экономической системы, притом что частная собственность доминирующие позиции в хозяйственном развитии начинает приобретать при интенсивных **К** формах [1].

В рамках проведенного исследования было выявлено, что хозяйственная деятельность людей создает определенную систему экономических связей, которая включает в себя не только конкретных субъектов и объектов деятельности, но и те приемлемые формы их взаимодействия, которые дают необходимый продукт для общественного развития. В своей динамике экономическая система многомерна, но ее развитие по определению прежде всего, направлено на активизацию экономического ресурса собственности как базовой характеристики прогресса самой хозяйственной конструк-

ции. Проведенный анализ научных источников, как отечественных, так и зарубежных авторов, дает нам возможность определить, что ныне существующая в экономической литературе и получившая наибольшее распространение классификация экономических систем на паритетно-патриархальную экономику, командно-административную (централизованно-плановую), рыночную экономику (или капитализм эпохи свободной конкуренции) и смешанную экономику далеко не бесспорна [4]. Нам представляется, что базовыми признаками, определяющими тип хозяйственной системы общества, должны оставаться форма и результат активизации ресурса собственности, а также способ регулирования хозяйственной отношении в обществе (в том числе и правовой аспект), что по логике трансформационной преемственности нам подсказывает о возможности существования только двух типов экономических систем [2]:

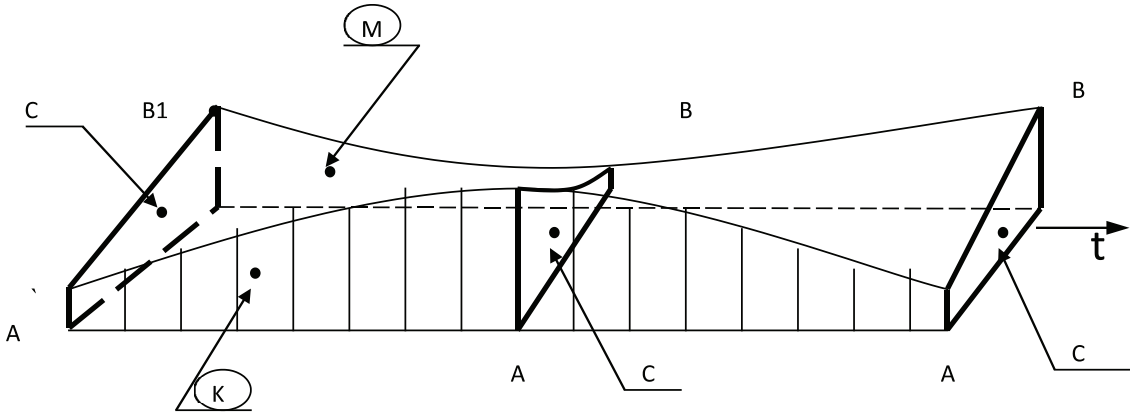
1) динамическая (развивающаяся) экономическая система;

2) статическая (аморфная) экономическая система.

в каждом случае соотносится с социально-экономической целесообразностью.

Для типологии статических экономических систем характерны виды паритетно-патриархальной хозяйственной деятельности и обособленное развитие на первичных рыночных принципах хозяйствования (спрос и предложение, цена и локальная конкуренция).

Подводя итог вышесказанному, как результат проведенного исследования, мы пришли к убеждению, что современный мир и современное состояние экономической теории обоснованно выдвинули на лидирующие позиции собственность – как основную экономическую категорию, что объективно; так как «собственность – это ядро, основное содержание хозяйственных отношений» [3]. Как объектная субстанция – собственность и отношения собственности есть несущая конструкция социально-экономического прогресса общества, из чего следует, что вопрос собственности оставался формирующим (базовым) на всем протяжений развития человеческого общества. На наш взгляд исключительное зна-



Позиционирование основных форм собственности в контексте развития социально-экономической системы общества:
A_1 ..... A_n – потенциал предприятий частной собственности в общем объеме ВВП;
B_1 ..... B_n – потенциал предприятий государственной собственности в общем объеме ВВП;
C_1 ..... C_n – уровень государственного воздействия на хозяйственный процесс;
К – плоскость интенсивна; М – плоскость экстенсива

На целесообразность введения двухтипового классификационного определения экономических систем в своих исследованиях указывали также А. Маршалл, Л. Мизес и М. Фридмен. В соответствии с предложенным подходом допустимо воззрение, что динамично развивающиеся экономические системы представлены двумя видами: интенсивной или экстенсивной формой; уровень государственного проникновения

чение «собственности» состоит в том, что влияние ее сущностных характеристик выходит за рамки строго экономической (даже основной) категории, учитывая здесь также значение правовых аспектов общественного признания [6]. В графической форме мы полагаем возможным обозначить собственность как ядро всей хозяйственной системы (экономики), оболочку которой составляет системное политико-идеологическое

обрамление, вместе с вспомогательными, строго хозяйственным инструментарием регулирования таковой; речь в данном случае идет о собственности в активизированной фазе. По аналогии с выше предложенным теоретическим воззрением нам также представляется уместным суждение, что роль адекватную собственности в экономике в политике выполняет понятие «необходимое действие» или просто «действие» [7]. В контексте предметной обусловленности «действие» – это несущая конструкция любого серьезного политического аргумента.

Соответственно, в раскрытии сущностной характеристики понятия государственной (общественной, корпоративной) идеологии или идеологической концепции решающее значение выполняет понятие «оформленная мысль» или просто «мысль» – как отправная базовая категория.

Таким образом, как следствие из предложенной аргументации мы можем целесообразно выделить: экономика – «собственность»; политика – «действие»; идеология – «мысль», и что соответственно предоставляет нам возможность допустить следующее логическое умозаключение – в первоисточнике «собственность подверженная осмысленному действию есть суть движения общественного прогресса».

Проведенный анализ позволяет нам также объективно констатировать, что изложенная формулировка является логическим преломлением элементов понятийного содержания известных принципов общественного развития, суть которых в динамическом и статическом (взаимообусловленном и взаимозависимом) соединении компонентов ответственного классического триединства: «экономика – политика – идеология» [8].

Не вызывает сомнений и то обстоятельство, что эти три в высшей степени концептуально значимые и общественно целесообразные фундаментальные категории реализуют назначение своих базовых и функциональных характеристик в единой сбалансированной системе рационально-тождественных координат; они постоянно находятся не только в прямой зависимости друг от друга, но и в жестких обратных взаимопроникающих связях.

Предложенная аргументация позволяет нам сделать вывод, что если составляющие компоненты ответственного классического триединства находятся в постоянной предметно-обусловленной и хронологической зависимости, то уместно на наш взгляд допустить, что представленные элементы рационально-тождественной системы координат являются составными частями единого целого, определяющего сущность общественного прогресса [9]. В нашем случае целесообразно подчеркнуть, что именно собственность выступает в качестве базового элемента одного из компонентов представленного классического триединства; следовательно, мы можем выделить, что собственность, по определению, также является одной из трех главных характеристик единой конструкции общественного развития [10].

Характеристики собственности, а именно они определяют ее ключевую роль («ядро») в экономике, наиболее полно раскрываются в фазе ее активизации и фокусируются в трех функциональных группах, которые отражают ее свойства в трехмерной системе координат: собственно экономические, политические и идеологические. Их математическое выражение представляет собой сумму определяющих свойств каждой отдельной составляющей в ситуационной доминанте:

$$\text{СА} = f(p1 \ldots . pn) + f(e1 \ldots . en) + f(c1 \ldots . cn),$$

где fp – определяющая величина свойств функций политических от 1 до n;
fe – определяющая величина свойств функций строго экономических от 1 до n;
fc – определяющая величина свойств функций идеологических от 1 до n.

К аргументам свойств функций политических можно отнести обеспечение институционально-правовой основы деятельности экономических субъектов, ликвидацию негативных эффектов рыночного поведения, разработку и реализацию целесообразного хозяйственного законодательства, ценовое регулирование, региональную и отраслевую сегментацию, индикативное планирование, поддержку отечественного товаропроизводителя, защиту национального рынка и т.д. К аргументам свойств функций экономических можно отнести различные формы государственного безвозмездного финансирования, рычаги денежно-кредитной, налоговой, амортизационной, валютной и внешнеэкономической политики, поддержка конкурентной среды, развитие НТП [5] и его отраслевых сегментов, адекватная инновационная политика и т.д. Соответственно, к аргументации свойств функций идеологических можно отнести доминирующие в обществе духовно-нравственные ценности, нормы морали и принципы хозяйственного поведения правящей в государстве группы, традиций хозяйственного поведения в обществе и их историческая преемственность, соответствие правовых норм (в том числе правомочий собственности) принципам обществен-

ной морали, уровень общеобразовательной и профессиональной подготовки кадров, социальная защищенность и т.д.

В своей пассивной фазе, как элемент материального и в необходимой степени духовного мира (в том числе ценности), собственность неотторжима от первоисточника или правовладельца и содержит в себе функции строго естественно-эволюционного характера:

$$Сп = f(d1 \ldots . dn),$$

где $d1$ – аргументы величины свойств функций физико-химических;
$d2$ – аргументы величины свойств функций биологических;
$d3$ – аргументы величины свойств функций пространственно-временного характера;
$d4$ – аргументы величины свойств функций морально-этических и эстетических.

Иными словами, в результирующей фазе мы можем обозначить, что развитие собственности есть величина разности потенциалов функций активизированной собственности СА к потенциалу свойств функций в естественно-эволюционном состоянии или к предыдущему уровню активизации Сп, превышающему в заданном исчислении величину измерения положительного значения:

$$Рс = СА – Сп > 1.$$

Развитие собственности в современном мире, соответственно и системная трансформация отношении собственности вместе со сменой всей совокупности присущих ей институтов, как правило, сопровождается радикальным преобразованием социальной структуры общества, означающим изменение социального статуса практически каждого члена общества. По своим отправным характеристикам это процесс достаточно сложный и небезболезненный, как, впрочем, и любая институциональная трансформация системы экономических отношений, и чтобы не допустить ситуационной остроты социальной конфликтности современное государство должно обладать эффективным инструментарием регулирования как морального (убеждением), так и правоприменительного (в том числе и принудительного) свойства. Последнее впрочем, возможно только при наличии кредита общественного доверия к экономическим институтам государства, а в условиях российской действительности – при высоком авторитете общенационального лидера или организации политического лидерства.

Список литературы

1. Губанов С.А. Эволюция отношений собственности: форма-содержание / С.А. Губанов. // Экономист. – 2014. – № 2. – 244 с.

2. Кант И. Метафизика нравов / И. Кант, ред. Л.С. Крайнов. – М.: Дрофа, Немецкая классическая философия: в 2 т., 2011. – Т. 1. – 679 с.

3. Комаева Л.Э. Подходы к управлению развитием организации в нестабильной внешней среде / Л.Э. Комаева // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6–2 (59–2). – С. 861–865.

4. Маркс К. Капитал / К. Маркс, ред. А.В. Павлова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2010. – Т. 1. – 613 с.

5. Мизес фон Л. Бюрократия. Запланированный хаос. Антикапиталистическая ментальность. / Мизес фон Л., пер. с англ. С.Н. Шаховской, под общ. ред. А.Л. Никифоровой. – М.: Инфра, 2011. – 427 с.

6. Мизес фон Л. Социализм. Экономический и социологический анализ / Мизес фон Л., пер. с англ. С.Н. Шаховской., под общ. ред. А.Л. Никифоровой. – М.: Инфра, 2011. – 567 с.

7. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит, пер. с англ. Н.А. Насонова., под общ. ред. Л.С. Волковой. – М.: Эксмо, 2010. – 532 с.

8. Эрроу Дж. Расширение базовых теорий классической экономики благосостояния. / Дж. Эрроу. пер. с анг. И.Ю. Поплавской, науч. ред. Л.М. Епифанцевой. – М.: Инфра-М: 2012. – 389 с.

9. Яковлев А.А. Российские корпорация: модели поведения в условиях кризиса / А.А. Яковлев, Ю.В. Симачев. – М.: Дрофа 2009. – 159 с.

10. Яковлева Я.П. Роль собственности в жизни личности и ее место в обществ / Я.П. Яковлева. – Тамбов, 2013. – 457 с.

УДК 330.43:338.43

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМОВ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ НА РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЕЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Касимова Т.М., Гасанова Н.Р.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: taisa.kasimova@mail.ru

Сельское хозяйство – отрасль экономики, от развития которой зависит продовольственная безопасность страны. Целью настоящего исследования является выявление тенденций развития сельского хозяйства, а также влияния инвестиций на объем производства сельскохозяйственной продукции в регионе. Рассчитаны прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства на основе линейной модели временного ряда (инерционный сценарий) и модели ряда динамики, позволяющей учитывать в прогнозных расчетах влияние инвестиций. Но, так как на объем валовой продукции сельского хозяйства текущего периода оказывают влияние инвестиции, сделанные в предшествующие моменты времени, выявлена целесообразность построения моделей с распределенным лагом – моделей временных рядов факторных переменных, сдвинутых на один или более моментов времени. Рассчитаны мультипликаторы, относительные коэффициенты, средний лаг моделей с распределенным лагом.

Ключевые слова: прогноз, анализ временных рядов, модели рядов динамики, модели с распределенным лагом, статистические характеристики эконометрических моделей, мультипликатор, Республика Дагестан, сельское хозяйство

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE VOLUMES OF FINANCIAL RESOURCES UNDER THE IMPLEMENTATION OF STATE PROGRAMS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE AND ITS FORECASTING WITH THE MODELS OF TIME SERIES

Kasimova T.M., Gasanova N.R.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: taisa.kasimova@mail.ru

Agriculture is a branch of the economy, the development of which depends on the country's food security. The purpose of the real research is detection of tendencies of development of agriculture and also influence of investments on the output of agricultural production in the region. Expected values of gross output of agriculture on the basis of the linear model of a time series (the inertial scenario) and models of a row of dynamics allowing to consider influence of investments in expected calculations are calculated. But, as the investments made in prior timepoints exert impact on the volume of gross output of agriculture of the current period feasibility of creation of models with the distributed log – models of time series of factor variables, shifted on one or more timepoints is revealed. Multiplicators, the relative coefficients, an average log of models with the distributed log are calculated.

Keywords: forecast, time series analysis, dynamics series models, distributed lag models, statistical characteristics of econometric models, multiplier, Dagestan Republic, agriculture

Поддержка агропромышленного комплекса Республики Дагестан в настоящее время осуществляется в рамках Государственной программы РД «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2014–2020 годы» (далее Программа). Она предусматривает комплексное развитие всех сфер деятельности агропромышленного комплекса.

Важным инструментом государственного регулирования агропродовольственного сектора экономики страны является экономический прогноз.

Целью настоящего исследования является выявление тенденций развития сельского хозяйства, а также влияния инвестиций (выделяемых в рамках Программы) на объем производства сельскохозяйственной продукции в республике.

В основу исследования взята информация о валовой продукции сельского хозяйства Республики Дагестан за период с 2000 по 2016 гг. В табл. 1 представлены фактические значения объема продукции сельского хозяйства Республики Дагестан за период с 2000 по 2016 гг. и цепные темпы роста этого показателя.

В табл. 1 темпы роста показывают, сколько процентов составляет последующий уровень ряда по сравнению с предыдущим. Наибольший темп роста достигнут в 2001 г.

При прогнозировании с помощью трендовых моделей осуществляется экстраполирование прогнозируемых уровней временного ряда путем продления прошлого тренда. Такой сценарий называют инерционным [1, 2].

Таблица 1

Объем продукции сельского хозяйства Республики Дагестан за период с 2000 по 2016 гг. и темпы его роста

Год	*y*, млн руб.	темп роста, %	Год	*y*, млн руб.	темп роста, %
2000	8198,6		2009	45189,3	110
2001	13048,9	159	2010	49424,1	109
2002	16769,0	129	2011	56900,0	115
2003	19428,0	116	2012	64871,8	114
2004	21841,0	112	2013	77071,3	119
2005	25633,0	117	2014	86495,7	112
2006	29381,9	115	2015	99336	115
2007	34643,9	118	2016	112500,0	113
2008	40901,8	118			



Рис. 1. Некоторые статистические характеристики линейного тренда валовой продукции сельского хозяйства РД, построенного по данным за 2008–2016 гг.

Из предположения, что тенденция ряда может быть описана линейной моделью, получается модель следующего вида:

$$y = 25036,6 + 9052,5t, \qquad (1)$$

где y – объем валовой продукции сельского хозяйства, млн руб., t – фактор времени.

Оценим качество построенной модели с помощью основных статистических характеристик. Некоторые из них представлены на рис. 1.

Для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии рассчитываются t-критерий Стьюдента и доверительные интервалы каждого из показателей (см. табл. 2). Выдвигается гипотеза H_0 о случайной природе показателей, т.е. о незначимом их отличии от нуля [3, 4].

Табличное значение (уровень значимости $a = 0,05$ и число степеней свободы $df = 7$) t-критерия Стьюдента $t_{табл} = 2,3$. Согласно табл. 2 $t_{факт} > t_{табл}$ для каждого параметра, что свидетельствует об их статистической значимости.

Следовательно, модель (1) можно использовать для прогнозирования.

В табл. 3 представлены прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства, средняя стандартная ошибка и доверительные интервалы для прогноза на 2017–2020 гг. Графически это выглядит следующим образом (рис. 2).

Модели временных рядов показательного, степенного, гиперболического и параболического видов имеют следующий вид соответственно:

$$y = 34573,8 * 1,1^t, \qquad (2)$$

$$y = 34170,8 * t^{0,5}, \qquad (3)$$

$$y = 90391,6 - \frac{63922,5}{t}, \qquad (4)$$

$$y = 37826,7 + 2076,1t + 697,6 * t^2, \qquad (5)$$

где y – объем валовой продукции сельского хозяйства, млн руб., t – фактор времени.

Таблица 2

Некоторые характеристики для оценки статистической значимости параметров линейного тренда валовой продукции сельского хозяйства РД, построенного по данным за 2008–2016 гг.

параметры	значения	стандартная ошибка	t-статистика	нижняя граница	верхняя граница
a	25036,6	3417,4	7,3	16955,8	33117,4
b	9052,5	607,3	14,9	7616,5	10488,4

Таблица 3

Прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства РД (млн руб.), средняя стандартная ошибка и доверительные интервалы, полученные по линейному тренду по данным за 2008–2016 гг.

период	ошибка прогноза	прогноз	нижняя граница	верхняя граница
2017	3412,6	115561,2	108394,8	122727,6
2018	3487,4	124613,6	117290,1	131937,2
2019	3608,7	133666,1	126087,9	141244,3
2020	3771,9	142718,5	134797,6	150639,5

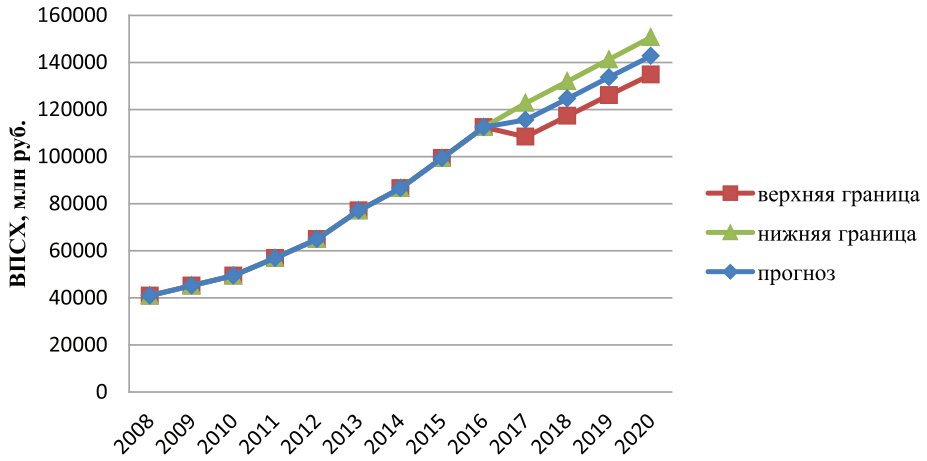


Рис. 2. Валовая продукция сельского хозяйства фактически (2008–2016 гг.) и ее прогнозные значения до 2020 года, полученные с помощью линейного тренда, млн руб.

Основные статистические характеристики моделей (2)–(5) представлены в табл. 4.

Таблица 4

Основные статистические характеристики моделей временных рядов различных видов для валовой продукции сельского хозяйства

	показ.	степ.	гип.	параб.
R^2	0,9	0,8	0,5	0,9
F	1685,6	51,1	7,7	3047,8
t_a	19322,6	331867,9	9,5	32,6
t_b	358,4	7,1	2,8	3,9
t_{b2}	–	–	–	13,4
A	1,8	26,0	23,0	10,1

Согласно табл. 4 значение индекса детерминации близко к 1, кроме модели гиперболического вида, для которой он показывает умеренную зависимость. Статистическая значимость параметров и самих уравнений подтверждают значения критериев Фишера и Стьюдента. Допустимое значение средней ошибки аппроксимации имеют модели показательного и параболического видов. Следовательно, рассчитаны прогнозные значения результативного показатели по соответствующим моделям (2) и (5). Представлены они в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что прогнозы по моделям (2) и (5) отличаются незначительно. Графики изменения этих значений представлены на рис. 3.

Таблица 5

Прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства РД (млн руб.), полученные по моделям временных рядов по данным за 2008–2016 гг.

	показ.	параб.
2017	127557,1	128351,3
2018	145345,1	145077,8
2019	165613,6	163199,6
2020	188708,6	182716,7

Для того чтобы учесть влияние различных факторов, используется корреляционно-регрессионный метод. Зависимость валовой продукции сельского хозяйства от инвестиций (объемы финансовых ресурсов для реализации Программ) имеет следующий вид:

$$y_t = 44723{,}7 + 1{,}8x_t, \qquad (6)$$

где y_t – объем валовой продукции сельского хозяйства, млн руб., x_t – инвестиции в сельское хозяйство, млн руб., t – фактор времени. Индекс детерминации $R^2 = 0{,}8$.

Модель рядов динамики (6) позволит определить, как изменится объем валовой продукции сельского хозяйства РД в зависимости от прогнозных оценок объемов финансовых ресурсов на 2017–2020 гг., предусмотренных в Программе (см. табл. 6).

На рис. 3 представлены графики изменения результативного показателя фактически и его прогнозных значений до 2020 г., полученных по моделям (1), (2), (5) и (6).

Судя по рис. 3, прогнозы ВПСХ, рассчитанные по модели рядов динамики имеют отрицательную тенденцию. Это может быть связано с тем, что на объем валовой продукции сельского хозяйства текущего периода оказывают влияние инвестиции, сделанные в предшествующие моменты времени. Таким образом, прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства, представленные в табл. 6, нужно считать некорректными. Следовательно, необходимо построить модели, содержащие не только текущие, но и лаговые значения показателя объемов финансовых ресурсов.

«Величину, характеризующую запаздывание в воздействии фактора на результат, называют лагом. А временные ряды самих факторных переменных, сдвинутые на один или более моментов времени, – лаговыми переменными» [4, 5].

Таблица 6

Прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства РД (млн руб.), полученные по модели рядов динамики по данным за 2008–2016 гг.

	Прогнозная оценка x_t (млн руб.)	Прогноз ВПСХ
2017	26370,0	92338,2
2018	24586,9	89118,6
2019	23499,3	87154,8
2020	23151,5	86526,8

Это требует решения обратного типа задач, т.е. задач, определяющих, какое воздействие окажут значения управляемых переменных текущего периода на будущие значения экономических показателей.

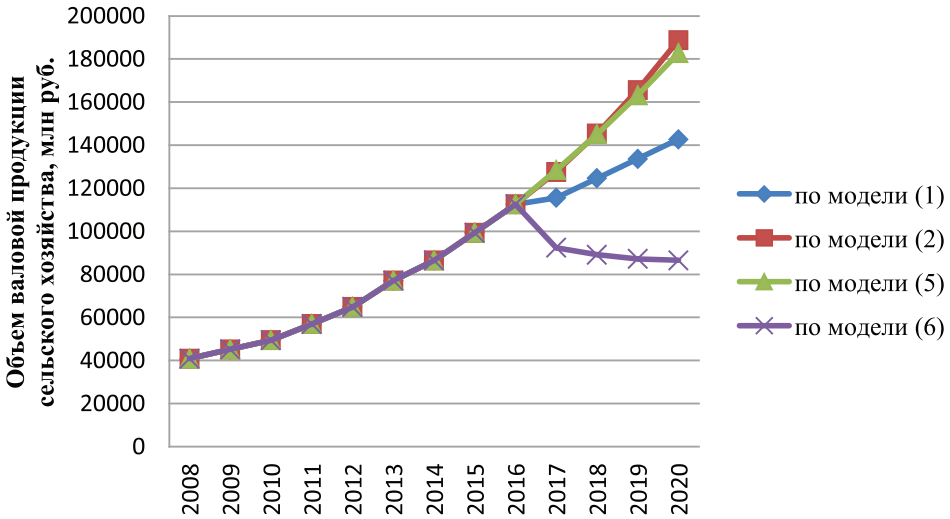


Рис. 3. Валовая продукция сельского хозяйства фактически (2008–2016 гг.) и ее прогнозные значения до 2020 г., полученные с помощью различных моделей, млн руб.

По результатам изучения зависимости объема валовой продукции сельского хозяйства от инвестиций получены следующие модели с распределенным лагом:

$$y = 47516{,}687 + 0{,}914x_t + 0{,}978x_{t\text{-}1}, \quad (7)$$

$$y = 50128{,}403 + 0{,}854x_t + 0{,}355x_{t\text{-}1} + 0{,}818x_{t\text{-}2}, \quad (8)$$

где y_t – объем валовой продукции сельского хозяйства, млн руб., x_t, x_{t-1} и x_{t-2} – инвестиции в сельское хозяйство (млн руб.) в периоды t, $t-1$ и $t-2$ соответственно. Индексы детерминации R^2 для моделей (7) и (8) равны 0,89 и 0,95 соответственно. Значения критерия Фишера составили 21,9 и 17,8 соответственно, что превышает табличные значения.

Статистическую оценку значимости коэффициентов регрессии можно провести с помощью табл. 7.

Согласно табл. 7 значение t-критерия Стьюдента свидетельствует о статистической незначимости параметра модели (8) – b_2.

В модели (7) краткосрочный мультипликатор равен 0,914. Это означает, что увеличение инвестиций на 1 млн руб. ведет в среднем к росту объема валовой продукции сельского хозяйства на 0,914 млн руб. (914 тыс. руб.) в том же периоде. Долгосрочный мультипликатор этой модели $b = 0{,}914 + 0{,}978 = 1{,}892$, т.е. увеличение инвестиций в сельское хозяйство в настоящий момент времени приведет к общему росту объема валовой продукции через год на 1,9 млн руб.

Относительные коэффициенты регрессии в этой модели равны

$$\beta_1 = \frac{0{,}914}{1{,}892} = 0{,}48 \text{ и } \beta_2 = \frac{0{,}978}{1{,}892} = 0{,}52 .$$

Следовательно, половина увеличения объема валовой продукции, вызванного ростом инвестиций в сельское хозяйство, происходит в текущем моменте времени; другая половина – в момент $t+1$.

В случае использования модели (8) краткосрочный мультипликатор равен 0,854, долгосрочный – 2. Относительные коэффициенты регрессии $\beta_1 = 0{,}42$, $\beta_2 = 0{,}18$, $\beta_1 = 0{,}40$.

Следовательно, 42% общего увеличения объема валовой продукции, вызванного ростом инвестиций в сельское хозяйство, происходит в текущем моменте времени; 18% – в момент $t+1$ и 40% – в момент $t+2$. При этом средний лаг равен 0,98 мес. – средний период, в течение которого будет происходить изменение объема валовой продукции сельского хозяйства под воздействием изменения объемов финансовых ресурсов в момент времени t.

В табл. 8 представлены прогнозные значения результативного показателя, полученные с помощью моделей (7) и (8) в соответствии с прогнозными оценками значений финансовых ресурсов в 2017 и 2018 гг., представленными в Программе.

Для сравнения на рис. 4 представлены графики изменения прогнозных значений валовой продукции сельского хозяйства, полученные по различным моделям.

Таблица 7

Некоторые характеристики для оценки статистической значимости параметров моделей с распределенным лагом (7) и (8), построенных по данным за 2008–2016 гг.

параметры	значения		стандартная ошибка		t-статистика	
	(7)	(8)	(7)	(8)	(7)	(8)
a	47516,687	50128,403	5328,055	5040,992	8,918	9,944
b_1	0,914	0,854	0,493	0,414	1,855	2,063
b_2	0,979	0,356	0,506	0,546	1,935	0,651
b_3	–	0,818	–	0,467	–	1,751

Таблица 8

Прогнозные значения валовой продукции сельского хозяйства РД, полученные по моделям с распределенным лагом (7) и (8) по данным за 2008–2016 гг., млн руб.

	Прогнозная оценка фактора			Прогнозные значения ВПСХ	
	x_t	x_{t-1}	x_{t-2} для (8)	(7)	(8)
2017	26370,0	27881,5	29697,4	98895,2	105595,8
2018	24586,9	26370,0	27881,5	95786,9	100936,4

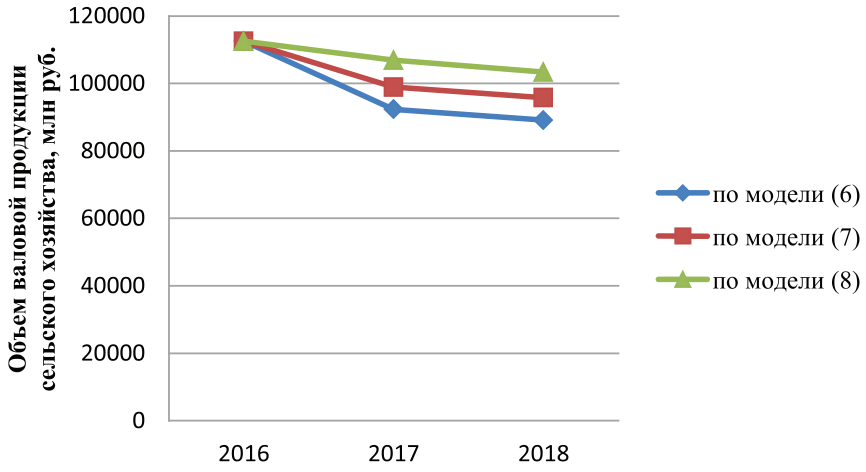


Рис. 4. Графики изменения прогнозных значений валовой продукции сельского хозяйства относительно фактического значения за 2016 г., полученные по различным моделям

Согласно рис. 4, прогнозные значения объема продукции сельского хозяйства на 2017 и 2018 гг., полученные по моделям (6), (7) и (8), ниже фактического значения, достигнутого в 2016 г.

Проблема выбора оптимальной величины является спецификой моделей с распределенным лагом. В настоящем исследовании построены такие модели двух видов: с одним и двумя. В обоих случаях, согласно табл. 8, прогнозы на следующие два года показывают снижение результативного показателя по сравнению с фактическими значениями. Прогнозы по моделям (2) и (5) оптимистичны (см. рис. 3).

Список литературы

1. Касимова Т.М., Гаджикурбанов З.Н. Прогнозирование показателей производства винограда с помощью моделей рядов динамики // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 4–1. – С. 146–150.

2. Нечаев В., Васильева Н., Резниченко С., Кравченко Н. Сценарии развития аграрного сектора Краснодарского края на среднесрочную перспективу // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 5. – С. 58–65.

3. Адамадзиев К.Р., Ахмедов А.С. Прогнозирование экономических показателей регионов методами моделирования // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10–2. – С. 330–335.

4. Елисеева И.И. Эконометрика. Учебник для магистров. – М.: Проспект, 2012. – 288 с.

5. Эконометрика: учебник / Под ред. В.С. Мхитаряна. – М.: Проспект, 2009. – 384 с.

УДК 332.234.4:631.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Клипина Е.А.

ФГБНУ «Научно исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, e-mail: Klipinaelenaa@gmail.com

Практическая значимость осуществленного исследования заключается в том, что результаты могут использоваться в практике регионального управления в областях ПФО РФ. Рассмотрено управление землями сельскохозяйственного назначения (на примере Белгородской, Пензенской, Самарской, Саратовской областей). Выявлена зависимость управленческих организационных структур от косвенных показателей управления землями сельскохозяйственного назначения в регионах. При этом установлено, что наиболее адаптированы к рыночным условиям области в структуре органов управления, где, как правило, функционируют отделы: оборота земель сельскохозяйственного назначения и сектора по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения. Во всех исследуемых регионах отсутствует отдел по совершенствованию системы управления землями сельскохозяйственного назначения. Сравнивая функции по управлению землями сельскохозяйственного назначения с результатами работы госслужащих этих органов, можно сделать вывод о нехватке специалистов в региональном управлении. Доработанные организационные структуры регионального управления могут стать дополнительным фактором успешной реализации мероприятий, предусмотренных Государственной программой развития сельского хозяйства до 2020 г.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, организационная структура, показатели

THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT SYSTEMS OF REGIONAL MANAGEMENT OF AGRICULTURAL LAND

Klipina E.A.

Federal state budgetary scientific institution «Scientific Research Institute of Agriculture of South – East», Saratov, e-mail: Klipinaelenaa@gmail.com

The practical significance of conducted research is that the results can be used in the practice of regional management in the areas of the Volga Federal district of the Russian Federation. How to control the agricultural lands (on the example of Belgorod, Penza, Samara, Saratov regions). Dependence management organizational structures from indirect measures of control of agricultural land in the regions. It was found that the most adapted to market conditions of the region in management structure, where typically operate the following departments: circulation of agricultural land and sector monitoring of agricultural lands. In all the regions studied is no division for the improvement of management of agricultural land. Comparing functions on management of agricultural land the results of the work of civil servants of these bodies, we can conclude about the lack of specialists in the regional office. Modified the organizational structure of the regional administration can become an additional factor in the successful implementation of activities under the State program of development of agriculture until 2020.

Keywords: agricultural land, organizational structure, performance

В условия реформирования аграрной экономики до 2020 г. большинство регионов функционируют в сложных социально-экономических условиях. Анализируя их прямые и косвенные показатели, влияющие на эффективность управления землями сельскохозяйственного назначения, нельзя не учитывать количество подпрограмм, влияющих на принятия эффективность управленческих решений в исследуемых регионах.

По мнению некоторых авторов, эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения показывает степень умения хозяйствовать на них [1 с. 44].

Рассмотрим модель прямых и косвенных показателей влияющих на эффективность регионального управления землями сельскохозяйственного назначения.

Определим влияние на систему управления землями сельскохозяйственного назначения и экономическую деятельность региона, с помощью основных прямых показателей, к которым относятся: изменение посевных площадей в хозяйствах всех категорий; ежегодные поступления средств в бюджет региона; возмещение потерь и убытков сельскохозяйственного производства. К косвенным показателям отнесем: наличие региональных подпрограмм по землям сельскохозяйственного назначения; расходы на землеустроительные и кадастровые работы; административно-управленческие расходы; расходы на содержание государственной и муниципальной собственности; внедрение инноваций по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения.

Методы управления в исследуемых регионах смешанные – соблюдение земельного законодательства РФ и региональных подпрограммам, в разных регионах их количество разное.



Прямые и косвенные показатели региона. Источник: Составлено автором

Лидирует Белгородская область по реализации подпрограмм по следующим видам работ: обеспечение контроля по выполнению всеми землепользователями обязательств по повышению плодородия почв, борьбе с эрозией, посадке защитных лесонасаждений, создание в сельскохозяйственных предприятиях научно обоснованных систем земледелия, использование и охраны земель (рисунок).

Для формирования на территории регионов целостной системы управления землями сельскохозяйственного назначения Белгородская область предлагает увеличить государственную долю в структуре земель сельскохозяйственного назначения.

Министерство сельского хозяйства Саратовской области, совместно с ГБУ СО «ИКС АПК Саратовской области», с Саратовским аграрным университетом и администрациями муниципальных районов области предлагает провести работу по созданию экспертных баз данных агропромышленного комплекса. Это поможет с решением задач по региональному мониторингу земель сельскохозяйственного назначения.

Министерство сельского хозяйства Пензенской области для эффективности работы по вводу неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот предлагает создать информационную систему до 2020 г. посредством модернизации Федеральной государственной информационной системы «Функциональная подсистема «Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения» (табл. 1).

Система мониторинга позволит получать актуальную и достоверную информацию о землях сельскохозяйственного назначения, включая информацию о местоположении, состоянии и фактическом использовании таких земель.

Таблица 1

Характеристика регионального управления по землям сельскохозяйственного назначения

Критерии	Белгородская	Самарская	Пензенская	Саратовская
	Область			
Внедрение инноваций по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения	Бесплатное приложение для мобильного устройства «Народный дозор», ООО «ЦентрПрограммСистем»	Спутниковый мониторинг за состоянием и использованием земель сельскохозяйственного назначения	Концепция развития мониторинга земель сельскохозяйственного назначения	Концепция развития агропромышленного комплекса
Программы по использованию и улучшению малопродуктивных земель	Закон «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 23.07.2001 № 157 **Ответственные:** Областная Дума, Областная администрация, органы местного самоуправления	Областная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Самарской области на период до 2020 года» **Ответственные:** Министерство сельского хозяйства и продовольствия и Министерство экономического развития, инвестиций и торговли	Рекомендации по предупреждению и устранению последствий негативных процессов **Ответственные:** Управления Росреестра, ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Пензенский» Территориальным Управлением Федерального агентства по управлению федеральным имуществом Департаментом государственного имущества	Закон Саратовской области от 21 мая 2004 г. № 23-ЗСО «О земле» **Ответственные:** Министерство сельского хозяйства
Стимулирование охраны земель: (выделение средств и т.д.)	Доклад о состоянии и использовании земель	Доклад о состоянии и использовании земель	Доклад о состоянии и использовании земель	Доклад о состоянии и использовании земель
Компенсационные программы (общее количество)	8	4	4	4
Предложения по эффективности системы управления землями сельскохозяйственного назначения	Увеличение государственной доли в структуре земель сельскохозяйственного назначения	Расширение ресурсной базы муниципалитетов с помощью муниципальных органов управления, взаимодействия органов власти	Создание информационной системы: «Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения»	Использование ГИС-технологий и формирование экспертных баз данных агропромышленного комплекса в муниципальных районах области

Источник: Составлено автором.

В Самарской области реализуется целый комплекс мер, направленных на повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения органами местного самоуправления, которые должны создать все условия для расширения ресурсной базы муниципалитетов. В процессе этой работы необходимо обеспечить конструктивное взаимодействие органов власти всех уровней, федеральных органов государственного земельного контроля и прокуратуры.

В осуществлении государственного земельного надзора в Белгородской, Самарской, Пензенской, Саратовской областях, используются сведения государственного земельного кадастра, мониторинга земель, государственного фонда данных, полученных в результате землеустройства, иные сведения, проводятся обмеры земельных участков, фотосъемка, иные действия, предусмотренные законодательством Российской Федерации [2 п. 3.3.1].

В регионах данными функциями наделены территориальные органы Россельхознадзора, Росреестра, Росимущества, ежегодно готовящие Доклад о состоянии и использовании земель в регионе [3].

После проведенных операций аналитически обработанная информация загружается в базу данных, и создаются рекомендации информационного управления землями сельскохозяйственного назначения, направленные на оценку эффективности в предотвращении выбытия из хозяйственного оборота земель сельскохозяйственного назначения и повышении почвенного плодородия в результате соответствующих мероприятий.

На территории Белгородской области разработано и внедрено компанией ООО «ЦентрПрограммСистем» бесплатное приложение «Народный дозор», которое устанавливается на мобильное устройство, помогает документировать в виде фотографий с координатной привязкой на местности состояние земель и посевов, для участников агломерации. Сделанные фотографии автоматически по сети Интернет поступают в базу данных Геоаналитического центра и отображаются на электронной карте района в виде условных знаков, показывая проблемные участки, требующие принятия решения (составление обращения в надзорный орган или выезд специалиста администрации). В перспективе любой гражданин может загрузить мобильное приложение на устройство и информировать администрацию о нарушениях существующего природоохранного законодательства [4].

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Самарской области провело работу по внедрению геоинформационной системы (ГИС АПК), которая позволяет с помощью космических и информационных технологий контролировать ситуацию с использованием земель сельскохозяйственного назначения на территории муниципальных районов области. В настоящее время функциональные возможности системы позволяют определять реальные границы посевов и выявлять неиспользуемые земли, что позволит более эффективно осуществлять муниципальный земельный контроль [5].

Министерством сельского хозяйства Пензенской области была разработана Концепция развития мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и формирования информационных ресурсов об этих землях.

Внедрение концепции позволит получить достоверную объективную информацию о плодородии почв, состоянии и использовании сельскохозяйственных земель, поможет координировать проводимые федеральными и областными органами исполнительной власти работы по осуществлению мониторинга сельскохозяйственных земель, обеспечить эффективное использование средств федерального и областного бюджета, выделяемых органам исполнительной власти на эти цели [6].

Министерство сельского хозяйства Саратовской области разработало Концепцию развития агропромышленного комплекса. Реализация концепции в рамках областных проблем поможет принимать научные программы, ориентированные на получение конкретных производственных результатов, расширение прикладных исследований, рост финансового обеспечения научных разработок со стороны аграрных предприятий [7].

Компенсационные программы для собственников в регионах также делятся на полные или частичные. В Белгородской области направление государственной поддержки состоит из восьми программ: субсидии областного бюджета для финансирования мероприятий по созданию системы государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, поддержки сельскохозяйственной науки и подготовки кадров, субсидии из областного бюджета на компенсацию части стоимости созданных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств в области, по предоставлению субвенций из областного бюджета бюджетам муниципальных образований для финансового обе-

спечения переданных полномочий органам местного самоуправления по поддержке сельскохозяйственного производства, финансирование расходов по поддержанию почвенного плодородия за счет средств областного бюджета, возмещение транспортных расходов по перевозке мелиорантов для известкования кислых почв, субсидии из областного бюджета на развитие консультационной помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям [8].

На основании Постановления Правительства Саратовской области от 19 февраля 2013 г. № 73-П компенсационная поддержка состоит из программ: «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области» на 2013–2020 годы», «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния Саратовской области» с дополнениями, подпрограмма «Поддержка малых форм хозяйствования» на 2013–2020 годы, подпрограмма «Техническая и технологическая модернизация, научно-инновационное развитие» на 2013–2020 годы [9].

В Самарской области разработаны методические рекомендации по расчету стоимости компенсации убытков сельскохозяйственного производства и упущенной выгоды для собственников земельных участков, землепользователей, арендаторов при временном занятии земельных участков для несельскохозяйственных нужд на землях сельскохозяйственного назначения [10].

Компенсационные программы в Пензенской области регламентированы постановлениями: (пп. 1.2 в ред. Постановления Правительства Пензенской обл. от 28.02.2011 № 114-пП). Порядок предоставления субсидий на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, и займам, полученным в сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативах; (в ред. Постановлений Правительства Пензенской обл. от 15.04.2010 № 222-пП, от 28.02.2011 № 114-пП). Порядок предоставления субсидий на компенсацию части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей по страхованию урожая сельскохозяйственных культур, урожая многолетних насаждений и посадок многолетних насаждений. (пп. 1.4 в ред. Постановления Правительства Пензенской обл. от 01.03.2012 № 128-пП) Порядок предоставления субсидий на компенсацию сельскохозяйственным товаропроизводителям части затрат на приобретение средств химизации. (пп. 1.5 введен Постановлением Правительства Пензенской обл. от 28.06.2010 № 369-пП; в ред. Постановления Правительства Пензенской обл. от 16.06.2011 № 373-пП). Порядок предоставления субсидий на возмещение части затрат крестьянских (фермерских) хозяйств, включая индивидуальных предпринимателей, при оформлении в собственность используемых ими земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения (пп. 1.8 введен Постановлением Правительства Пензенской обл. от 10.01.2012 № 2-пП) [11].

В исследуемых регионах наблюдается значительное различие в численности госслужащих по управлению землями сельскохозяйственного назначения. Так аппарат управления Самарской, Пензенской областей составил 56–58 человек, департамент Белгородской области – 5 человек, Саратовской области соответственно – 15 человек (табл. 2).

Исследованиями в данной работе установлено, что структура управления землями сельскохозяйственного назначения в Белгородской области состоит из следующих блоков: а) управление государственными землями, б) учет государственных земель и кадастровой работы, в) оборота земель сельскохозяйственного назначения; в Пензенской области – управление мониторинга эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения; в Самарской области – управление земельно-имущественных отношений и развития сельскохозяйственной территории; в Саратовской области а) информационно-консультационной потребности; б) развитие отрасли растениеводства, земельных отношений, технической политики, мелиорации и социального обустройства села.

При этом установлено, что к рыночным условиям адаптированы следующие структуры управления землями сельскохозяйственного назначения Белгородской и Пензенской областей, в которых функционируют отделы: оборота земель сельскохозяйственного назначения и сектор по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения [13].

Исследования эффективности различных систем регионального управления землями сельскохозяйственного назначения показали:

а) управленческие структуры Самарской, Саратовской, Пензенской областей нуждаются в организационно-управленческом усовершенствовании;

б) во всех исследуемых регионах отсутствует отдел по совершенствованию системы управления землями сельскохозяйственного назначения;

Таблица 2

Сводная таблица численности сотрудников в региональных структурах управления землями сельскохозяйственного назначения в исследуемых регионах

Регион	Посевная площадь в хозяйствах всех категорий, тыс. га		Количество муниципальных районов	Количество К(Ф)Х	Количество сельскохозяйственных организаций	Название отраслевого органа	Численность работающих в отраслевом органе гос. власти
	2005 г.	на 2015 г.					
Белгородская область	1287,5	1440,9	19	1492	289	Департамент имущественных и земельных отношений	5
Пензенская область	733,9	549,4	27	1219	503	Министерство сельского хозяйства	56
Самарская область	1241,3	1103,7	26	1951	559	Министерство сельского хозяйства и продовольствия	58
Саратовская область	2495,1	2136,2	38	3860	833	Управление развития отрасли растениеводства, земельных отношений, технической политики, мелиорации и социального обустройства села	15

И с т о ч н и к : Составлено автором из Доклада о состоянии и использовании земель в регионе [12].

в) эти усовершенствования должны базироваться на опыте Белгородской, Пензенской областей;

г) увеличение косвенных показателей, а именно субсидирование в Самарской, Саратовской и Пензенской областях таких подпрограмм, как поддержка региональной науки, подготовка кадров, консультационные потребности, в Белгородской области – субсидирование убытков сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Зверева Г.Н. Эффективное использование земель сельскохозяйственного назначения: монография / Г.Н. Зверева, Ю.С. Глушко. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – 108 с.

2. Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области [Электронный ресурс]. – URL: https://rosreestr.ru/upload/to/belgorodskaya-oblast/doc2014.doc (дата обращения: 22.08.2017).

3. Доклад о состоянии и использовании земель в Пензенской области в 2015 году [Электронный ресурс]. – URL: https://rosreestr.ru/upload/to/penzenskaya-oblast/kadastrovaya-otsenka/ДОКЛАД_Пензенская%20область_2015.doc (дата обращения: 24.08.2017).

4. Доклад о состоянии и использовании земель Саратовской области в 2015 году [Электронный ресурс]. – URL: https://rosreestr.ru/upload/to/saratovskaya-oblast/Волкова/РЕГ.%20ДОКЛАД-2015г%20СВОД.doc (дата обращения: 24.08.2017).

5. Журнал – Волжская коммуна // Спасение пашни [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vkonline.ru/content/view/56824/spasenie-pashni (дата обращения: 24.08.2017).

6. Официальный портал Правительства Пензенской области [Электронный ресурс]. – URL: http://pnzreg.ru (дата обращения: 24.08.2017).

7. Министерство сельского хозяйства Саратовской области // Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года. – Саратов, 2011. – 95 с.

8. Информационный справочник о мерах и направлениях государственной поддержки агропромышленного комплекса Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gp.specagro.ru/region/ (дата обращения 22.08.2017).

9. Правительство Саратовской области Постановление от 19 февраля 2013 г. № 73-П «Об утверждении Положения о предоставлении в 2013 году субсидий из областного бюджета на государственную поддержку сельского хозяйства», 72 с.

10. Официальный сайт Министерства сельского хозяйств и продовольствия Самарской области [Электронный ресурс]. – URL: http://mcx.samregion.ru/apk/zio/ (дата обращения: 25.08.2017).

11. Правительство Пензенской области Постановление от 2 апреля 2009 г. N 245-пП О порядке предоставления субсидий на реализацию мероприятий государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [Электронный ресурс]. – URL: http:gp.specagro.ru (дата обращения: 24.08.2017).

12. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). Доклад о состояние и использовании земель в регионе [Электронный ресурс]. – URL:https://rosreestr.ru/ (дата обращения: 25.08.2017).

13. Белгородская область в цифрах. 2016. Краткий статистический сборник [Электронный ресурс]. – URL: belg.gks.ru, (дата обращени: 24.08.2017).

УДК 332.1(571.17)

АГЛОМЕРАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА

[1]Косинский П.Д., [2]Меркурьев В.В., [3]Харитонов А.В.

[1]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», Кемерово, e-mail: krishtof1948@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», Кемерово, e-mail: merkurev_vladimir@mail.ru;

[3]Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства СФНЦА РАН, Новосибирск, e-mail: Al.kharytonov@mail.ru

Работа посвящена исследованию агломераций выступающих инструментом устойчивого развития сельских территорий. Установлено, что стабильное развитие сельских территорий может обеспечить сбалансированное развитие социальной сферы, инженерной и транспортной инфраструктуры, обеспеченность достаточным количеством рабочих мест, условия благоприятной окружающей среды. Изучая подходы отечественных и зарубежных ученых к понятию агломерация, определено, что они изобилуют такими терминами, как городская агломерация, негородская агломерация, сельская агломерация, региональная, международная агломерация. Объединение сельских поселений в агломерацию представляет собой территориально-экономическую систему, внутри которой наличествуют интенсивные связи и взаимодействия. Сельские поселения, у которых схожие социально-экономические закономерности, тенденции и перспективы развития, включающие земельные ресурсы, производство сельского хозяйства, ресурсное обеспечение, бытовые условия, обычаи, направления специализации и кооперации, предопределяют возрастание роли сельской агломерации. На этой основе в работе авторами сформулировано понятие «сельская агломерация». Сельской агломерации предоставляется возможность объединить ресурсы, осуществлять координацию управления, иметь совместную инфраструктуру, позволяющую более эффективно развивать территорию и получить синергетический эффект. С учетом фактического расселения, сложившегося в регионе, предлагается формирование сельской агломерации «Мариинская». Предпосылками формирования сельской агломерации выступают общие: дорожная сеть и энергоснабжение, организованное межмуниципальное сотрудничество в здравоохранении, обслуживании и эксплуатации автомобильных дорог, то есть составляющие инфраструктуры, которые следует учитывать при формировании сельской агломерации. Сделан вывод, что формирование сельской агломерации будет способствовать эффективному и самостоятельному развитию территорий с финансовой точки зрения; сокращению дублирования управленческих функций за счет упорядочения органов управления; более справедливой социальной политике для проживающего на сельских территориях населения.

Ключевые слова: сельские территории, устойчивое развитие, сельские поселения, сельская агломерация, инфраструктура агломерации

AGGLOMERATION AS INSTRUMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES OF THE REGION

[1]Kosinskiy P.D., [2]Merkurev V.V., [3]Kharitonov A.V.

[1]Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo, e-mail: krishtof1948@mail.ru

[2]Kemerovo State Technical University of T.F. Gorbachev, Kemerovo, e-mail: merkurev_vladimir@mail.ru;

[3]Siberian Research Institute of Rural Economics SFNZA RAN, Novosibirsk, e-mail: Al.kharytonov@mail.ru

Work is devoted to probe of agglomerations of speakers by the instrument of sustainable development of rural territories. It is established that stable development of rural territories can provide the balanced development of the social sphere, engineering and transport infrastructure, security with enough jobs, conditions of the favorable environment. Studying approaches of domestic and foreign scientists to a concept agglomeration, it is defined that they abound with such terms as city agglomeration, not city agglomeration, rural agglomeration, regional, international agglomeration. Association of rural settlements in agglomeration represents territorial and economic system in which there are intensive communications and interactions. Rural settlements which have similar social and economic regularities tendencies and the prospects of development including land resources, production of agriculture, resource providing, living conditions, customs, the directions of specialization and cooperation predetermine increase of a role of rural agglomeration. On this basis in work as authors the concept «rural agglomeration» is formulated. Rural agglomeration is given an opportunity to unite resources, to carry out steering coordination, to have the joint infrastructure allowing to develop more effectively the territory and to gain synergetic effect. Taking into account the actual resettlement which developed in the region formation of rural agglomeration «Mariinsky» is offered. The general act as prerequisites of formation of rural agglomeration a road network and power supply, organized intermunicipal cooperation in health care, service and operation of highways, that is the making infrastructures which should be considered when forming rural agglomeration. The conclusion is drawn that formation of rural agglomeration will contribute to the effective and independent development of territories from the financial point of view; to reduction of duplication of administrative functions due to streamlining of governing bodies; more fair social policy for the population living in rural territories.

Keywords: rural territories, sustainable development, rural settlements, rural agglomeration, agglomeration infrastructure

Сельские территории представляют собой сложную и одновременно единую социально-экономическую, территориальную, природно-ландшафтную и культурно-историческую систему, направленную на выполнение производственных, социальных,

демографических, культурных, природных и рекреационных функций. На их успешное функционирование влияют многие факторы. Стабильность развития сельских территорий обеспечивает сбалансированность развития социальной сферы, инженерная и транспортная инфраструктура, обеспеченность достаточным количеством рабочих мест, условия благоприятной окружающей среды.

Но одним из самых заметных и основных факторов, от которых зависит развитие сельских территорий, является эффективная система местного самоуправления. Очевидно, что для устойчивого развития недостаточно проводить отдельные мероприятия, например поддержку сельскохозяйственной отрасли, активизация предпринимательской деятельности, так как направления любой отраслевой политики и вероятность совпадения с целью деятельности сельской территории может быть полной, иметь частичное пересечение или не совпадать с ней.

Следовательно, качественный механизм управления сельскими территориями, реализующийся с максимальной эффективностью, позволит сделать значительный шаг в сторону их устойчивого развития. В данном случае представляется целесообразным рассмотреть агломерацию как инструмент устойчивого развития сельских территорий.

Целью данной работы является обоснование агломерации как инструмента устойчивого развития сельских территорий региона. Задачами являются исследования теоретических представлений об агломерациях в целом и сельских агломерациях в частности.

Объектом исследования выступают сельские территории Кемеровской области.

Методы исследования: диалектический, группировок, экономический анализ.

Понятие и сущность сельской агломерации

В решении социально-экономических региональных проблем и территориального развития довольно значительное место занимают агломерации как форма территориального пространства. Множество работ, посвященных формированию и развитию агломераций, не дает четкого представления об их сущности. Проведенные исследования изобилуют такими терминами, как городская агломерация, негородская агломерация, сельская агломерация, региональная и международная агломерация. Такие разночтения обусловлены отсутствием законодательно закрепленной трактовки.

Французский географ М. Руже, которому принадлежит одно из первых определений агломерации, утверждал: «Агломерация представляет собой новую форму расселения и размещения некоторых видов экономической деятельности и возникает при условии выхода за административные границы и получает распространение на соседние населенные пункты концентрации городских видов деятельности» [1].

Российские и зарубежные исследователи в дальнейшем развили представления о возникновении агломерации и на конец 20-го века появились разные толкования данного понятия. Географ-урбанист Г.М. Лаппо предложил условное разделение агломерации на два вида групп:

1) агломерация поселений, понимание которой сводилось к компактному скоплению городских других населенных пунктов, между которыми наращивается многообразие хозяйственных, трудовых, культурно-бытовых взаимосвязей и которые по мере своего роста могут сближаться (срастаться);

2) агломерация рассматривается как прогрессивная форма расселения [2] и описана различными социологическими исследованиями, посвященными разнообразным видам жизнедеятельности населения.

Анализ подходов к понятию агломерация, дает основание утверждать, что процессы агломерирования протекают вокруг крупных городов. В научной литературе активно дискутируется вопрос величины агломерации. Большинство исследователей изучают крупные городские агломерации и считают, что агломерационным процессам сопутствует урбанизация, маятниковая миграция и другие факторы. В то же время разработанная исследователями классификация агломераций выделила их по численности проживающего населения [3]: три города с людностью 50 тысяч отнесены к малой агломерации; с людностью 50–120 тысяч – средние агломерации; с людностью 120–500 тысяч населения – большие агломерации; с людностью 500–1000 тысяч населения – крупные агломерации; с людностью 1000–5000 тысяч населения – крупнейшие агломерации; с людностью свыше 5000 тысяч представляют собой сверхкрупнейшие агломерации.

К тому же зарубежный и российский опыт формирования и развития агломераций показывает возможность эффективного взаимодействия нескольких сельских поселений. Например, опыт Франции подтверждает, что созданные сельские агломерации объединены совместными планами и проектами по производству и переработке продукции. Ценным в этом опыте является то, что в сельской агломерации предоставляется возможность объединить ресурсы,

осуществлять координацию управления, иметь совместную инфраструктуру, позволяющую более эффективно развивать территорию и от объединения получить синергетический эффект [4; 5].

И.В. Пилецкий, И.А. Пилецкий предлагают рассматривать сельские агломерации не по административному делению, а как особый подход к развитию сельскохозяйственного производства в рамках агрогородка как ее центра, учитывая почвенно-климатические условия самообеспеченного региона [6]. На наш взгляд, такой подход несколько сужает возможности формирования сельских агломераций, поскольку в стране и регионах агрогородков в полном понимании их смысла насчитываются единицы.

Сельской местности присущи такие же признаки агломерационных процессов, какие характерны для городских, а именно: пространственная застройка создает условия сближения и сращивания близких по расположению населенных пунктов в территорию единого застроенного массива. Характеризуя сельское расселение, С.А. Ковалев утверждал, что постепенное срастание соседствующих поселений является предпосылкой формирования агломераций в сельской местности [7]. Агломерирование прослеживается как вокруг небольших городов, так и вокруг значительных сельских поселений, а агломерация представляет собой типичную систему расселения, как считает Э.Б. Алаев [8].

Отметим, что разработка методических аспектов формирования сельской агломерации в исследованиях не нашла должного внимания. В то же время сельское расселение в пригороде, в границах малых и больших городов и железнодорожных станций представляет собой характерную форму сельской агломерации.

Заслуживают пристального внимания исследования, посвященные сельским агломерациям и методические рекомендации для выявления и анализа сельских поселений, которые представила в своих работах М.В. Шемякина [9]. Автор акцентирует внимание на географическом исследовании сельских агломераций, то есть групп сельских населенных пунктов, которые расположены в непосредственной близости друг от друга. Прежде чем выделить пригородные ареалы сельского расселения, следует определить одиночные населенные пункты и/или группы их находящихся в периметре городской границы. Для выделения сельской агломерации можно использовать картографический метод и дешифрованные космические снимки. Исследуя сельскую агломерацию, следует проанализировать демографическую ситуацию, жизненные условия населения сельских населенных пунктов.

Подчеркнем, что в современных условиях хозяйственная деятельность отдельных районов экономически тесно связана не только с хозяйственной деятельностью других районов, но и регионами. Данное обстоятельство предопределяет утрату автономности своего производственного потенциала и интеграцию с другими территориями. То есть сельскую территорию уместно расценивать в виде некоторой территориальной подсистемы, которая выполняет важные народнохозяйственные функции, а важнейшим конкурентным преимуществом субъекта Российской Федерации выступает потенциал сельской территории.

Сельские поселения, у которых схожие социально-экономические закономерности, тенденции и перспективы развития, включают земельные ресурсы, производство сельского хозяйства, ресурсное обеспечение, бытовые условия, обычаи, направления специализации и кооперации предопределяют возрастание роли сельской агломерации.

Выступая в виде объединения сельских поселений, агломерация представляет собой территориально-экономическую систему, внутри которой наличествуют интенсивные связи и взаимодействия [10].

Изучая теоретические подходы к понятию и сути определений агломерации, данными отечественными и зарубежными авторами, сельскую агломерацию мы определим как *форму организации жизнедеятельности нескольких сельских поселений или групп поселений в рамках ограниченной территории, объединенные общими трудовыми, финансовыми, материальными, информационными ресурсами на взаимовыгодном и эффективном их использовании, представляющую собой сложную социально-экономическую систему, имеющую интенсивные внутренние связи (Авторы).*

Предпосылки формирования сельских агломераций в Кемеровской области

Исследуя Кемеровскую область и развитие ее сельских территорий, выявили, что отраслевая структура экономики неоднородна. Сельские территории Кемеровской области можно разбить на четыре группы, каждая их которых имеет преобладающую отрасль экономики [11].

1. К первой группе относятся сельские территории, на которых функционирует более десятка угольных предприятий, осуществляется интенсивная добыча угля. Группа объединяет пять районов: Бело-

вский, Кемеровский, Новокузнецкий, Ленинск-Кузнецкий, Прокопьевский, где наряду с угольной промышленностью интенсивно развивается сельскохозяйственная отрасль.

2. Вторая группа характеризуется хорошо развитым сельским хозяйством и промышленностью. К этой группе относятся 7 муниципальных районов: Гурьевский, Мариинский, Тисульский, Топкинский, Тяжинский, Яшкинский, Яйский. Разработка залежей медноколчедановой руды, переработка нефти, предприятия пищевой промышленности, переработка древесины представляют основные виды хозяйственной деятельности данных территорий.

3. Третья группа объединяет 5 сельских территорий, включающих Ижморский, Крапивинский, Промышленновский, Чебулинский, Юргинский муниципальные районы. Отличительной чертой данной группы является узкоспециализированная деятельность направленная на чисто сельскохозяйственное производство.

4. К четвертой группе относится Таштагольский район, где активно развивается туризм и горнолыжный спорт. Данное обстоятельство дает основание выделить сельскую территорию особняком, несмотря на значительную площадь и небольшую численность населения, по сравнению с другими территориями.

Для более четкого представления о развитии сельских территорий региона проанализируем некоторые показатели их социально-экономического состояния. Общая численность населения области сократилась на 38,3 тысячи человек в 2015 г. (1,3% к 2011 г.), тогда как сельское население сократилось на 3,6% за этот же период. Яркая выраженность промышленной ориентации развития региона, рискованное земледелие, засушливые периоды и долговременные проливные дожди в вегетационный период, невысокий уровень финансовой поддержки сельскохозяйственного производства служат причинами низкой эффективности сельского хозяйства.

Вследствие этого влияние сельского хозяйства на экономику региона незначительное и не способствует развитию некоторых территорий. Важнейшим показателем качества жизни населения является продолжительность жизни при рождении. Среди сельского населения она на 2,11 года ниже городского, в 2015 г., продолжительность жизни для обоих полов городского населения составила 68,31 года, сельского населения – 66,2 [12].

Анализируя показатели социально-экономического развития сельских территорий региона, приходим к выводу, что вовлеченность трудоспособного населения в сельскохозяйственное производство снижается, как и его вклад в формирование валового регионального продукта. Следствием такой обстановки является интенсивное развитие угольной промышленности и сельские жители, представляющие отдельные сельские территории, предпочитают работать не в сельском хозяйстве, а промышленном секторе экономики. Кроме того, на повсеместное сокращение численности сельских жителей влияет отток молодежи в город по причине низкой привлекательности сельского быта и уровня жизни.

Формируя сельскую агломерацию, следует учитывать такие основные ее составляющие: структуру поселений, инфраструктуру, окружающую среду и качество жизни населения, доступность регенерации сельских территорий при разработке стратегии землепользования и управленческий аспект. Соответствующая инфраструктура, ее наличие является основной предпосылкой отечественной практики формирования агломераций.

Составляющие инфраструктуры включают: 1) *транспортную,* включающую интеграцию транспортных систем, создающих возможность комплексной организации общественного транспорта; 2) *социальную и общественную*; 3) *жилищно-коммунальное хозяйство*, его объекты теплоснабжения, водопроводные (элементы), газовую, канализационные сети; 4) *энергетику.* Перечисленные составляющие инфраструктуры присутствуют для подавляющего большинства сельских территорий Кемеровской области.

Область представлена двумя крупными промышленными городами: это Кемерово и Новокузнецк, вокруг которых размещены ряд сельских территорий, практически образующих типовые агломерации. В данных формальных агломерациях сосредоточено 83% населения. Остальные 17% населения, проживающего на Северо-Востоке региона, не попадают в ареал данных агломераций, а сельские территории далеки от крупных городских образований, что создает затруднение доставки товаров к рынкам сбыта, трудоустройства и доступность к услугам.

В связи с этим предлагается формирование Мариинской сельской агломерации, представляющей собой сельские территории с одним городом, входящим в состав муниципального района в составе: Мариинского, Тисульского, Тяжинского и Чебулинского районов с центром в г. Мариинске. Данные территории соответствуют признакам агло-

мераций, заключающихся в следующих положениях: все сельские территории имеют общую дорожную сеть, общее электроснабжение. По территории Мариинского и Тяжинского районов проходит Западно-Сибирская железная дорога. Уже в настоящее время организовано межмуниципальное сотрудничество в здравоохранении, обслуживании и эксплуатации автомобильных дорог. То есть присутствуют практически все составляющие элементы инфраструктуры, которые следует учитывать при формировании сельской агломерации.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, приходим к выводу, что формирование сельской агломерации будет способствовать: эффективному и более самостоятельному развитию сельских территорий; сокращению дублирования управленческих функций за счет упорядочения органов управления сельской агломерации; более справедливой социальной политики для населения территорий. Сельские агломерации могут приобрести форму сельского расселения для пригородных зон малых и больших городов, вокруг железнодорожных станций. Данное обстоятельство предопределяет необходимость проведения специальных междисциплинарных исследований в данной области, а территориальное планирование выступит в качестве их объекта.

Список литературы

1. M.-F. Rouge. Definition des agglomerations // Urbanisme. – 1958. – № 60. – P. 49–64.

2. Волчкова И.В. Теория и практика управления развитием агломераций: монография / И.В. Волчкова, И.Н. Минаев. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2014. – 234 с.

3. Городская агломерация: состояние, проблемы, пути развития (на примере Кемеровской области); монография / Шабашев В.А., Зобова Л.В., Демчук Н.В. и др. отв. редактор Шабашев В.А. – Кемерово: АИ «Кузбассвузиздат», 2016. – 179 с.

4. Косинский П.Д., Меркурьев В.В. Муниципальное управление и местное самоуправление: Учебное пособие; КузГТУ. – Кемерово, 2016. – 265 с.

5. Меркурьев В.В. Этапы создания агломераций (на примере города Кемерово и Кемеровского района). В сборнике: Наука и образование Сборник статей IX Международной научной конференции: в 2 частях. Кемеровский государственный университет, Беловский институт (филиал); Ответственный редактор Адакин Е.Е. – 2012. – С. 256–259.

6. Пилецкий И.В., Пилецкий И.А. Сельские агломерации культурных ландшафтов как фактор повышения конкурентоспособности национальной аграрной экономики // Проблемы безопасности российского общества. – 2012. – № 3. – С. 95–106.

7. Ковалев С.Л. Сельское расселение. (Географическое исследование). – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – С. 5–105.

8. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль, 1983. – 350 с.

9. Шемякина М.В. Сельские агломерации в пригороде Твери: опыт выявления и исследования / Материалы научной студенческой конференции. – Тверь, 2011. – С. 64–66.

10. Харитонов А.В. Устойчивое развитие сельского хозяйства региона: теоретические и прикладные аспекты / под науч. ред. д-ра экон. наук Бондарева Н.С. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. – 272 с.

11. Борейша В.Г. Диверсификация экономики как фактор устойчивого развития сельских территорий региона // Проблемы современной экономики. – 2015. – № 4 (56). – С. 215–218.

12. Продолжительность жизни при рождении по регионам России (ожидаемая) за 2015 год. – URL: http://www.statdata.ru/spg_reg_rf.

УДК 332.142.6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КАК ФАКТОР ДОСТИЖЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Косякова И.В., Капмар В.В.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: iv-kos@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию экологических инноваций, как стратегической предпосылки перехода к новой модели устойчивого развития. С этой целью проведен анализ исследований сущности понятия «экологические инновации». Обоснована необходимость внедрения экологических инноваций с целью решения эколого-экономических проблем современности. Выделены перспективные рынки экологических инновационных товаров. Сформулирован вывод о том, что одним из методов обеспечения сбалансированного (устойчивого) развития общества является внедрение экологических инноваций. Для перехода на путь экологически ответственного бизнеса предлагаются этапы внедрения стратегии более чистого производства. На основании проведенного исследования в статье делается вывод о том, что экологически ориентированная высокоэффективная система интегрированного менеджмента на предприятии обеспечит формирование сбалансированного развития как предприятия, так и общества в целом.

Ключевые слова: инновации, общество, экологические технологии, развитие, нововведения, экологические инновации, более чистое производство

ENVIRONMENTAL INNOVATION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES AS A FACTOR IN ACHIEVING A BALANCED DEVELOPMENT OF SOCIETY

Kosyakova I.V., Kapmar V.V.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: iv-kos@mail.ru

The present article is devoted to the study of environmental innovation, as a strategic prerequisites for the transition to a new model of sustainable development. With this aim, the analysis studies the notion «environmental innovation». The necessity of introduction of ecological innovations with the aim of solving environmental and economic problems. To identify promising markets of eco-innovative products. Concludes that one of the methods to ensure a balanced (sustainable) development is the introduction of environmental innovations. To move on the path of environmentally responsible business proposed stages of implementation of cleaner production strategy. On the basis of the study in the article concludes that environmentally oriented highly efficient system of integrated management in the enterprise will ensure the formation of balanced development of both businesses and society as a whole.

Keywords: innovations, society, ecological technologies, development, innovations, environmental innovation, cleaner production

Сегодня становится все более очевидным, что качество жизни населения разных регионов страны во многом зависит от состояния окружающей среды. Следовательно, управление состоянием качества окружающей среды косвенным образом влечет за собой и управление качеством жизнедеятельности человека. В таких условиях введение систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента постепенно становится выгодным с экономической точки зрения.

За последние десятилетия отношения между обществом и средой обитания все более обострялись, становясь реальной угрозой глобальной экологической катастрофы. Для предотвращения глобальных и локальных экологических кризисов необходимо изменение техногенного типа развития на устойчивый. Такой тип развития позволяет удовлетворить современные потребности общества, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [1].

Не принимая во внимание огромное количество спорных вопросов, концепция устойчивого развития уже получила широкое признание как в экономической науке, так и в международной практике. Важным аспектом преобразований в контексте перехода к устойчивому экологически безопасному развитию является внедрение экологических инноваций для развития и расширения отечественного рынка экологически чистых товаров и услуг. Производство и продажа экологических товаров и конкурентоспособность в значительной степени зависят от мнения общественности. Хорошо известны такие общественные организации, как АНО «Эколайн», Всемирный фонд дикой природы, Гильдия экологов, Гринпис, Зелёный крест, Зелёный фронт, Всероссийское общество охраны природы и т.д. Одним из направлений их деятельно-

сти является формирование общественного мнения относительно влияния промышленности на состояние окружающей среды.

Сегодня, выходя на международный рынок, каждое промышленное предприятие стремится продемонстрировать экологическую безопасность своего производства и своей продукции. С этой целью организации формируют свой экоимидж с помощью разных акций, спонсорства, выпуска пресс-релизов и информационных материалов о своей деятельности, открытой отчетности, проведения пресс-конференций, презентаций и др.

При этом необходимо учитывать, что наиболее чутко и активно реагируют на требования и изменения спроса на рынке экологических товаров частные предприятия, поскольку они самостоятельно отвечают за свое экономическое положение [2].

Однако нельзя забывать, что для любого предприятия одним из важнейших факторов эффективности деятельности остается повышение экономических показателей или как минимум их стабильное состояние, а это возможно только при сбалансированном развитии.

Следовательно, возникает взаимосвязь между устойчивым, экологически безопасным и сбалансированным развитием как отдельных предприятий, так и общества в целом.

Вопрос сбалансированного развития общества является достаточно сложным и требует постоянного изучения и поиска эффективных методов рационального его использования. Изучением данной проблемы занимается много ученых и молодых специалистов. Среди них значительный вклад в изучении этого вопроса внесли: Р.Г. Дубас, Н.А. Орлов, Е.С. Яновская, Н.М. Дьяченко, Г.А. Билявский, Л.И. Бутченко, Р.С. Фурдуй, И.Ю. Костиков, Н.М. Заверуха, В.В. Серебряков, А.В. Вороновская и др.

Исследования проводятся с целью поиска новых более эффективных и совершенных моделей сбалансированного развития общества, что даст возможность уменьшить нагрузку на окружающую естественную среду и будет способствовать улучшению показателей как экономического благополучия предприятий, так и устойчивого развития всего общества в целом.

Термин «экоинновации» употребляют в современной научной литературе сравнительно недавно. Исследования сущности экологических инноваций проводили много отечественных и зарубежных ученых и ученых, таких как К. Фаслер, П. Джеймс, А. Рейд, М. Мидзинськи, Р. Кемп, Т. Фоксон, О. Прокопенко, Н. Андреева, Е. Мартынюк, Д. Черванёв, Л. Нейкова, И. Афонин и другие [3].

Однако сегодня ученые не сформулировали единственной и однозначной мысли относительно сущности понятия эко-инновации, потому необходимое дальнейшее его изучение и совершенствование.

В мировой литературе понятие «экоинновации» впервые появилось в 1996 г. в книге «DrivingEco – Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability» Клода Фаслера и Питера Джеймса, в такой форме: экоинновации – это продукты и процессы, которые способствуют устойчивому развитию [4]. В своей статье П. Джеймс определяет экоинновации как «новые продукты и процессы, которые обеспечивают бизнес-интересы предприятий, но значительно снижают влияние на окружающую среду» [5].

Правительство Дании в книге «Promoting Eco – efficient Technology – The Roadto a Better Environment» (Содействие эффективным экотехнологиям – путь к улучшению состояния окружающей среды) дает такое определение: экоинновациям – это инновации, которые ведут к экологически эффективным технологиям. В этом определении под эффективной экотехнологией понимаются все технологии, которые прямо или косвенно улучшают состояние окружающей среды. Она включает в себя технологии для ограничения загрязнения, экологически чистую продукцию и производственные процессы, более эффективное управление ресурсами и технологические системы для уменьшения влияния на окружающую среду, хотя уменьшение влияния на окружающую среду не обязательно должно быть главной целью экологически эффективных технологий.

Глубокое теоретическое исследование сущности категории экологических инноваций дает Н.М. Андреева. Исследователь определяет опорные категории теории инноваций, в частности соотношение категорий «инновация – новация – нововведение». Инновация рассматривается как продуцирование нового, категория «новация» трактуется как «новый образец», а «нововведение» – как производственное освоение.

Как и любые другие изменения, экоинновации имеют свои движущие и сдерживающие силы. При условиях экологической глобализации общество становится чувствительнее к вопросам сохранения качества окружающей среды, потому можно надеяться, что интерес общественности, процесс переосмысления ценностей, правовая и регулятивная среда создадут соот-

ветствующую почву для ускоренного развертывания процессов учета экологических ограничений во всех сферах общественной жизни [6].

Стремительный рост расходов на ликвидацию последствий стихийных бедствий заставит изменять реактивную экологическую политику на превентивную, а следовательно, проактивную на всех уровнях ее реализации.

Что касается мирового рынка в целом, то здесь сегмент экологических технологий представляет собой около 1000 млрд евро за год и уже сегодня является важным фактором развития мировой экономики. 45% этого сегмента занимают технологические решения в отрасли энергосбережения. Экономический рост сегмента рынка экологических технологий составляет около 5,4% в год и, по оценкам экспертов, до 2020 г. достигнет 2200 млрд евро за год [7].

Исходя из общемировых тенденций, можно выделить следующие перспективные рынки экологических инновационных товаров:

– производство и накопление энергии;

– энергосбережение;

– экономное использование сырья и материалов;

– экологичность транспорта;

– рациональное использование водных ресурсов;

– биопластмассы и полимеры;

– применение безотходных и малоотходных технологий;

– солнечное охлаждение.

Внедрение экологических инноваций связано с научно-техническим прогрессом, который ведет к качественным улучшениям в организации производства в обществе и обеспечивает увеличение экономического, социального или экологического эффекта.

Учитывая особенности нынешнего времени и тенденции глобализации жизни населения, необходимо заниматься поиском путей экономического развития, которые бы ориентировались на современные особенности переходного периода к либерально-рыночной экономике и вхождению в международные структуры.

Проблемы исчерпаемости природных ресурсов и взаимосвязь всех эколого-экономических процессов стали важной причиной поиска методов сбалансированного развития общества. Сбалансированное развитие предусматривает процесс гармонизации производительных сил, обеспечения удовлетворения необходимых потребностей всех членов общества при условиях сохранения и поэтапного возобновления естественной среды, создания возможностей для равновесия между его потенциалами и потребностями людей всех поколений [8]. То есть это такое развитие, при котором удовлетворение потребностей нынешних поколений не должно ставить под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности.

Следовательно, на основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что одним из методов обеспечения сбалансированного развития общества является внедрение экологических инноваций.

При таком подходе экологизация всех сфер человеческой жизни должна проводиться с внедрением экологических инноваций, в том числе и экологических инноваций на промышленных предприятиях. *Такой подход будет объединять сбалансированное развитие общества и бизнеса.*

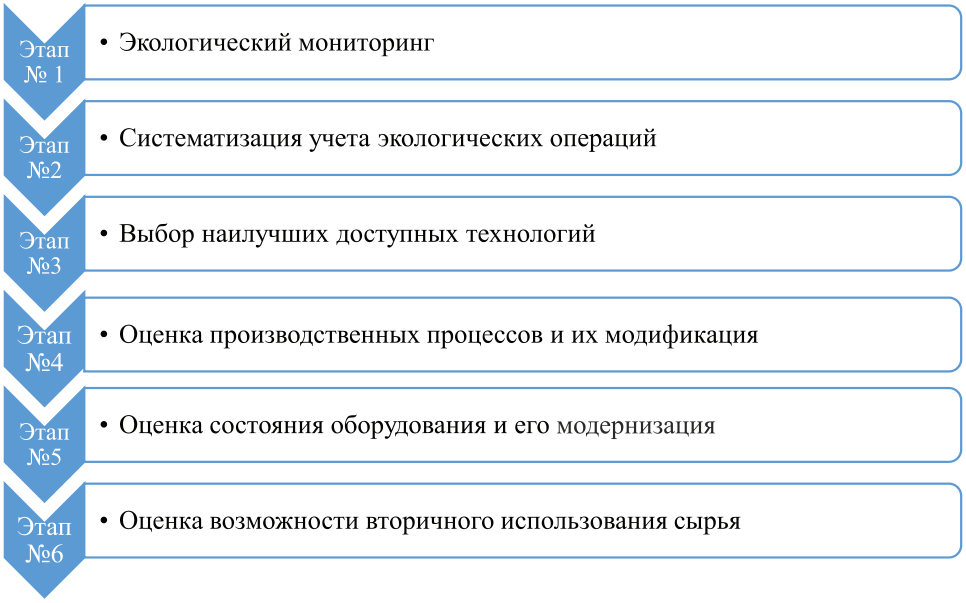
Инновации, которые внедряются в хозяйственную практику, являются процессом трансформации научных достижений в производство, которое повышает конкурентоспособность субъектов предпринимательской деятельности.

На сегодняшний день принятие управленческих решений руководителями происходит с учетом новейших достижений во всех сферах. Поэтому экологические инновации играют достаточно важную роль, особенно для предприятий, ориентированных на экологическую ответственность бизнеса.

Потребностью нынешнего времени является внедрение на предприятиях экологически безопасных инновационных технологий с применением таких методов производства, которые обеспечат формирование малоотходных и расширение безотходных технологий с высоким уровнем экономичности и экологической безопасности для окружающей среды и людей.

Для получения более высоких экономических и экологических показателей, предприятиям, идущим по пути экологически-ответственного бизнеса, рекомендуется применять стратегию экологически более чистого производства (БЧП).

Впервые данная стратегия появилась в 1980-х гг. в США. Главной ее задачей является создание комплексных мер по снижению загрязнения окружающей среды конкретным предприятием. При этом сокращение вредного воздействия должно происходить не в виде разовых локальных мероприятий, а на протяжении всего жизненного цикла производимой продукции. Это возможно только в условиях постоянного поэтапного переоснащения всего производства, с целью снижения вредных выбросов, а также при условии более эффективного использования природных ресурсов [9].



Этапы внедрения стратегии более чистого производства

Важное значение для внедрения на предприятии экологических инноваций имеет их инвестирование, поскольку на предприятиях часто не хватает имеющихся средств для их внедрения.

В связи с этим рекомендуется поэтапное внедрение стратегии БЧП. Рекомендованные этапы представлены на рисунке.

Первый этап предполагает проведение экологического мониторинга. Как известно, любая экологическая стратегия является частью общей стратегии развития предприятия. Поэтому при принятии решения о выборе стратегии БЧП на первом этапе необходимо оценить общее состояние предприятия, как с позиции его экономического состояния, так и с позиции его влияния на окружающую среду. Экологический мониторинг позволит выявить наиболее серьезные проблемы, оценить возможность их исправления [10, 11].

Второй этап позволит провести учет материальных потоков, выявить наличие токсичных материалов, выявить места и способы хранения сырья и отходов и т.д.

Этот этап может включать в себя также оценку потенциального влияния выбросов (сбросов) предприятия на состояние окружающей природной среды с учетом внешних факторов. Для этого рассчитывается концентрация вредных веществ на близко расположенной к источнику загрязнения территории с учетом рельефа местности, наличия лесополосы, близкого местонахождения соседних предприятий, наиболее типичной розы ветров и т.д.

На третьем этапе необходимо оценить, насколько применяемые технологии на предприятии соответствуют международным стандартам и если для данного производства имеются более современные и экологичные технологии, то оценить возможность их использования.

Для наиболее полного анализа рекомендуется провести исследование по применяемым технологиям в данной отрасли как внутри страны, так и за ее пределами.

На четвертом этапе предлагается проведение оценки используемого сырья с позиции возможности его оптимизации, замены на менее токсичное и более экологичное.

Пятый этап предполагает на основании ранее произведенных исследований оценить состояние используемого оборудования и по возможности произвести его модернизацию или замену с целью перехода на наилучшие доступные технологии, позволяющие использовать более экологичное сырье с меньшим количеством отходов.

Шестой этап предполагает введение оборотных систем прямой рециркуляции, вторичная переработка сырья и т.д.

Введение предложенной поэтапной стратегии БЧП позволит снизить затраты предприятия, повысить эффективность технологических процессов, улучшить экологические показатели и повысить рейтинг предприятия.

Таким образом, применение предприятиями инновационных экологически безопасных и экономически обоснованных технологий способствует постепенному по-

вышению экономичности и эффективности производства. Экологически ориентированная высокоэффективная система экологического менеджмента на предприятии обеспечит формирование сбалансированного развития, как предприятия, так и общества в целом.

Мировые тенденции и состояние развития отечественного рынка экологической продукции дает возможность сделать обобщающий вывод о том, что приоритетной задачей для России является создание организационно-экономической системы, которая бы поощряла экологические нововведения и обеспечивала формирование спроса на экологические инновации и рост отдачи от инновационных инвестиций в ресурсно-экологическую сферу.

Необходимо создание системы корпоративного экоменеджмента в сфере науки, экологических технологий, товаров и услуг, которая способствовала бы распространению инвестиционных и информационных потоков, объединяла финансовые и интеллектуальные ресурсы.

Список литературы

1. Андреева Н.Н. Экологические инновации и инвестиции: сущность, системология / Н.Н. Андреева, Е.Н. Мартынюк // Вісник Хмельницького національного університета. – 2011. – Т. 2, № 2. – С. 205–209.

2. Васильева Е.Э. Экологическая и устойчивая инновация: уточнение понятий [Электронный ресурс]. – URL: http://www.bsu.by/Cache/pdf/481253.pdf (дата обращения: 26.03.2017).

3. Егорова Н.И., Митякова О.И. Экологические инновации и устойчивое развитие // Экономика, инновации и менеджмент. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2015. – № 3. – С. 110.

4. Захарова Т.В. «Зеленая экономика» как новый курс развития: глобальный и региональный аспекты / Т.В. Захарова // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 4 (16). – С. 31.

5. Зибарев А.Г. и др. Институт экологии Волжского бассейна РАН и город Тольятти. Экологические инновации для устойчивого развития города. – Аналитический доклад / Под ред. чл.-корр. РАН АГ Зибарева, чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга, проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2012. – 49 с.

6. Косякова И.В., Артамонова О.М., Кудряшов А.В. Перспективы внедрения в России стандартов наилучших доступных технологий в рамках экологического менеджмента // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–16. – С. 3559–3563.

7. Косякова И.В., Кудряшов А.В. Реализация стратегии управления на основе принципов экологической ответственности бизнеса в интересах инновационного развития предприятия // Научная дискуссия: вопросы экономики и управления. – 2015. – № 12. – С. 105–112.

8. Пискулова Н.А. Перспективы развития мирового рынка экологически чистых товаров / Н.А. Пискулова // Российский внешнеэкономический вестник. – 2010. – № 12. – С. 4–8.

9. Fussler C., James P. Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability, Pitman Publishing: London. – 1996. – 364 p.

10. James P. The Sustainability Circle: a new tool for product development and design', Journal of Sustainable Product Design 2: 52:57. 1997.

11. Rennings K., Zwick T. (Eds) Employment Impacts of Cleaner Production, ZEW Economic Studies 21, PhysicaVerlag Heidelberg, New York. 2013.

УДК 331.556

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МИГРАЦИЕЙ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В НАПРАВЛЕНИИ СОДЕЙСТВИЯ ДОБРОВОЛЬНОМУ ПЕРЕСЕЛЕНИЮ СООТЕЧЕСТВЕННИКОВ

[1,2]Неживых О.В., [2]Кулькова И.А.

[1]Департамент по труду и занятости населения Свердловской области, Екатеринбург, e-mail: o.nezhivyh@egov66.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург, e-mail: i.a.koulkova@mail.ru

Статья содержит проведенный авторами анализ эффективности реализации в Свердловской области Программы содействия добровольному переселению соотечественников как одного из направлений процесса управления миграцией. Авторы выявили тенденцию увеличения численности соотечественников, желающих жить и работать в регионе, проанализировали их структуру по полу и уровню образования. В статье также проведен анализ спроса на труд по гендерному и профессиональному признакам в Свердловской области и его соответствие качественным характеристикам соотечественников, желающих переехать. Далее изучена привлекательность территорий преимущественного вселения переезжающих соотечественников с точки зрения их географического и социально-экономического развития, состояния рынка труда. Выявлены актуальные проблемы реализации Программы и даны рекомендации авторов по стимулированию прибытия соотечественников не в административный центр Свердловской области, а наиболее трудодефицитные муниципальные образования.

Ключевые слова: регулирование миграции, переселение соотечественников, добровольная миграция, спрос на труд, территории вселения мигрантов

THE ANALYSIS OF THE MIGRATION MANAGEMENT EFFICIENCY IN PROMOTING THE VOLUNTARY COMPATRIOTS' RESETTLEMENT TO SVERDLOVSK REGION

[1,2]Nezhivykh O.V., [2]Kulkova I.A.

[1]Department of Labor and Employment of Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, e-mail: o.nezhivyh@egov66.ru;
[2]Ural State University of Economics, Ekaterinburg, e-mail: i.a.koulkova@mail.ru

The article contains the authors' analysis of the effectiveness of promoting the Voluntary Compatriots' Resettlement Program in Sverdlovsk region. This activity is one of the migration management process directions. The authors have revealed a tendency to increase the number of compatriots who want to live and work in the region and have analyzed their structure by gender and educational level. The article also analyzes the labor demand in Sverdlovsk region by gender and professional characteristics and its compliance with the qualitative wishing to move compatriots' characteristics. The attractiveness of the territories of the compatriots' preferential moving was studied further from the point of view of their geographical and socio-economic development, the labor market situation. The actual problems of the Program implementation are revealed and the authors' recommendations are given to stimulate the compatriots' arrival not in the administrative center of Sverdlovsk region, but the most labor scarce municipalities.

Keywords: regulation of migration, compatriots resettlement, voluntary migration, labor demand, migrants arrival areas

Программа по оказанию содействия добровольному переселению в Свердловскую область соотечественников, проживающих за рубежом, на 2013–2020 гг. утверждена Постановлением Правительства Свердловской области от 28.08.2013 г. № 1054-ПП (далее – Программа) [1].

Являясь частью Государственной программы по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 22 июня 2006 г. № 637 [2], Программа направлена на использование потенциала соотечественников, проживающих за рубежом, с целью удовлетворения потребностей развития региона; решение демографической проблемы и стабилизацию численности населения. Реализация Программы переселения является альтернативой привлечения иностранных работников. Программа призвана обеспечить комплексный подход к решению вопросов оказания содействия добровольному переселению соотечественников в Россию [1], получения возможности выбора соотечественниками мест своего будущего проживания, работы, обучения с учетом социально-экономического положения муниципальных образований, расположенных на территории Свердловской области, объемов государственных гарантий и социальной поддержки, которые предоставляются переселенцу

в зависимости от выбранной территории вселения.

Промежуточные итоги реализации таких программ становятся объектом исследования ученых в разных субъектах Российской Федерации [3–6].

Цель исследования

Целью работы является выявление тенденций, сложившихся за время реализации Программы в Свердловской области, анализ предоставления адресной поддержки соотечественникам, переселяющимся в муниципальные образования, входящие в список приоритетных территорий вселения, и оценка ее влияния на миграционную привлекательность территории.

Методические подходы к разработке Программы содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом

Программа формировалась уполномоченным исполнительным органом государственной власти Свердловской области, ответственным за реализацию Программы, – Департаментом по труду и занятости населения Свердловской области (далее – Департамент) с учетом сложившегося на 2013 г. социально-экономического развития Свердловской области и муниципальных образований, а также прогноза динамики основных показателей до 2020 г.

В соответствии с Методическими рекомендациями по разработке программы субъекта Российской Федерации по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом, в Программе были выделены четыре территории приоритетного заселения (проекты переселения) – Верхнесалдинский городской округ, муниципальное образование «Город Каменск-Уральский», город Нижний Тагил и Полевской городской округ. В 2013 г. на территории вышеуказанных муниципальных образований реализовывались крупные инвестиционные проекты, при этом наблюдалось снижение численности постоянного населения. С целью стимулирования переселения в территории в Программе была предусмотрена дополнительная мера государственной поддержки – выплата «подъемных» в размере 10,0 тыс. рублей всем прибывающим в рамках проектов переселения. Предполагалось, что это повысит миграционную привлекательность территорий приоритетного заселения, что окажет положительное влияние на численность населения [1].

Всего за период с 2013 по 2020 гг. прогнозируется переезд на территорию Свердловской области 17 300 соотечественников, из них 8 650 участников Программы и 8 650 членов их семей, о чем мы писали ранее [7].

Результаты реализации Программы в Свердловской области

Реализация Программы в Свердловской области показала, что количество соотечественников, желающих жить и работать в регионе, ежегодно увеличивается (табл. 1). За период с 2013 по 2016 гг. изъявили желание переехать 11 634 соотечественника и совместно с ними 15 154 члена семьи.

Как видно из табл. 1, на протяжении всего рассматриваемого периода численность мужчин, заявившихся на участие в Программе, превышает численность женщин.

Доля заявлений, поданных мужчинами, составляет порядка 60 процентов. Кроме того, следует отметить нисходящий тренд доли соотечественников, имеющих высшее профессиональное образование (50,2 % в 2013 г., 44,1 % в 2016 г.), который привел к увеличению доли потенциальных участников Программы, имеющих среднее профессиональное образование, с 34,0 % до 38,8 %.

Преобладание мужской занятости характерно в целом для рынка труда Свердловской области. За период 2000–2016 гг. среди мужчин уровень занятости вырос с 64,0 % до 70,2 процента, женщин – с 55,4 % до 59,7 %. Гендерное неравенство обусловлено преобладанием организаций промышленного комплекса в экономике региона. Доминирующее количество вакансий, поданных работодателями в органы службы занятости населения Свердловской области, относятся к категории «рабочие промышленности, строительства, транспорта и рабочие родственных занятий» (рис. 1).

Таким образом, мужчине, имеющему среднее профессиональное образование, легче найти подходящую работу в Свердловской области. Существенную часть незанятых граждан составляют молодые женщины, воспитывающие малолетних детей. Реализация демографической программы, направленной на повышение рождаемости, усиливает проблему совместимости функций матери и работника.

Динамика численности соотечественников, желающих переселиться в приоритетные территории, представлена в табл. 2. Наиболее привлекательной из четырех выделенных территорий с точки зрения соотечественников является Полевской городской округ. При этом города Каменск-

Уральский и Нижний Тагил являются центрами Южного и Горнозаводского управленческих округов Свердловской области, в них больше вакансий, а также возможностей жилищного обустройства, однако соотечественники предпочитают Полевской.

Сложившееся состояние, по мнению авторов, объясняется географическим положение муниципального образования. Полевской городской округ расположен в 50 км к юго-западу от города Екатеринбурга, что значительно меньше, чем расстояние от остальных городов. Сравнительно небольшое расстояние между Екатеринбургом и Полевским дает возможность прибывшим соотечественникам работать в административном центре Свердловской области.

Таблица 1

Динамика численности и структура соотечественников, изъявивших желание участвовать в Программе

№ п/п	Наименование показателя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Итого
1	Численность соотечественников, изъявивших желание участвовать в Программе, чел.	1 015	2 804	4 222	3 593	11 634
2	из общей численности:					
2.1	мужчин, чел.	639	1 662	2 512	2 146	6 959
	доля от общей численности,%	63,0	59,3	59,5	59,7	59,8
2.2	женщин, чел.	376	1 142	1 710	1 447	4 675
	доля от общей численности,%	37,0	40,7	40,5	40,3	40,2
3	из общей численности:					
3.1	имеют высшее и незаконченное высшее образование, чел.	510	1 286	1 780	1 554	5 130
	доля от общей численности,%	50,2	45,9	42,2	43,3	44,1
3.2	имеют среднее профессиональное образование, чел.	345	1 068	1 735	1 367	4 515
	доля от общей численности,%	34,0	38,1	41,1	38,0	38,8

Примечание. Составлено авторами по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области.

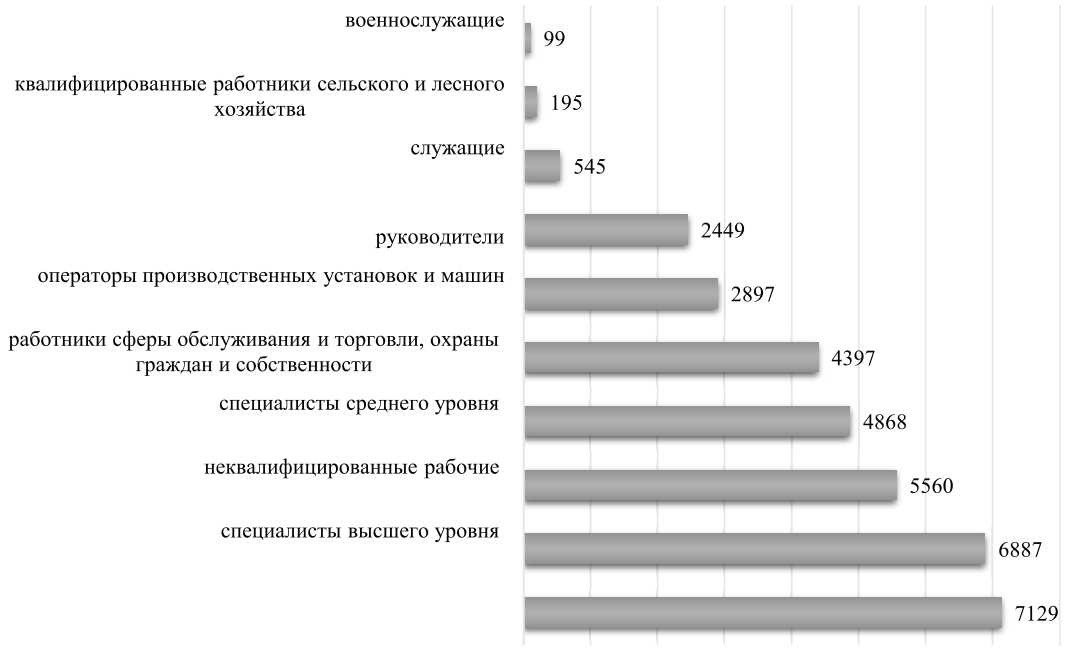


Рис. 1. Заявленная работодателями потребность в работниках по занятиям на 01.07.2017. Составлено авторами по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области

Таблица 2

Динамика численности соотечественников, желающих переселиться в приоритетные территории

№ п/п	Муниципальное образование	2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.	
		количество, чел.	доля от общего количества желающих переселиться,%	количество, чел.	доля от общего количества желающих переселиться,%	количество, чел.	доля от общего количества желающих переселиться,%	количество, чел.	доля от общего количества желающих переселиться,%
1	Верхнесалдинский городской округ	16	1,6	103	3,7	122	2,9	72	2,0
2	Каменск-Уральский	2	0,2	35	1,2	73	1,7	19	0,5
3	Нижний Тагил	6	0,6	55	2,0	99	2,3	101	2,8
4	Полевской	25	2,5	212	7,6	258	6,1	201	5,6
5	Всего по области	1015	–	2804	–	4222	–	3593	–

Примечание. Составлено авторами по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области.

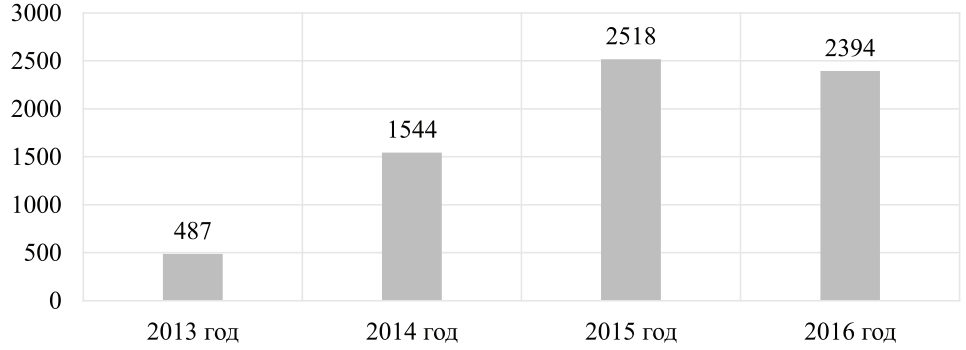


Рис. 2. Динамика численности соотечественников, выбравших в качестве территории вселения город Екатеринбург. Составлено авторами по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области

Привлекательность Екатеринбурга для соотечественников очевидна. Она подтверждается данными о количестве заявлений на переселение в данное муниципальное образование (рис. 2).

Как видно из рис. 2 численность соотечественников, желающих переселиться в Екатеринбург, значительно больше, чем в территории приоритетного заселения, несмотря на предоставление преференций при переезде в них. В 2016 г. 66,6% соотечественников, изъявивших желание участвовать в Программе, выбрали в качестве территории вселения Екатеринбург. В Свердловской области наибольшее количество вакансий на постоянные рабочие места приходится на муниципальные образования, в которых проживает наибольшее количество экономически активного населения (табл. 3 и рис. 3).

Основными причинами такого положения являются: различная структура экономики муниципальных образований и состояния локальных рынков труда; разная система расселения и качество рабочей силы.

Таблица 3

Основные показатели рынка труда Свердловской области на 30.06.2017 по рассматриваемым муниципальным образованиям

№ п/п	Государственное казенное учреждение службы занятости населения Свердловской области	Численность безработных граждан, зарегистрированных в центре занятости, чел.	Уровень регистрируемой безработицы, %	Заявленная работодателями в центр занятости потребность в работниках, ед.	Коэффициент напряженности на рынке труда, ед.
1	Екатеринбургский ЦЗ	4409	0,60	15553	0,28
2	Верхнесалдинский ЦЗ	237	0,62	501	0,47
3	Каменск-Уральский ЦЗ	2160	2,08	1901	1,14
4	Нижнетагильский ЦЗ	1519	0,72	2683	0,57
5	Полевской ЦЗ	196	0,56	462	0,42
6	Свердловская область	29 392	1,32	35 310	0,83

Примечание. Составлено авторами по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области.

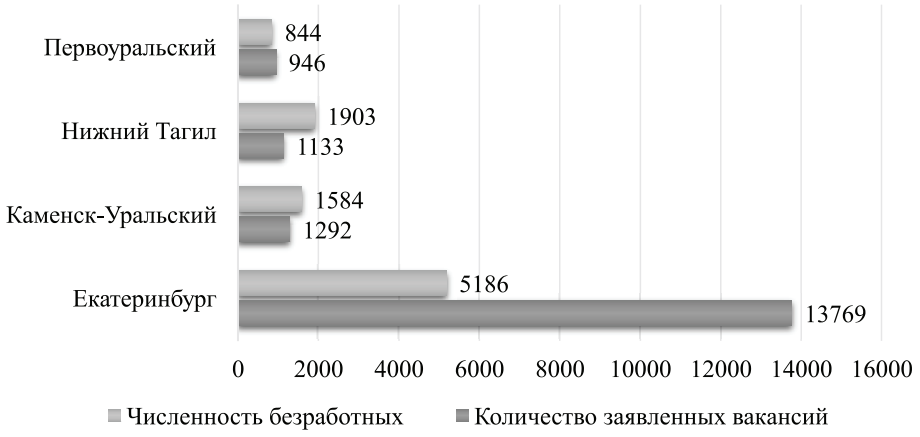


Рис. 3. Спрос и предложение на рынке труда на 01.01.2017. Составлено авторами по данным Департамента по труду и занятости населения Свердловской области

Численность рабочей силы Свердловской области за 2000–2016 гг. сократилась на 4,3 % и составила в 2016 г. 2230,1 тыс. человек в среднегодовом исчислении. Усугублению проблемы дефицита трудовых ресурсов в регионе способствует территориальная несбалансированность спроса и предложения на рынке труда. Частично снизить негативные последствия дефицита трудовых ресурсов позволяет реализация в Свердловской области Программы.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что предоставление адресной государственной гарантии в виде единовременной выплаты является недостаточной мерой для стимулирования прибытия соотечественников в приоритетные территории.

Экономика и социальная сфера областного центра более развита, чем в других городах. Данное обстоятельство вынуждает соотечественников при выборе территории вселения отдавать предпочтение в пользу Екатеринбурга, отказавшись от единовременной денежной выплаты. При выборе территории вселения из числа приоритетных соотечественники отдают предпочтение Полевскому городскому округу, так как переселение в него повышает их трудовую мобильность и позволяет работать в Екатеринбурге.

Стимулировать прибытие соотечественников не в административный центр Свердловской области, по мнению авторов, возможно следующими способами.

1. Расширение перечня дополнительных гарантий, предоставляемых соотечественникам при прибытии в приоритетные

территории. Увеличение суммы единовременной выплаты либо разработка иных мер поддержки повысит миграционную привлекательность, однако для реализации потребуются дополнительные средства, что увеличит нагрузку на областной бюджет.

2. Исключение Екатеринбурга из перечня территорий вселения. Нормативные правовые акты дают такую возможность. Применение данной меры на практике, скорее всего, приведет к тому, что соотечественники будут выбирать в качестве территории вселения города-спутники Екатеринбурга. При этом, переселяясь в близлежащие города, будут осуществлять трудовую деятельность в Екатеринбурге. Впоследствии, возможно, переедут на постоянное место жительства в областной центр. Вследствие чего не произойдет необходимого воздействия как на демографическую ситуацию, так и на рынок труда периферийных территорий.

Проблема повышения миграционной привлекательности периферийных территорий возникает не только при реализации Программы, а применительно в целом к развитию регионов.

К решению данного вопроса, по мнению авторов, необходимо подходить комплексно. Создавать в муниципальных образованиях зон концентрированного экономического роста, индустриальных (промышленных) парков, особых экономических зон, а также территорий опережающего развития в моногородах. В рамках реализации инвестиционных проектов будут создаваться рабочие места. Инновационная экономика позволит расширить формы и методы нестандартной занятости, что окажет положительное воздействие на социально-экономическое положение отдаленных от административного центра муниципальных образований и повысит их миграционную привлекательность.

Список литературы

1. Постановление Правительства Свердловской области от 29.08.2013 № 1054-ПП «Об утверждении Программы по оказанию содействия добровольному переселению в Свердловскую область соотечественников, проживающих за рубежом, на 2013–2020 годы», 2013. URL: http://base.garant.ru/21037556/6/ (дата обращения: 27.07.2017).

2. Указ Президента Российской Федерации от 22.06.2006 № 637 «О мерах по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом», 2006. URL: http://base.garant.ru/189653/ (дата обращения: 27.07.2017).

3. Емельянова Л.Л., Фидря Е.С. Оценка рисков и возможностей реализации Программы оказания содействия добровольному переселению в Калининградскую область РФ соотечественников, проживающих за рубежом / Л.Л. Емельянова, Е.С. Фидря // Балтийский регион. – 2014. – № 2 (20). – С. 81–96.

4. Павлинова О.С., Калинина А.В. Реализация Программы переселения соотечественников на примере юга Тюменской области / О.С. Павлинова, А.В. Калинина // Академический вестник. – 2014. – № 2 (28). – С. 400–405.

5. Пискунов А.В., Пискунова С.И. Республика Мордовия как участник Государственной Программы по оказанию содействия добровольному переселению соотечественников / А.В. Пискунов, С.И. Пискунова // Регионология. – 2015. – № 3 (92). – С. 33–41.

6. Товченко Р.Б. Реализация в Самарской области Программ содействия переселению в Россию соотечественников, проживающих за рубежом / Р.Б. Товченко // Вестник Международного института рынка. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 94–103.

7. Неживых О.В. Программа добровольного переселения соотечественников как механизм восполнения дефицита трудовых ресурсов на примере Свердловской области / О.В. Неживых // Human progress. – 2017. – Т. 3, № 2 [Электронный ресурс]. – URL: http://progress-human.com/images/2017/tom3_2/Nezhivykh.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 02.08.2017).

УДК 338.984

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Матвеева М.В., Чупров А.П.

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, e-mail: apch001@yandex.ru

В современных условиях модернизация региональной экономической системы регионов Сибири и Дальнего Востока является важным аспектом национальной государственной политики. В статье рассматриваются направления государственной промышленной политики развития Сибири и Дальнего Востока, повышающие роль регионов в национальном хозяйственном комплексе, а также теоретические и методологические основы для эффективного развития национальной экономики. Разработка новых механизмов, способствующих модернизации государственной промышленной политики в условиях экономической нестабильности, является необходимым условием комплексного развития территории. Основное внимание уделяется оптимизации и модернизации хозяйственных процессов и разработке практических рекомендаций для дальнейшего развития. Также используется системный подход, структурный анализ и синтез, наблюдение. Определены основные проблемы, тормозящие развитие региональной экономики в целом. Сделан вывод о том, что повышению экономической эффективности будет способствовать продвижение инновационного образа субъектов Сибири и Дальнего Востока.

Ключевые слова: региональная экономика, региональная промышленная политика, инновационное развитие, региональная инвестиционная привлекательность, конкурентоспособность региона

GOVERNMENT INDUSTRIAL POLICY OF SIBERIAN AND FAR EAST REGION IN CONDITIONS OF ECONOMIC INSTABILITY

Matveeva M.V., Chuprov A.P.

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: apch001@yandex.ru

In modern conditions modernization of Siberian and Far East regional economic system is an important aspect of national government policy. The article discusses the government policy of Siberian and Far East region industrial development and the role of regions in national economic system, as well as theoretical and methodological bases for the effective development of the national economy. The research considers the new mechanisms of national industrial policy modernization in conditions of economic instability, is one of the factors for the comprehensive development of the territory. In the present work focus on optimization and modernization of business processes and practical recommendations for further development. Also used a systems approach, structural analyses and synthesis, observation. Defined the main challenges, which hindering the development of the regional economy. Finally, implementation of innovative projects in Siberia and Far East region has a great importance for the economic efficiency.

Keywords: regional economy, regional industrial policy, innovative development, regional investment appeal, competitiveness of the region

Богатство каждого государства заключается в экономических и природных ресурсах, расположенных на его территориях. Эффективное управление этими ресурсами помогает государству в достижении национальных приоритетов и обеспечении социально-экономического развития. В условиях экономической нестабильности экономическая политика любого государства требует коррекции, которая подразумевает пересмотр роли регионов в национальном хозяйственном комплексе. Только комплексное задействование потенциала регионов способно обеспечить стабильность и сохранение национальной хозяйственной системы. Разработка стратегии промышленного развития регионов Сибири (СФО) и Дальнего Востока (ДФО) – это важный аспект государственной социально-экономической политики, направленный на повышение эффективности функционирования национальной экономической системы. Оптимизация экономических процессов в этих регионах позволит приблизиться к выполнению государственных приоритетов и укрепить хозяйственную систему страны, эффективность функционирования которой напрямую зависит от качества инноваций. Учитывая тот факт, что разработка новых механизмов развития в современных условиях требует привлечения дополнительных ресурсов, придающих экономике гибкость, это даёт возможность регионам с наименьшим ущербом для национальных интересов корректировать поведение на внутреннем и внешних рынках.

Исследование структуры мирового хозяйства позволяет говорить о его диспропорциональном развитии. Особенно это актуально сейчас, в условиях перехода развитых стран на постиндустриальный путь развития, когда добывающая и обрабатывающая промышленность переместилась в развивающиеся страны с дешёвой рабочей силой, развитые страны концентрируются на производстве высокоинтеллектуальных товаров услуг и развитии индустрии знаний. Данный процесс способен не только определить сценарий развития экономики каждого государства, но и сказаться на его региональной политике. Доказательством этому является мировой финансовый кризис 2008 г., следствием которого стало снижение цен на сырьё, наступление кризиса производства, отток капитала. Учитывая имеющийся мировой опыт поддержания функционирования национальной экономической системы, необходим переход к качественным и инновационным изменениям, которые позволят создать в СФО и ДФО инновационную промышленность, а также активизируют развитие остальных отраслей народного хозяйства. Благодаря развитию инновационной промышленности и производства становится возможным не только удовлетворение потребностей населения в товарах и услугах, но и повышение доли экспорта страны на внешнем рынке. Государственное управление экономикой субъектов СФО и ДФО в короткие сроки должно обеспечить рост произведённой продукции на внешнем рынке и создать благоприятный образ в глазах инвесторов, способствовать переходу к инновационной модели развития экономики государства. В конечном итоге это создаст необходимую экономическую базу для повышения роли страны в глобальной экономике.

Важность проведения промышленной политики в рассматриваемых регионах для всего государства обусловлена и тем фактом, что для России характерно асимметричное расположение производственных сил. Согласно данным Росстата площадь России составляет 17,1 млн км^2. В расположении производственных сил по территории существенно преобладает Центральный регион. Это самая густонаселённая часть России, которая концентрирует 26,7 % населения страны на 3,8 % площади территории страны. Остальные регионы характеризуются слабой заселённостью, пустыми территориями, низким уровнем производственных сил, зависимостью от добывающей и обрабатывающей промышленности. Сложившаяся экономическая ситуация ещё раз доказывает необходимость проведения государственной политики промышленного развития, основанной на инновациях. Основной задачей регионального хозяйственного комплекса является получение максимального экономического эффекта за счёт комплексного использования природного, экономического, социального потенциала. Создание объектов материального производства и нематериальной сферы позволяет сформировать систему хозяйства и социальных процессов региона. Необходимо отметить, что максимальной эффективности от функционирования экономики территории можно добиться только при условии тесного сотрудничества органов государственной власти, местного самоуправления, предпринимательства, научных и общественных организаций. В табл. 1 представлена систематизация основных характеристик экономических систем субъектов СФО и ДФО.

«Ключевым кризисом, влияющим на современную ситуацию в России, выступает глобальный кризис и непосредственно вытекающая из него необходимость трансформации сложившейся в России модели экономического роста» [5, с. 17]. В условиях экономической нестабильности, вызванных сокращением налоговых отчислений в связи с падением доходов различных отраслей, сокращением федерального финансирования, ростом безработицы и многим другим, рост экономики прекращается, а сложившаяся экономическая хозяйственная система проверяется на прочность. Данная проблема особенно обостряется, если происходит обесценивание национальной валюты по отношению к основным мировым валютам. Начинается процесс сокращения доходов, сменяющийся ростом государственных расходов. Учитывая тот факт, что в экономике индустриального государства не уделяется внимание комплексному развитию всех отраслей народного хозяйства, сфера услуг не рассматривается с точки зрения экономической эффективности. Она не обеспечивает привлечение денежных средств в регион, а лишь выполняет функцию их перераспределения. В связи с этим важным шагом для проведения государственной политики промышленного развития субъектов СФО и ДФО выступит продвижение инновационного потенциала регионов на международном и внутрироссийском пространстве. Важная роль в этом процессе будет отведена сфере услуг регионов СФО и ДФО как инструменту позиционирования на глобальном экономическом пространстве.

Таблица 1

Систематизация характеристик экономических систем субъектов СФО и ДФО

Показатель	Характеристика
Степень открытости экономики	По степени структурной и институциональной открытости присутствуют как регионы с приграничным (Приморский, Хабаровский края, Сахалинская, Магаданская области) и проэкспортным (Красноярский край, Иркутская, Кемеровская область) типом экономики, так и с ограниченной открытостью (Томская, Омская области) и даже закрытой экономикой (Амурская область, Республика Тыва, Алтайский край, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ). Открытость экономики в развитых регионах СФО и ДФО характеризуется высокой долей сферы услуг, в структуре экспорта преобладает торговля природными ресурсами. Несмотря на растущее общероссийское значение рассматриваемых субъектов их экономика по-прежнему остаётся достаточно закрытой. Кроме того, основным участником внешнеторговой деятельности России остаётся ЦФО
Активность экономических систем во внедрении промышленных инноваций	По степени активности во внедрении промышленных инноваций экономические системы субъектов СФО и ДФО можно назвать инертными. В рассматриваемых регионах низкий уровень предпринимательской активности, основным инициатором внедрения промышленных инноваций выступает государство
Устойчивость к воздействию внешних факторов	Экономические системы субъектов СФО и ДФО слабоустойчивы к внешнему воздействию. Наблюдается прямая зависимость от общего состояния национальной экономики и ситуации на мировых рынках. Существующее состояние хозяйственного комплекса не позволяет переносить воздействие внешних факторов с минимальным для экономических систем ущербом
Гармоничность развития	Низкий уровень развития социально-экономических систем и процессов взаимодействия между ними в настоящее время не позволяет говорить о гармоничности экономики СФО и ДФО

При разработке государственной политики промышленного развития необходимо руководствоваться принципами экономической безопасности, поэтому сфера услуг должна обеспечить приток денежных средств в СФО и ДФО, а также стать важным инструментом для укрепления позиций региона на внешнем рынке товаров и услуг. Данный шаг не только позволит двигаться по пути дальнейшего развития промышленности в регионе, а также удовлетворять общественные потребности и продвигать экономические интересы России на международном уровне. Таким образом, в основу государственной политики промышленного развития субъектов СФО и ДФО будет заложено создание инновационных промышленных кластеров, способствующих качественным изменениям в экономике. В качестве наиболее благоприятных предпосылок можно рассмотреть производство пассажирских лайнеров МС-21 на базе Иркутского авиационного завода. Модернизация существующего хозяйственного комплекса рассматриваемых субъектов является важной задачей, решение которой создаст эффективный инструмент поддержания стабильности. Совершенствование государственной промышленной политики способно решить задачу снижения уровня негативных последствий отставания регионов в социально-экономическом развитии [1]. Усложняет создание эффективного механизма государственного управления наличие широкого спектра экономических и социальных интересов, которые требуют систематических усилий по согласованию. Для активного промышленного развития в современных условиях нестабильности региональному хозяйственному комплексу потребуются государственные субсидии, льготные кредиты, благоприятные условия повышения инвестиционной активности. Кроме того, усилия региональных правительств должны быть направлены на приток денежных средств в регион, что в условиях экономической нестабильности позволит региону в меньшей степени беспокоиться о дефиците бюджета.

Для повышения инновационной активности в СФО и ДФО необходимо развивать партнерские отношения между промышленными предприятиями и научными организациями, создавать эффективные базы информационных, в том числе туристско-информационных, ресурсов, создавать электронные площадки реализации продуктов инновационной продукции и другое [6, 7]. Принципы государственно-частного партнёрства наилучшим образом позволят реализовать имеющийся потенциал. Создание совместных предприятий, способствующих продвижению продукции на российский и международные рынки, позволит СФО и ДФО приблизиться к межгосударственной кооперации с городами-побратимами в ин-

новационной сфере, объединить научно-технологический потенциал, создать систему кадрового обеспечения, совместно использовать спортивную, культурную и научную инфраструктуру. Создание международных государственно-частных предприятий привлечёт дополнительные инвестиции в СФО и ДФО, а проведение международных научных, спортивных и культурных мероприятий позволит продвигать инновационный потенциал субъектов на международном пространстве. Деятельность предприятий позволит укрепить международное сотрудничество и обмен опытом, развить имеющуюся научную, культурную и спортивную базу, привлечь финансирование для реализации проектов молодых учёных, популяризацию научно-культурной жизни в самих субъектах. Приведённый инструмент развития регионального комплекса предполагает активное создание инновационного образа СФО и ДФО. С этой целью необходимо не только модернизировать существующую региональную инфраструктуру для повышения конкурентоспособности производимых товаров и услуг, но и вести активную внешнеэкономическую деятельность. Рассматривая применение зарубежного опыта государственного регулирования, нельзя забывать о самобытности каждой страны, которая проявляется и в ведении экономической деятельности. Достижению экономического роста национальной экономики способствует эффективная экономическая политика регионов. С этой точки зрения можно взять на вооружение модель «конкурентного федерализма», изучаемую в Канаде, Германии и других странах. «Смысл этой модели (по сути своей неоклассической) заключается в том, чтобы между территориями как экономическими факторами развернулась конкуренция за создание условий нормального хозяйствования для бизнеса и комфортного проживания для населения» [4, с. 8]. Однако внедрение этой модели в национальную экономику государства, а тем более в экономику регионов, требует её преобразования под конкретную территорию.

В табл. 2 представлен авторский прогноз роста доходов от продвижения инновационного образа субъектов СФО и ДФО на внутрироссийском и международном экономическом пространстве на примере Иркутской области.

Сложившаяся экономическая ситуация и развитие экономики регионов – это, с первого взгляда, два несовместимых явления. Объясняется это просто: синонимом любого «развития» обычно выступает «финансирование», что в условиях нестабильности экономики невозможно. В условиях дефицита бюджета региональная политика государства не предусматривает выделение денежных средств удалённым от центра страны территориям, ни одно из профильных министерств не будет заниматься решением данной задачи. Как правило, происходит обратное явление: сокращение финансирования регионов и попытка с их помощью пополнить федеральный бюджет. В этот период устраняются важные социально-экономические проблемы, способные причинить вред всей национальной экономической системе. Развитие регионов относится к второстепенным проблемам, которые должны решаться регионами самостоятельно. Кроме того, необходимо найти объяснение тому, почему в условиях проверки экономики на прочность функционирование региональной экономики может дать сбой. Исследование механизма её функционирования требует определения и анализа таких причин. Рассматривая конкретный регион, необходимо учитывать ситуацию в стране в целом. «Одной из наиболее важных проблем экономики развивающихся стран на современном этапе является инвестиционный кризис, выразившийся вначале в замедлении, а затем в нарастающем спаде в основной капитал» [2, с. 165]. В условиях нестабильности инвесторы с большей осторожностью относятся к участию в региональных проектах. Отсутствие развитой инвестиционной инфраструктуры осложняет поиск потенциального инвестора и подкрепляется высокими инвестиционными и предпринимательскими рисками. Кроме того, особое внимание стоит уделить инвестиционному законодательству, несовершенство которого способно препятствовать регулированию функционирования инвестиционных механизмов, а лишь определять общее направление развития. Г.А. Явлинский в своей статье «Экономическая стратегия для периферийной системы», считая, что основной проблемой экономики является отсутствие государственного аппарата, способного работать над решением экономических задач, говорит о необходимости создания благоприятной и стабильной институциональной среды для бизнеса, готового соблюдать законы и нести долю социальной ответственности, для чего необходимо обеспечить неукоснительное соблюдение законов после их тщательной ревизии на предмет реалистичности и коррупциогенности [8, с. 176]. Однако насколько объективно можно говорить о наличии в мире бизнеса, готового работать законно и исполнять социальные обязательства?

Таблица 2

Авторский прогноз роста доходов от продвижения инновационного образа региона (на примере Иркутской области)

	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Инвестиции в работу по продвижению инновационного образа Иркутской области, млн руб.	200	150	100	75
Инвестиции в развитие инновационного производства товаров и услуг, млн руб.	100	250	400	500
Доходы от проведённых мероприятий инновационной направленности и дополнительного туристского потока	300	500	700	900
Доходы от производства инновационной продукции, млн руб.	200	500	800	1000

«Растущая комплексность инновационного процесса, всё более глобальный характер генерации, воспроизводства и использования применяемых в нём ресурсов делают успех нововведений в решающей степени зависимым от эффективности взаимодействий различных экономических и социальных субъектов» [3, с. 2]. В условиях экономической нестабильности построение современной модели экономического роста региональной экономики способно укрепить национальную хозяйственную систему и оказать благоприятное воздействие на решение социально-экономических вопросов территории. Несмотря на сложность задачи, определение регионального потенциала развития должно иметь стратегическое значение. Тщательная научная проработка поможет реализовать проекты в этой области и сформировать эффективный механизм функционирования экономики. Особую роль здесь играет повышение деловой активности. Создание благоприятных условий для бизнеса не только привлечёт инвестиции в развитие территории, но и позволит решить социально-экономические проблемы региона. При формировании хозяйственного комплекса наиболее оптимальным шагом является внедрение социально-экономических программ развития, рассматривающих регион как единую систему хозяйствования, позволяющих выстроить экономические связи с другими регионами страны и зарубежными странами, оптимизировать бюджетную систему, а также реализация инфраструктурных подходов.

Список литературы

1. Мау В. Экономические кризисы в новейшей истории России / В. Мау // Экономическая политика. – 2015. – Т. 10, № 2. – С. 7–19.

2. Балакина Г.Ф. Инструменты регулирования социально-экономического развития регионов / Г.Ф. Балакина // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 39(366) – С. 2–12.

3. Минакир П.А. Национальная стратегия пространственного развития: добросовестные заблуждения или намеренные упрощения? // Пространственная экономика. – 2016. – № 3. – С. 7–15.

4. Татаркин А.И. Региональная направленность экономической политики Российской Федерации как института пространственного обустройства территорий // Экономика региона. – 2016. – Т. 12, Вып. 1. – С. 9–27.

5. Евстегнеева Л.П., Евстегнеев Р.Н. Макроэкономические аспекты региональной политики // Экономическая политика. – 2006. – № 4. – С. 98–122.

6. Буклемишев О.В. Инвестиционная пауза в российской экономике и ее преодоление / О.В. Буклемишев // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2016. – № 1 (29). – С. 160–167.

7. Явлинский Г.А. Экономическая стратегия для периферийной системы / Г.А. Явлинский // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2015. – № 2 (26). – С. 173–178.

8. Васин В.А., Миндели Л.Э. Государственно-частное партнёрство как важнейший фактор развития национальной инновационной системы // Инновации. – 2014. – № 1 (183). – С. 2–8.

УДК 334.02:338.27

ТЕХНОЛОГИЯ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ СОВРЕМЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Петров В.Ю., Рудашевская Е.А.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: petrovvu2005@rambler.ru

В работе рассмотрены вопросы, связанные с применением технологии «Интернет вещей». Технология быстро развивается и используется как обычными пользователями для создания «умных домов», так и различными предприятиями промышленности и сельского хозяйства с целью повышения эффективности процессов производства и автоматизации технологических процессов. Авторы анализируют рынок технологии «Интернет вещей» и саму технологию, начиная с момента их возникновения, рассматривают их определения. В работе приводится одна из возможных классификаций рынка «Интернет вещей», проблемы, связанные с его использованием в России и мире, анализируется его развитие и перспективы, производится сравнение с аналогом технологии M2M. В статье приводятся факторы, сдерживающие развитие технологии «Интернет вещей». Уделено место методу кейсов и IoT кейсам крупных компаний.

Ключевые слова: Интернет вещей, информационные технологии, автоматизация предприятий, процессы, рынок, информационные системы, метод кейсов, кейсы компаний

THE TECHNOLOGY OF «INTERNET OF THINGS» AS A PERSPECTIVE FOR MODERN INFORMATION TECHNOLOGY

Petrov V.Yu., Rudashevskaya E.A.

Federal Public Autonomous Educational Institution of The Higher Education «St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics And Optics», St. Petersburg, e-mail: petrovvu2005@rambler.ru

The paper discusses issues related to application of technology of «Internet of things». Technology is developing rapidly and is used as common users to create smart homes, and various enterprises of industry and agriculture with the aim of improving the efficiency of production processes and process automation. The authors analyze the technology market «Internet of things» and the technology, starting from the moment of their emergence, consider their definitions. The paper presents one of the possible classifications of the market «Internet of things», the problems associated with its usage in Russia and worldwide, and analyzes its development and prospects, a comparison is made with analog technology M2M. The article presents the factors limiting the development technology of «Internet of things». Given place to the method of cases and IoT case studies of large companies.

Keywords: Internet of things, information technologies, automation of businesses, processes, market, information system, case study, case studies of companies

Более пятнадцати лет назад в Массачусетском технологическом институте предложили маркировать выпускаемую продукцию RFID-метками, чтобы пользовательские и промышленные устройства могли взаимодействовать между собой в единой информационной среде, объединяющей различные сети. Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (ридер) и транспондера (он же RFID-метка). RFID (Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках [2]. Такой подход позволил бы принимать адекватные решения в режиме реального времени для различных логистических систем. Появилась новая информационная технология, названная затем «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT).

В дальнейшем это привело к систематизации коммуникации различных товаров друг с другом и с внешней средой, созданию общей интегрированной сети, включающей датчики, чувствительные элементы, средства учета и накопления информации, контроля за движением товара. С развитием локальных и глобальных сетей, концепции «умных вещей и процессов», внедрением в практику облачных сервисов специалисты и простые пользователи осознали, что использование концепции Internet of Things – «Интернет вещей» в значительной степени упрощает жизнь, управление технологическими процессами, транспортом и др. В большинстве развитых стран подход технологии «Интернет вещей» определил направление развития информационных технологий в бли-

жайшем будущем. Российский рынок IoT в настоящий момент развивается, но медленно и находится в стадии формирования. Целью работы является попытка раскрыть основные понятия, методы и перспективы технологии «Интернет вещей».

По мнению Е. Скрынник [7] Россия за последние 15 лет добилась в некоторых областях рекордных показателей. Но тем не менее только в перспективе доля российских технологий в определяющих отраслях должна составить 50 процентов. Автор акцентирует внимание на то, что хорошие результаты можно получить, только сформировав новые, в том числе и ультрасовременные научно-технологические системы, такие как робототехника и «Интернет вещей». И хотя в статье упор сделан на сельском хозяйстве, отмеченное можно отнести на все отрасли промышленности и информационные технологии.

IDC (International Data Corporation – компания, занимающаяся аналитикой) определяет «Интернет вещей» как сеть сетей, состоящих из уникальных идентифицируемых объектов (вещей). Эти объекты должны быть способны взаимодействовать друг с другом без вмешательства человека через IP-подключение. Давая это определение, IDC указала на то, что устройства работают без участия людей и смартфоны с планшетами в систему не включены [6].

Кроме этого, IDC представило определение термину «Интернет вещей», употребляемому в промышленности, указывая на то, что это «Интернет вещей» в отдельно взятой отрасли промышленности.

Многие авторы считают, что рынок «Интернет вещей» нередко является, по большому счету, аналогом технологии (machine-to-machine, M2M), которую называют мониторингом производственных объектов. Технология M2M применяется в системах безопасности и наблюдения, торговле, логистике и других областях промышленности. По мнению IDC, M2M-решения являются важной частью рынка «Интернет вещей». Применение технологии M2M позволяет оптимизировать процесс принятия оптимальных решений, основываясь на надежной и структурированной информации, но требует участия человека для выполнения дальнейших шагов технологии.

Процесс перехода от M2M к технологии «Интернет вещей» предполагает включение в состав IoT современной аналитической системы, которая позволит произвести анализ значительного количества данных, получаемых от большого количества устройств, осуществить мониторинг и оптимизацию этих данных, а впоследствии принять решение на выполнение конкретных действий без вмешательства человека.

«Интернет вещей» на данный момент представляет собой множество различных компьютерных сетей, имеющих свое назначение. Эти сети имеют различные протоколы передачи данных (к примеру, CoAP, ETSI SmartM2M, MQTT, LWM2M) и плохо связаны между собой. Исследования предметной области показывают, что дальнейшее развитие технологии «Интернет вещей» будет происходить в направлении интеграции существующих сетей в единую сеть с унифицированным протоколом решения взаимодействия сетей. Одним из моментов развития указанной технологии является то, что маленькие компании боятся внедрять новые технологии, предполагая, что при таком внедрении они могут потерять практически все. Поэтому они часто выбирают путь объединения нескольких малых компаний в процессе внедрения технологии IoT.

Классифицируя рынок «Интернет вещей», авторы делят его на следующие составные части: *производственную часть*, которая всегда имеет место в различных отраслях промышленности; *государственную составляющую*, которая предполагает выработку решений федеральными и государственными органами, повышающих эффективность их работы и обеспечивающих безопасность населения; *потребительскую часть*, охватывающую решения для огромного круга конечных пользователей и вопросы управления по «умным домам»; *кросс-индустриальную часть*, которая проявляется во всех отраслях, используя IoT-решения.

Целесообразность использования IoT вытекает из поставленных бизнес-задач предприятия или отрасли. Например, по данным организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), производительность труда в России вдвое меньше по сравнению с США. Рассчитано, что переход к технологии «Интернет вещей» даже в стадии межмашинной коммуникации способен значительно увеличить этот показатель путем автоматизации регулярных процессов и снижению человеческого фактора. Так, например, ввод информации в передающие системы обычно происходит при участии человека, что в свою очередь воздействует на качество данных и их актуальность. Совершенно очевидно, что для промышленных, транспортных и энергетических компаний преимущественное значение имеет повышение эффективности работы компаний и производства, проектирование и использование новых бизнес-моделей. А вот для организации здравоохра-

нения показатели будут другие: снижение заболеваемости, повышение качества обслуживания населения, мониторинг больных и т.п.

Аналитическая компания J'son & Partners Consulting посчитала количество устройств, которые можно считать составляющими технологии «Интернет вещей». К концу 2015 г. таких устройств в России было около 16 миллионов. Если учесть, что общее число систем и устройств, используемых в данной технологии и внедренных во всем мире, составило по оценке Ericsson 4,5–4,8 млрд, то несложно сосчитать, что доля Российской Федерации составляет менее 0,35%. Этот крайне низкий показатель говорит о том, что Россия в значительной мере отстает от ведущих мировых компаний в направлении развития технологии «Интернет вещей». Прогнозируя увеличение количества инсталляций подобных систем в мировой практике в 2 раза, аналитики определяют уменьшение доли инсталляций в России по отношению к мировым в 3 раза (это будет 0,1%) [5].

Одним из наиболее существенных сдерживающих факторов развития технологии является инерция предприятий в плане изменения их бизнес-моделей. Причиной этого является фактическое отсутствие внутренней конкуренции компаний в РФ. Поэтому у руководства предприятий нет мотивации переходить на новые технологии. Последнее воспринимается как ненужная работа и лишние затраты, хотя практика показывает, что использование концепции «Интернет вещей» чаще происходит там, где присутствует жёсткая конкуренция. Причем подобная практика достаточно быстро окупается.

Вторая причина слабого развития рынка «Интернет вещей» в России вызвана низким уровнем образования представителей компаний, особенно занимающих руководящие посты. Вызвано это тем, что развитие информационных технологий, как программного, так и аппаратного обеспечения производства, систем управления производственными процессами, происходит очень быстро. Эти изменения трудно оценить и использовать на практике. Переобучение и повышение квалификации зачастую проводится людьми, имеющими недостаточно высокий уровень квалификации, не говоря о том, что руководству трудно найти время на переобучение. Многие представители менеджмента организаций имеют слабое представление о современных информационных технологиях (ИТ) и о том, как «Интернет вещей» может повысить доходы производства. Тем не менее во многих сферах предприятий и бизнеса могут быть существенно автоматизированы и оптимизированы производственные процессы. Например: задачи логистики и грузоперевозок; в сельской местности проблемы управления системами полива, слежения за состоянием и кормом животных, выращиванием рассады; в медицине мониторинг состояния больных, управление сложным медицинским оборудованием.

Отличительной чертой многих предпринимателей является нежелание и боязнь использовать серьезный опыт консалтинговых компаний. А ведь в случае грамотного управляющего консалтинговой компании, наличии команды, которая умеет работать и в условиях ограниченности временных и финансовых ресурсов, многие вопросы финансовой составляющей, целесообразности содержания службы управления изменениями, которая требует постоянного проведения мероприятий по повышению уровня квалификации сотрудников, могут быть успешно решены.

Третьей причиной, ограничивающей развитие IoT, специалисты называют информационную безопасность. Производители аппаратуры, используемой в умных домах и на предприятиях (видеокамер наблюдения, чайников, телевизоров, автомобилей, «умных» розеток и др.), во многих случаях не имеют необходимой защиты. Например, экономя на внедрении современных систем, изготовители могут устанавливать устаревшие версии операционных систем (ОС), не добавляя патчи и не обновляя ОС. В этом случае подключённые к сети Интернет IoT-устройства могут стать частью инфраструктуры, которую используют мошенники.

Четвертой причиной можно назвать практическое отсутствие российских компаний, готовых и способных продвигать технологию «Интернет вещей».

Свой значительный вклад вносит и отсутствие стандартизации единых требований к производителям всевозможных умных устройств и связанная с этим трудность объединения их в единое целое. Так, по данным J'son & Partners Consulting, в мире на сегодняшний день насчитывается более 100 только крупных поставщиков. Все они говорят, что являются поставщиками IoT-платформ, хотя решения класса End-2-End присутствуют лишь у некоторых.

Препятствий на пути развития технологии «Интернет вещей» в России очень много. Например, слабая поддержка частных инвестиций, специализированных федеральных и региональных институтов технологического развития. Наиболее важным моментом является поддержка со стороны государства.

Конечно, некоторая деятельность в этом направлении ведется. Созданы системы «Платон» и «ЭРА-ГЛОНАСС», «дорожная карта» по развитию технологии «Интернет вещей», меморандум о создании Ассоциации содействия развитию промышленного интернета, программа курса «Интернет вещей» появилась как отдельный предмет в некоторых российских университетах, инвестиционно-промышленный холдинг GS Group и Фонда развития интернет-инициатив предполагает оказать финансовую поддержку для запуска производства IoT-продукции в серию.

IoT кейсы крупных компаний. В настоящее время все большее количество компаний уделяют внимание практике принятия решения как в первую очередь в образовательном процессе, так и в собеседованиях при приёме на работу и, что немаловажно, для решения конкретной проблемной бизнес-ситуации, требующей активного вмешательства в процесс принятия решения управляющими компании. Последнее можно считать моделированием сложившейся или ожидаемой ситуации, в том числе и для процесса покупок и продаж в Интернете – IoT. Метод кейсов позволяет рассмотреть условную компанию, на примере которой исследователь пытается произвести расчет TCO (Total Cost of Ownership, TCO. Совокупная стоимость владения или стоимость жизненного цикла – это общая величина целевых затрат, которые вынужден нести владелец с момента начала реализации вступления в состояние владения до момента выхода из состояния владения и исполнения владельцем полного объёма обязательств, связанных с владением и других показателей [2]), а также оценить, экономическую целесообразность внедрения ИТ-решений. Метод кейсов (англ. Case method, кейс-метод, метод конкретных ситуаций, метод ситуационного анализа) – техника обучения, использующая описание реальных экономических, социальных и бизнес-ситуаций. Участники решения проблемы должны исследовать ситуацию, классифицировать и разобрать на составляющие суть этой проблемы, оценить возможные варианты решения и выбрать лучший из них [2].

Рассмотрим некоторые компании и их бизнес-кейсы применительно к технологии «Интернет вещей» [4].

Компания Taiwan High Speed Rail. THSRC использовали IBM Maximo для построения современной системы технического обслуживания оборудования с возможностью автоматического запуска ремонта за счет выявления потенциальных проблем в сети и через автоматизированные вызовы решать эти проблемы, прежде чем появится риск для безопасности пассажиров.

North Star BlueScope Steel. Компания в США. Организована в 1997 г. Компания занимается разработкой, внедрением и использованием новых технологий, процессами производства предприятий металлургической промышленности, опасными производствами и защитой сотрудников в этих производствах. Специалистами компании разработано решение для обеспечения защиты работников в экстремальных условиях за счет переносимых устройств. За счет различных датчиков на теле работника постоянно отслеживается состояние кожи, температуры тела, частота сердечных сокращений, кожно-гальванической реакции и уровень активности. В случае нестандартных ситуаций работнику приходит персональная инструкция.

Volvo Group. Шведский концерн. Производит коммерческие и грузовые автомобили, автобусы, двигатели и различное оборудование. Была разработана платформа для прогностической аналитики информации о состоянии автомобиля. Будучи в состоянии контролировать загрузку грузового автомобиля и текущее состояние ключевых компонентов, можно производить профилактику, а также прогнозировать отказы компонентов пока грузовик на дороге или в магазине.

ZATAR. Компания, производящая надувные лодки.

Умное охлаждение для здравоохранения. Все холодильники в медицинских учреждениях подключены к Интернету и в режиме реального времени отслеживается состояние каждого из них, ведь все препараты должны быть в соответствующих температурных условиях. Данная система масштабируема от одного умного холодильника до миллионов.

Freight Farms. Новые технологии для свежих продуктов. Создание умных круглогодичных теплиц на основе технологии выращивания гидропоника. Отслеживание всех важных параметров при выращивании растений. Выращивание продуктов в любой климатической зоне.

Telit. Нефтегазовая отрасль. Нефтегазовые компании все чаще ищут возможность использования данных по всей цепочке поставок. Информация, полученная от подключенного оборудования, может помочь уменьшить затраты на транспортировку, расширить производство, повысить безопасность.

Smart Energy. Построение энергетики будущего – Smart Energy, Smart Grid, Internet of Things, энергонакопители на реальных промышленных и инфраструктурных пред-

приятиях, зданиях и городах. «Интернет вещей» позволяет в режиме реального времени принять обоснованное решение по активному балансу нагрузки и использования возобновляемых источников энергии. Это обеспечивает возможность обслуживания клиентов и снижения стоимости. При оптимизации потребления мы переходим все больше и больше в сторону возобновляемых источников энергии.

Smart Cities. «Умный город» – концепция интеграции нескольких информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и «Интернет вещей» (IoT решения) для управления городским имуществом, активами города: предсказание криминальных событий, накопление данных города для дальнейшего использования, интегрированная база накопления видео и прочих данных, возможность визуализации происходящего в городе на карту в режиме реального времени, детекторы выстрелов, системы распознавания номерных знаков.

Умный транспорт. С умным транспортом вы можете: снизить нагрузку по мониторингу и управлению светофорами; отправлять предупреждения для водителей и аварийных служб об условиях поездки; снизить расход топлива и выбросов выхлопных газов, обеспечить решения по умным парковкам для выявления и взаимодействия свободных мест, выявить структурные проблемы мостов, дорог и туннелей.

Smart Industry. Внедрение автоматизированных производственных систем с использованием передовой робототехники позволит добиться следующего: оптимизировать работу производственных фабрик с повышением эффективности на 5-10%, производить профилактическое обслуживание предприятий, моделировать производство для профилактического обслуживания.

Изучение и использование кейсов, как показывает практика, позволяет повысить эффективность работы компаний.

Например, Envelopes.com добились повышения количества заказов на 40%, используя рассылку с напоминаниями. При этом были исследованы различные интервалы времени для напоминания и установлен оптимальный – 48 часов.

В Company Folders разделили один громоздкий процесс расчета на несколько небольших шагов. Процесс модернизации страницы расчета стоимости увеличил число обращений за заказами более чем на 50%

Taloon.com модернизировала свой сайт. На его страницах без «лайков» и «репостов» количество щелчков по кнопке «Добавить в корзину» увеличилось на 12%, а в Paperstone, путем сравнения своих преимуществ над конкурентами, добились увеличения продаж на 10,5% [1].

О перспективах развития технологии «Интернет вещей» можно судить по достаточно большому количеству публикаций, размещенных в интернете, например, по данным конференции TAaviser [3].

Cisco IBSG отмечает, что к 2020 г. к интернету планируется подключить до 50 миллиардов устройств. Рынок технологии «Интернет вещей» станет занимать значительную часть рынка информационных технологий и большое количество компаний, работающих на этом рынке, будут получать огромные прибыли.

BI Intelligence, со своей стороны, отмечает, что продажи устройств на рынке технологии «Интернет вещей» в значительной степени опередят продажи гаджетов, персональных компьютеров, смартфонов. Доля расходов на этом рынке по отношению к доходам будет сокращаться, поставки увеличатся на 61% в год и займут большую часть государственного сектора, причем в основном доходы компаний будут составлять программное обеспечение и инфраструктура.

Согласно данным IDC расходы на решения технологии «Интернет вещей» к 2020 г. достигнут 7 триллионов долларов, стартовав с цифры в 1,9 триллионов в 2013 г. Особенно быстро рынок будет развиваться в странах «большой двадцатки» (G20), а направлением развития этого рынка станут облачные сервисы, рынок транспорта и логистика, здравоохранение, обеспечение безопасности, развитие систем управления чрезвычайными ситуациями. «Умные города» и другие «Умные сервисы» будут развиваться и далее на рынке «Интернет вещей», но наиболее интенсивно происходить это будет выборочно – в больших городах, мегаполисах.

По прогнозу компании Gartner интерес к технологии «Интернет вещей» у потребителей растет и определяется по мере того, как они все больше узнают о технологии, ее достоинствах, возможностях и перспективах. Компания приводит данные о том, что к 2020 г. общий доход услуг, связанный с использованием указанной технологии составит 260 миллиардов долларов, повысив доход 2015 г. в 70 миллионов долларов. Эта компания считает, что «умные сервисы» займут половину рынка, серьёзному изменению подвергнутся автомобильные сервисы и экосистемы, сервисы управляющими движением транспортом, его парковкой.

В заключение можно отметить, что, несмотря на все препятствия, технология «Интернет вещей» и соответствующий

рынок будут успешно развиваться. Российский сектор нельзя отнести к лидерам в этой области, но жизнь и объективные причины заставят его шевелиться. Следует более широко использовать перспективы перехода на цифровизацию производства и использование цифровой экономики, активнее внедрять технологию по всей номенклатуре товаров и процессов, пытаться использовать время импортозамещения для внедрения на рынок своих товаров и услуг, при необходимости объединять компании для использовании технологии «Интернет вещей», пытаться донести до заказчика наиболее простые и удобные решения по выбору и покупке товаров, использовать для оптимизации сайтов и процессов выбора-покупки бизнес-модели, кейсы, реальные примеры. Как это будет, зависит от политики РФ и мировых лидеров, от профессионалов, занимающихся технологией «Интернет вещей».

Список литературы

1. Бизнес кейсы. 7 успешных идей [Электронный ресурс] // Лаборатория бизнес кейсов. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2014–2016. – Режим доступа: https://bizcase-lab.ru/blog/biznes-kejsy-7-uspeshnyx-idej, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.07.2017).

2. Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Фонд Викимедиа. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2017. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97% D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.07.2017).

3. Интернет вещей, IoT, M2M (мировой рынок) [Электронный ресурс] // Tadviser: Государство. Бизнес. ИТ. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2017. – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9%2C_IoT%2C_M2M_%28%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA%2, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.07.2017).

4. Интернет вещей. Практические кейсы: компании на передовой онлайн экономики. Ч. 2 [Электронный ресурс] / Amer. intern. group, Inc. (AIG) // Фориншурер. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2004–2017. – Режим доступа: http://forinsurer.com/files/file00578.pdf, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 24.07.2017).

5. Крупин А. Российский рынок Интернета вещей: аналитика и прогнозы [Электронный ресурс] / А. Крупин // Servernews : все самое свежее из мира больших мощностей. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2010–2017. – Режим доступа: https://servernews.ru/929506, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.07.2017).

6. Семеновская Е. Индустриальный Интернет вещей. Перспективы Российского рынка [Электронный ресурс] / Е. Семеновская // Ростелеком. – Электрон. дан. – Москва, 2016. – Режим доступа: https://www.rostelecom.ru/projects/IIoT/study_IDC.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.07.2017).

7. Скрынник Е. Наша страна может накормить всю планету [Электронный ресурс] / Е. Скрынник // Комсомольская правда. – 2017. – 8 марта. – Режим доступа: https://www.ural.kp.ru/daily/26651.3/3670722/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращени: 24.07.2017).

УДК 331.5

ТРУДОВАЯ ЗАНЯТОСТЬ МОЛОДЕЖИ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Радковская Е.В., Кочкина Е.М.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург, e-mail: rev_urgeu@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы обеспечения трудовой занятости молодежи как одного из важных факторов развития современного российского общества. Обосновывается, почему аспект молодежной безработицы в общем спектре проблем занятости населения занимает одно из первых по значимости мест. Анализируются проблемы, возникающие у различных категорий молодых людей, пытающихся выйти на рынок труда. Приводятся статистические данные, отражающие изменение возрастного состава занятого населения с начала нынешнего века. Обосновывается различие между формированием рынка труда различных территориальных образований. Рассматриваются основные факторы, определяющие состояние молодежного рынка труда в рамках крупного российского города. Уделяется внимание вопросам улучшения профессиональной подготовки молодежных кадров, приводится видение мер, необходимость принятия которых уже назрела, для стабилизации положения в сфере трудовых отношений.

Ключевые слова: рынок труда, молодежная занятость, безработица, трудоустройство, крупный город

LABOR EMPLOYMENT OF YOUTH AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Radkovskaya E.V., Kochkina E.M.

Federal State Budget Higher Professional Educational Institution «Ural State University of Economics», Ekaterinburg, e-mail: rev_urgeu@mail.ru

The article deals with the problems of ensuring labor employment for young people as one of the important factors in the development of modern Russian society. The justification is given, why the aspect of youth unemployment in the general spectrum of problems of employment of the population occupies one of the first places of importance. Problems that arise in different categories of young people trying to enter the labor market are analyzed. Statistical data are presented that reflect the change in the age composition of the employed population since the beginning of this century. The distinction between the formation of the labor market of different territorial entities is substantiated. The main factors determining the state of the youth labor market within a large Russian city are considered. Attention is paid to problems of improvement of professional training of youth frames is given, the vision of measures is presented, the necessity of which acceptance already has ripened, for stabilization of a position in an orb of the labour ratioes.

Keywords: labor market, youth employment, unemployment, job employment, large city

Сфера занятости населения является важным объектом системы общеэкономических задач, стоящих перед любым государством практически в любом экономическом периоде. Наиболее пристальное внимание вызывает такой ее аспект, как безработица, в особенности безработица в среде экономически активного населения [1, с. 42–49, 2, с. 825–837], при этом наиболее остро проблема стоит в так называемых депрессивных районах.

Аспект молодежной безработицы в общем спектре проблем занятости населения занимает одно из первых по значимости мест [3, с. 15–19]. Это обусловлено рядом объективных и вполне очевидных причин. Молодежь, как одна из составляющих рынка труда в целом, является, пожалуй, требующей наиболее пристального внимания частью населения. Во-первых, граждане в возрасте до 30 лет, как правило, относятся к экономически активному населению, т.е. могут быть включены в состав совокупной рабочей силы страны, квалифицированное трудоустройство которой является основной задачей служб занятости. Хотя, безусловно, неверно сбрасывать со счетов и проблемы той группы молодежи, которая в силу каких-либо причин не может быть отнесена к экономически активному населению – к числу лиц, участвующих (реально или потенциально) в производстве товаров и услуг. В частности, такими причинами могут быть врожденная или приобретенная нетрудоспособность.

Во-вторых, молодежь является наиболее активной частью трудоспособного населения, способной к выполнению большого числа работ – как квалифицированных, требующих от работника наличия определенных навыков и умений, так и неквалифицированных, условием выполнения которых служит только соответствующее физическое состояние. Достаточно хорошая физическая форма, сравнительно высокий порог усталости, физическая выносливость, хорошая реакция делают молодежную часть трудоспособного населения наиболее пред-

почтительной для выполнения работ, требующих значительных физических нагрузок. В частности, для выполнения работ в условиях неблагоприятной окружающей среды, посменных, ночных работ.

Трудовые стремления молодых граждан градируются в зависимости от их отношения к получению профессионального образования. Часть молодежи предпочитает не утруждать себя получением какого-либо специального образования и трудиться на работах, не требующих специфических, получаемых в учебных заведениях знаний и умений. При условии нормальной оплаты труда такие люди готовы трудиться на государственных предприятиях, однако во многих случаях они предпочитают деятельность в сфере частного предпринимательства, включая производство товаров для рынка, по бартерным каналам и для личного пользования. При обращении в государственные службы занятости такие люди, как правило, могут рассчитывать на предложение неквалифицированных, не слишком высоко оплачиваемых работ и поэтому в основном решают проблему своего трудоустройства самостоятельно. К сожалению, в эту группу входят и те лица, которые желали бы получить образование, но в силу определенных причин не смогли сделать этого и к моменту необходимости трудоустройства не имеют специальности.

Другая часть молодежи осознает необходимость обучения на курсах, в средних специальных и высших учебных заведениях, а также регулярного до- или переобучения в целях повышения квалификации. Эти лица сознательно выбирают профиль и уровень получаемого ими образования и имеют достаточно хорошие шансы на получение работы, соответствующей их специальности. Конечно, и в среде обучающейся молодежи существует круг людей, стремящихся в большей мере не к получению знаний и трудовых навыков, а решающих при помощи учебных заведений иные личные проблемы. Как правило, этот круг лиц не проявляет должной заинтересованности в процессе обучения, не демонстрирует высокого уровня знаний и в результате, при не лучшем – в качественном плане – документе о полученном образовании и вялом интересе к производственному процессу, имеет более низкие шансы на соответствующую работу.

Однако в любом случае в кадрах, проявляющих желание и способность к обучению, многие предприятия заинтересованы больше, нежели в тех, кто не желает проходить обучение. Поэтому аспект обучаемости молодежи очень важен при рассмотрении общей проблемы ее занятости.

При этом все группы молодежи, вне зависимости от их профессиональной подготовки, как правило, проявляют более высокую активность и способность, при необходимости, к перемене места работы, что тоже немаловажно, если иметь в виду те работы, которые требуют переездов и командировок.

Наконец, в-третьих, молодежь является наиболее проблемной частью общества, в частности, в вопросах трудоустройства. С одной стороны, достаточно высоки запросы молодых граждан, желающих получить работу, которая обеспечивала бы достаточно высокий уровень жизни при имеющем иногда место несоответствии этой работе опыта потенциального работника и его квалификации. С другой стороны, молодежь всегда являлась наиболее взрывоопасной и криминализированной частью общества. Достаточно велик процент молодых людей, не желающих по тем или иным причинам трудиться на благо общества или не желающих решать проблему своего трудоустройства при помощи государственных служб занятости населения. В какой-то мере это обусловлено не очень эффективной работой этих служб, не всегда имеющих возможность предоставить работникам устраивающие их условия для производственной деятельности.

Несомненно, по сравнению с молодыми людьми, в нашем обществе есть категории граждан, гораздо сильнее нуждающихся в государственной защите – старики, дети, малообеспеченные граждане, многодетные семьи и многие другие, однако если в этом случае речь идет о помощи со стороны государства в поддержании хотя бы минимально приемлемого жизненного уровня, то молодежи требуется скорее поддержка в начале ее трудового пути.

Все эти аспекты обостряют необходимость наиболее пристального внимания к вопросам трудоустройства молодежи [4, с. 30–33].

Не подлежащая сомнению актуальность решения затронутой проблемы породила различные концептуальные и методологические подходы к разрешению вопросов, возникающих при рассмотрении темы молодежной безработицы и трудоустройства молодежи. Многие российские и зарубежные экономисты считают своим долгом уделить внимание этому разделу экономической и социальной жизни общества [5, с. 82–86].

Большинство экономистов отмечает необходимость разработки конкретных мер для снятия напряженности в сфере молодежной безработицы с учетом региональных особенностей рассматриваемой

проблемы. В частности, нужно учитывать причины, порождающие безработицу среди определенных слоев населения (в частности, среди молодежи) в конкретном регионе, с его конкретными природно-климатическими, географическими, социальными и прочими условиями жизни в данной местности. Не вызывает сомнений утверждение, что безработица в различных по своему положению регионах определяется зачастую совершенно различными причинами и ее корни надо искать, сообразуясь с особенностями жизни, а соответственно, и формирования, и функционирования рынка труда рассматриваемого региона.

Мы рассматриваем уровень молодежной безработицы как один из факторов социальной и экономической депрессивности. По мнению большинства экономистов, определенный уровень естественной безработицы способствует стабилизации жизни общества, обеспечивает необходимую конкуренцию в сфере трудовых ресурсов, стимулирующую трудоспособное население к повышению профессиональной квалификации, что, в свою очередь, определяет качественное улучшение производительности труда в экономике в целом. Однако молодежная безработица, на наш взгляд, является однозначно негативным показателем в общей норме безработицы.

Это определяется, в частности, основными причинами неудовлетворительного трудоустройства молодежной части общества. В первую очередь невозможность для молодежи найти подходящую работу по специальности означает низкое качество маркетинга в области профессиональной подготовки на государственном уровне. В самом деле, обучение чрезмерно большого количества специалистов престижным на данный момент профессиям не оправдано с точки зрения заполнения рынка труда даже ближайшего будущего. Востребованность (а порой и гипервостребованность) специалистов отдельных профилей в текущий момент и, соответственно, приток молодежи в образовательные учреждения именно на эти специальности может обернуться через несколько лет (например, к моменту окончания молодыми людьми курса обучения) отсутствием рабочих мест в необходимом для всех желающих объеме. Соответственно, часть выпускников, не желая того, пополнит собой армию безработных, что, помимо прочих отрицательных последствий (таких, в частности, как негативное моральное мироощущение невостребованных молодых специалистов), создает необходимость для государства вкладывать дополнительные – и немалые – средства в содержание и переобучение значительного количества нетрудоустроенных граждан. Возможен и альтернативный вариант: не нашедшие работу по полученной специальности молодые граждане станут искать ее в доступных им сферах деятельности, подчас в сфере теневой экономики.

Еще более горькой оказывается оборотная сторона этой медали. Отток молодых специалистов (а именно молодежь охотнее всего готова получать необходимое образование) в отдельные отрасли народного хозяйства создает дефицит кадров в остальных, особенно базовых, производственных отраслях. Несмотря на предпринимаемые государством в последние годы меры, конкурс при поступлении в вузы на гуманитарные специальности по-прежнему превосходит конкурс на общетехнические специальности, где, несомненно, труднее учиться, но которые призваны обеспечить кадрами производственную базу региона. Одним из следствий такого положения является затрудненность замены морально устаревшего производственного оборудования из-за отсутствия способных работать на нем специалистов, обладающих свежими знаниями, сложность обновления технологий. Да и в принципе, увеличение среднего возраста работников производственных предприятий сопровождается снижением темпов прогрессивного развития этих предприятий.

Очевидно, что подобное положение с трудоустройством, когда, с одной стороны, молодежь не может получить желаемую работу, а с другой – предприятия не могут найти необходимых им работников, недопустимо. Ведь именно трудовые усилия молодежи определяют возможный прогресс общества, и именно молодежь, как никакой другой слой общества, готова прикладывать максимум усилий для достижения этого прогресса.

В силу ряда причин, одной из которых является увеличение средней продолжительности жизни в нашей стране и, соответственно, среднего возраста занятого населения (с 39,3 лет в 2000 г. до 40,8 лет в 2017 г, т.е. на 3,3%), кажется естественным рассматривать слой молодежи в более широком аспекте. Кроме упомянутого, среди таких причин следует отметить отношение граждан к своей профессиональной подготовке – осознание, возможность и способность приобретения необходимых знаний и повышение как общего образовательного уровня, так и конкретных квалификационных навыков. Надо отметить повышение интереса к обучению в последние годы не только среди граждан, традиционно

относимых к группе молодежи, но и среди людей, достигших более зрелого возраста. Несмотря на различные побудительные мотивы, стоит заметить, что достаточно большой процент лиц в возрасте старше 30 лет довольно активно стремится повысить свой профессиональный уровень, в частности путем получения дополнительного образования. Кроме того, нельзя упускать из вида и расширение круга лиц, желающих продолжать трудиться и после достижения пенсионного возраста. Эта тенденция подтверждается и ожиданием скорого принятия закона об увеличении возрастных пенсионных границ.

В таблице [6, с. 176] приведены статистические данные о составе занятого населения в среднем по Российской Федерации по возрастным группам, иллюстрирующие ранее высказанные нами положения.

Из таблицы видно, что доля занятой молодежи среди групп населения в наиболее активном трудоспособном возрасте (20–60 лет) – почти самая низкая, и, более того, начиная с 2011 г. заметна явная тенденция к ее дальнейшему снижению. Вряд ли это свидетельствует лишь об уменьшающемся желании молодежи включаться в трудовую деятельность и подтверждает необходимость более плотно заняться проблемами трудоустройства именно этой категории граждан.

Как уже упоминалось, решение проблем трудоустройства молодежи должно учитывать специфические особенности рассматриваемого региона, акцентируя внимание не на общих для всех территорий чертах, а на отличительных особенностях конкретного региона, поскольку именно они определяют конкретные меры, предпринимаемые для улучшения ситуации. Это наиболее актуально для территорий, где экономические проблемы в целом – и трудности функционирования рынка труда в частности – встают особенно остро. Это те территории, где тяжелое экономическое положение во многих сферах усугубляется большими сложностями структурной перестройки. В первую очередь это касается монофункциональных городов и поселков, где одно крупное предприятие полностью обеспечивает не только трудоустройство населения, но и социальную инфраструктуру.

Отдельного анализа, безусловно, заслуживает организация функционирования рынка труда крупных и крупнейших городов, поскольку имеет специфические особенности по сравнению с рынком труда в сельской местности или в малых городах и играет значительную роль в формировании совокупной рабочей силы, экономически активного населения страны. В составе общего количества безработных процент безработных среди городского населения практически в два раза выше, чем среди сельского (66,3 и 33,7 соответственно в 2015 г.; 66,1 и 33,9 – в 2016 г.; 63,4 и 36,6 – в 1 кв. 2017 г.) [6, с. 186; 7].

Основными факторами, определяющими состояние молодежного рынка труда в рамках крупного российского города, являются:

– наличие большого числа средних специальных и высших учебных заведений, как государственных, так и негосударственных;

– достаточно высокий культурный уровень населения, историческое и культурное наследие многих поколений;

– в целом сформировавшийся и разветвленный рынок труда; наличие достаточно большого количества рабочих мест; постоянная потребность в большом числе работников в различных сферах производства товаров и услуг;

– высокая конкуренция на рынке труда;

– более высокий уровень жизни и стоимость жизни;

– высокий уровень производства; наличие сложных и передовых технологий;

– довольно большая политическая активность населения;

– высокий уровень криминальной активности и другие.

В этих условиях трудоустройство молодежи как активной части населения, производящей общественный валовой продукт, имеет громадное значение, а проблема молодежной безработицы приобретает особенную остроту и требует, по возможности, быстрого решения.

На основании анализа городского молодежного рынка труда можно предложить следующие рекомендации по вопросу трудоустройства молодежной части населения:

– изменение подхода – в плане более серьезного и глубокого отношения – к профессиональной ориентации молодежи в рамках получения общего среднего образования и последующего поиска места работы;

– восстановление и расширение сети средних специальных учебных заведений (это особенно важно, поскольку в составе занятого населения доля лиц с высшим образованием составляет 33 %, а со средним специальным – 45 % [7]);

– применение мер по повышению престижа общественно необходимых профессий;

– углубленное изучение проблем и стремлений молодежи по части трудоустройства, создание отделов молодежной безработицы.

Состав занятого населения по возрастным группам
(по данным выборочных обследований рабочей силы; в процентах к итогу)

Год	Возраст занятых, лет						Средний возраст, лет
	15–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–72	
2000	2	21	27,2	30,3	14,1	5	39,3
2005	2,1	22,3	24,1	29,4	18,1	3,9	39,6
2006	2	22,4	24,2	28,6	19,2	3,6	39,7
2007	1,8	22,8	24,1	27,8	19,9	3,6	39,7
2008	1,8	23,3	24,2	27	20	3,7	39,6
2009	1,3	23,2	24,5	26,4	20,6	4	39,9
2010	1,1	23,3	24,9	26	20,9	3,8	39,9
2011	0,9	23,5	25,1	25,2	21,1	4,2	40
2012	0,7	22,6	26	23,9	22,1	4,6	40,3
2013	0,7	22,7	25,9	23,9	22,1	4,7	40,3
2014	0,6	22,3	26,3	23,7	22,2	4,8	40,4
2015	0,6	21,5	26,9	23,6	22,3	5,1	40,6
2016	0,6	20,9	27,4	23,7	22,1	5,3	40,7
1 кв. 2017	0,5	20,1	28,1	24,2	21,8	5,1	40,8

Проведенный анализ дает основания сделать логичный вывод о необходимости разработки программы по предупреждению молодежной безработицы, в которой будет разработан комплекс мероприятий по квалифицированной подготовке и трудоустройству молодежи, а также по профилактике молодежной безработицы.

Хотелось бы выразить надежду, что проведение таких профилактических мероприятий по предупреждению молодежной безработицы (необходимость которых давно назрела) даст эффективные результаты и повлияет на стабилизацию рынка труда и повышение экономической стабильности общества в целом.

Список литературы

1. Куклин А.А. Состояние трудового капитала регионов России в контексте исследования национального человеческого капитала / А.А. Куклин, И.А. Гурбан // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2012. – № 4 (42). – С. 42–49.

2. Молокова Е.Л. Концептуальные подходы к исследованию общенационального рынка услуг / Е.Л. Молокова // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 11–2 (76–2). – С. 825–837.

3. Радковская Е.В. Проблема молодежной безработицы: причины и пути решения / Е.В. Радковская, Е.М. Кочкина // «Достойный труд – основа стабильного общества»: материалы VI Международной научно-практической конференции: в 2 томах. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2014. – С. 15–19.

4. Ткаченко И.Н. Регулирование рынка труда и занятости молодежи / И.Н. Ткаченко // Управленец. – 2012. – № 5–6. – С. 30–33.

5. Старик И.Н. Проблема трудоустройства как ограничение возможностей городской и сельской молодёжи / И.Н. Старик // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6–1. – С. 82–86.

6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Р32 Стат. сб. // Росстат. – М., 2016. – 1326 с.

7. Итоги выборочного обследования рабочей силы / Федеральная служба государственной статистики. [М.], 2016; 1 квартал 2017. URL: http://www.gks.ru/ wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140097038766 (дата обращения: 15.08.2007).

УДК 338.439.6

АНАЛИЗ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЕГИОНА

Таршилова Л.С., Ержанова Ж.К.

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Уральск, e-mail: tarshilova@mail.ru

Проведен анализ продовольственной обеспеченности Западно-Казахстанской области. Специфические особенности региона обусловили территориальные различия в уровне продовольственной обеспеченности. На основе рассчитанных душевых показателей потребления основных продуктов питания, самообеспечения определены группы продуктов питания, по которым уровень обеспечения ниже 100 %. Регион испытывает дефицит по ряду продуктов, что усиливает импортозависимость. Доля населения, калорийность питания которого ниже минимально допустимого, сократилась. По показателям пищевой депривации регион относится к категории «очень низкий». Ведущим межотраслевым комплексом региона является агропромышленный, специализирующийся на производстве зерновых культур, мяса и продукции их переработки. Недостаточное развитие третьей сферы регионального комплекса сдерживает обеспечение населения продовольствием. Дальнейшее развитие региона предполагает оптимальное использование ресурсного потенциала и механизма государственной поддержки агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: регион, агропромышленный комплекс, продовольственная обеспеченность, самообеспечение, нормы потребления

ANALYSIS OF FOOD SECURITY IN THE REGION

Tarshilova L.S., Erzhanova Zh.K.

NAO «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University», Uralsk, e-mail: tarshilova@mail.ru

The analysis of food security in West Kazakhstan region. Specific features of the region caused by territorial differences in the level of food security. Calculated on the basis of per capita consumption of basic food self-sufficiency of defined food groups for which the level of the security is less than 100 %. The region is in deficit on a number of products, which increases the dependence on imports. Proportion of population with calorie intake below minimum decreased. The indicators of food deprivation, the region is classified as «very low». Leading interdisciplinary complex of the region is agroindustrial, specializing in the production of cereals, meat and products of their processing. Insufficient development of the third area of the regional complex inhibits the food. Further development of the region requires the optimum use of the resource potential and mechanism of state support of agroindustrial complex.

Keywords: region, agroindustrial complex, food security, self-sufficiency, rate of consumption

Продовольственное обеспечение населения остается актуальной проблемой социально-экономического развития регионов Казахстана, поскольку должно гарантировать населению продовольственную независимость, доступность продуктов питания за счет внутренних источников по научно обоснованным нормам, доступным ценам и в объеме, необходимом для обеспечения нормальной жизнедеятельности. Сложные задачи поставлены перед Западно-Казахстанской областью, которая должна улучшить самообеспечение потребностей своего населения в основных продуктах питания. Это предполагает максимальное использование всех ресурсов, местных резервов и источников продовольствия. Рассмотрение продовольственной обеспеченности Западно-Казахстанской области, как приграничного региона, в аспекте общей экономической безопасности важно с точки зрения отражения реальных тенденций развития аграрного производства, состояния внутреннего рынка и положения на нем потребителей, определения степени вовлеченности и зависимости экономики от мирового рынка продовольствия, использования механизма стратегии с учетом внутренних и внешних факторов развития региона.

Проблема продовольственного обеспечения страны и ее регионов усложняется в связи со вступлением Казахстана в ВТО и ЕАЭС, поскольку агропромышленный комплекс не может конкурентно развиваться в рамках установленных этими организациями условий, сказывается сильное давление импорта продовольствия на региональные рынки. Проблема продовольственной безопасности относится к числу достаточно интенсивно исследуемых проблем, как в Казахстане, так и за рубежом [1–4].

Цель исследования – провести анализ продовольственного обеспечения населения Западно-Казахстанской области и определить направления его улучшения.

Материалы и методы исследования

Методология настоящего исследования базируется на системно-структурном подходе к концепциям продовольственной безопасности и обеспечения населения. Рассмотрение этих вопросов осуществлялось с помощью теоретического анализа имеющихся

представлений о продовольственном обеспечении и самообеспечении регионов. В качестве исходных материалов были использованы статистические данные социально-экономического развития Западно-Казахстанской области и ее административных районов [5]. Для анализа самообеспеченности населения Западно-Казахстанской области рассчитаны показатели потребления его в основных продуктах питания, в том числе на душу населения. При выполнении расчетов использовались национальные нормы потребления [6]. Уровень обеспеченности Западно-Казахстанской области определен такими показателями, как отношение производства продукции сельского хозяйства к национальной норме потребления Республики Казахстан. При проведении оценки комплексных характеристик продовольственной обеспеченности региона учитывалась совокупность определяющих ее факторов с выделением уровня и степени продовольственной безопасности, состояние продовольственного рынка и его территориальное развитие [1]. При изучении динамики социально-экономических показателей использовались математические и статистические методы.

Результаты исследования и их обсуждение

Продовольственная обеспеченность региона – составная часть его социально-экономической безопасности, предполагающая такое состояние агропродовольственной системы, которое (при условии отсутствия сокращения государственного продовольственного резерва) обеспечивает население по доступным ценам экологически чистыми и полезными для здоровья продуктами питания отечественного производства в объеме не ниже 80%, энергетическая полезность которых не ниже 75% от научно обоснованных норм [2].

При оценке уровня обеспеченности населения региона продовольствием необходимо учитывать всю совокупность условий и факторов: особенности социально-экономического и геополитического положения, агроклиматические условия, уровень комплексности территории, характер и уровень развития агропромышленного производства, сформированность продовольственного рынка, сложившаяся система внутрирегиональной и межрегиональной интеграции. Системообразующим фактором формирования продовольственной обеспеченности области является АПК, все структурные элементы которого ориентированы на решение проблемы обеспечения продовольственной независимости региона. Валовой выпуск продукции сельского хозяйства области в 2016 г. составил 63,3 млрд тенге, в том числе продукции растениеводства – 14,6 млрд тенге, животноводства – 48,5 млрд тенге. Индекс физического объема валовой продукции в 2016 г. к соответствующему периоду прошлого года составил 106,7%, растениеводства – 119,2%, животноводства – 103,5%.

В практике многие страны мира для оценки уровня и качества жизни населения области используют показатель прожиточного минимума. В Казахстане «черта бедности» рассчитывается, исходя из уровня располагаемого дохода, ниже которого человек считается бедным. Так, 2016 г. черта бедности в республике определена в размере 40% от прожиточного минимума. Его величина составила 22859 тенге, соответственно, «черта бедности» в стране составила 9143,6 тенге [7]. Величина прожиточного минимума населения Западно-Казахстанской области за 2016 год составила 18 905 тенге на душу населения, на 18,9% выше минимума 2012 г. Наибольший рост с 2012 г. по 2015 г. наблюдается в Каратюбинском районе – на 4,9% выше областного уровня, а также в Бурлинском районе- 2,9% и в Теректинском районе – 2,7%. В областном центре этот показатель ниже на 1,1%.

Основополагающим условием достижения продовольственной обеспеченности являются доходы населения и сокращение масштаба бедности населения области, который определяет экономическую доступность продовольствия. Среднедушевые доходы населения в 2016 г. составили 64 317 тенге, увеличившись по сравнению с соответствующим периодом 2012 г. на 35,5%. Реальные денежные доходы населения в 2016 г. уменьшились на 3,2%, а номинальные денежные доходы – на 4,8%. Доля населения, имеющего доходы ниже величины прожиточного минимума, в 2016 г. составила 3,7%, тогда как в 2012 г. этот показатель составил 8,2%, наблюдается снижение этого показателя более чем в 2 раза за 5 лет. Следует отметить, что доля населения, имеющего доходы ниже величины прожиточного минимума, сокращается. Происходит значительное уменьшение доли сельского населения, имеющего доходы, используемые на потребление, ниже величины прожиточного минимума в 2016 г. по сравнению с 2012 г. на 61,6%, что является довольно существенным и говорит о росте денежных доходов сельского населения. Для городского населения также сохраняется тенденция уменьшения с 2,8% до 1,6%, то есть на 42,9%. Доходы населения, используемые на потребление, увеличились на 40,2%, с 315 165 тенге до 442 170 тенге. Наибольший рост зафиксирован в городской местности, где показатель в 2016 г. равен 497 380 тенге, немного отстает сельская местность – 387 387 тенге. Низкие доходы населения сдерживают потребительский спрос, что, в свою очередь, отражается на

развитии внутренних рынков товаров и услуг. И наоборот, растущая покупательская способность доходов населения стимулирует потребительский рост и определяет темпы развития рынков товаров и услуг.

Анализ покупательской способности среднедушевых денежных доходов населения показывает, что, за исключением овощей, наблюдается ее увеличение. Потребительские расходы на продовольственные товары в большинстве случаев рассматриваются как необходимые, но в основном они растут быстрее, чем расходы на непродовольственные товары (табл. 1).

Более того, наибольшую долю в структуре потребления продуктов питания занимает мясо, мясо птицы и рыбы. В 2016 г. их доля составила 15,2%. На втором месте по удельному весу в структуре потребления продуктов питания находятся хлеб и хлебопродукты (7,1%), далее следуют фрукты и овощи, молочные продукты и яйца. Непродовольственные товары выступают предметом «роскоши», так как на них приходится 29,7% расходов, в то время как, расходы на потребительские товары более чем в 2 раза выше – 47,5%. Это указывает на то, что показное потребление, не обусловленное рациональными нуждами, наиболее сильно проявляется именно в группе непродовольственных расходов.

Доля расходов на потребительские товары уменьшилась по сравнению с 2012 г. на 6,7%, по мере увеличения расходов на непродовольственные товары на 9,1%. Основной причиной увеличения расходов на непродовольственные товары и услуги является снижения платежеспособного спроса населения в результате роста цен и сокращения реальных доходов. Наряду с ростом цен на продукты питания, на величину спроса негативно влияет рост цен на услуги населению, прежде всего на жилищно-коммунальные услуги.

Также сохраняется региональная дифференциация в потреблении энергетической ценности и потреблении основных продуктов питания на душу населения области (табл. 2).

Доля населения, калорийность питания которого ниже минимально допустимого уровня, в 2016 г. сократилась в 7,6 раза. Минимальные потребности в энергетической ценности в ккал/в день находятся практически на одном уровне, тогда как ценность потребленных продуктов питания увеличилось на 4,3%. Доля населения, калорийность питания которого ниже минимально допустимого уровня, составляет 2,8% населения.

При анализе продовольственной безопасности используется показатель пищевой депривации. Регион можно считать безопасным с точки зрения продовольственной обеспеченности в случае, если доля населения, страдающего от недоедания, менее 5% (очень низкая) [3]. В 2016 г. доля населения, калорийность питания которого ниже минимально допустимого уровня, в области составляет 3% населения, по сравнению с 2012 г. наблюдается снижение на 87%. Данные пищевой депривации свидетельствует о том, что Западно-Казахстанская область относится к категории «очень низкая».

Рассчитанные показатели самообеспеченности Западно-Казахстанской области представлены в табл. 3.

Таблица 1

Структура потребительских расходов населения Западно-Казахстанской области в 2016 г., в%

Показатели	Всего	В том числе	
		В городской местности	В сельской местности
Потребительские расходы	100	100	100
Продовольственные товары	47,5	46,3	49,1
продукты питания	43,5	42,4	45,1
из них:			
хлеб и хлебопродукты	7,1	5,7	9,2
мясо, птица и рыба	15,2	16,9	13
молочные продукты и яйца	5,2	5,8	4,2
масла и жиры	2,5	2,2	2,9
фрукты и овощи	7,1	6,6	7,8
Непродовольственные товары	29,7	28,9	31
Платные услуги	22,8	24,8	19,9

Примечание. Составлено авторами по данным Департамента статистики Западно-Казахстанской области [5].

Таблица 2

Потребление основных продуктов сельского хозяйства на душу населения в Западно-Казахстанской области, кг

	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. к 2011 г., в%
Мясо и мясопродукты	61	62	64	67	69	113,2
Молоко и молочные продукты	212	196	215	215	221	104,3
Яйца (штук)	116	126	135	138	146	125,9
Овощи и бахчевые культуры	80	73	78	77,4	79	98,8
Картофель	45	45	48	46,5	47	106,5
Хлебопродукты и крупяные изделия	121,9	122,8	124,2	123,6	124,6	102,2
Масла и масляные культуры	11,3	12,6	18,8	18,1	18,2	161,1
Сахар и кондитерские изделия	29,3	29,6	38,1	38,3	39,1	133,4

Примечание. Составлено авторами по данным Департамента статистики Западно-Казахстанской области [5].

Таблица 3

Оценка самообеспеченности населения Западно-Казахстанской области основными продуктами питания

Продукты питания	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в% к 2012 г.
Производство, кг						
Мясо и мясопродукты	62	58	59	58,7	67,3	108,5
Молоко и молочные продукты	369,6	362	361,9	358,2	354,6	95,9
Яйцо (штук)	224,3	221,4	225,1	250	235	104,7
Овощи и бахчевые культуры	82	88,1	91,9	91,6	96,2	117,3
Картофель	89,9	92,3	103,3	102,8	108	120,1
Зерновые и бобовые культуры	567	209,3	321,3	357	150,6	26,5
Уровень обеспеченности,%						
Мясо и мясопродукты	98,4	86,5	83	79,3	86,2	87,6
Молоко и молочные продукты	101,2	96,5	94,7	90,6	88,2	87,1
Яйцо (штук)	102	94,2	93	98	88,6	86,9
Овощи и бахчевые культуры	115,4	122,3	125,8	122,1	124,9	108,1
Картофель	97,7	98,1	111	108,2	108	110,5
Зерновые и бобовые культуры	468,6	190,2	282,3	324,5	138,2	29,4
Избыток (+), недостаток (–) производства, кг						
Мясо и мясопродукты	– 1	– 9	– 12	– 15,3	– 10,7	107
Молоко и молочные продукты	4,6	– 13	– 20,1	– 36,8	– 47,4	– 103
Яйцо (штук)	4,3	– 13,6	– 16,9	– 5	– 30	– 69,7
Овощи и бахчевые культуры	11	16,1	18,9	16,6	19,2	174,5
Картофель	– 2,1	– 1,7	10,3	7,8	8	– 38
Зерновые и бобовые культуры	446	99,3	208,3	247	41,6	93,3

Примечание. Составлено автором по данным Департамента статистики Западно-Казахстанской области [5].

Показатель самообеспеченности с 2012 по 2016 гг. показывает увеличение уровня обеспеченности картофелем на 10,5%, овощами и бахчевыми культурами на 8,1%. Обеспеченность зерновыми и бобовыми культурами за последнее пятилетие уменьшилась на 70,6%. Избыток производства отмечается в овоще-бахчевых, недостаток увеличился в производстве мяса и мясопродуктов, яиц и картофеля.

Одним из критериев продовольственной обеспеченности региона является уровень импортозависимости. Существует определенный уровень импорта, превышение которого свидетельствует об угрозе продовольственной безопасности и чрезмерной

импортозависимости. Безопасным является уровень производства 75–80 % общего объема продуктов питания отечественными товаропроизводителями [1]. В Западно-Казахстанской области доля импорта в продовольственных товарах отмечается по таким продуктам, как картофель (более 80 %), а также молоко и молочные продукты (более 35 %). Согласно статистическим данным в 2016 г. было импортировано 432,3 картофеля и 431,8 тыс. тонн молока и молочных продуктов. Высокий уровень собственного производства и незначительные объемы импорта в 2016 г. характерны для мяса и молочных продуктов, овощей, бахчевых культур и яиц.

Выводы

Изучение сложившейся системы продовольственного обеспечения региона свидетельствует о том, что учитывая специализацию административных районов, сложившуюся территориальную организацию агропромышленного комплекса, оптимизацию сырьевых зон перерабатывающих предприятий, наметившиеся сдвиги в продовольственном самообеспечении, положительная динамика в потреблении продуктов питания будут наблюдаться и в ближайшей перспективе. Дальнейшее наращивание продовольственных фондов подчинено задаче более полного удовлетворения потребностей населения в продуктах питания в соответствии с научно обоснованными нормами питания. При этом необходим территориально-дифференцированный подход к разработке норм потребления различных продуктов с учетом исторически сложившихся, национальных и других особенностей питания в регионе. Дальнейшие исследования будут основаны на разработке методических рекомендаций увеличения продовольственного самообеспечения за счет реализации политики импортозамещения.

Список литературы

1. Алтухов А.И. Продовольственная безопасность страны и её оценка // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2008. – № 5. – С. 1–5.

2. Зубараев А.Е. Государственные меры по обеспечению продовольственной безопасности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 2. – С. 43.

3. Кайгородцев А.А. Экономическая и продовольственная безопасность Казахстана (вопросы теории, методологии, практики). – Алматы, 2010. – 445 с.

4. Маценович И.Л., Ходачек А.М. Продовольственная безопасность и продовольственная политика. – СПб., 2010. – 326 с.

5. Сельское хозяйство Западно-Казахстанской области: стат. сб. / Департамент статистики Западно-Казахстанской области. – Уральск, 2016. – 104 с.

6. Об утверждении Правил расчета величины прожиточного минимума и установлении фиксированной доли расходов на непродовольственные товары и услуги / Совместный приказ и.о. Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 27 июля 2015 года № 623 и и.о. Министра национальной экономики Республики Казахстан от 31 июля 2015 года № 585. // сб. законодательных актов РК. – Астана. – 2015.

7. Регионы Казахстана: стат. сб. / Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. – Астана, 2016. – 33 с.

УДК 332.13

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ РЕГИОНОВ ТРАНСГРАНИЧНОГО БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ

Чибилёв А.А. (мл.), Григоревский Д.В.

ФГБУН «Институт степи» Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург, e-mail: a.a.ml@mail.ru, grag92@mail.ru

В статье на основе сопряжённого анализа показателей социально-экономического развития дана интегральная оценка современного состояния регионов бассейна реки Урал. Трансграничный мезорегион бассейна реки Урал, административно-территориально включающий Республику Башкортостан, Челябинскую, Оренбургскую области Российской Федерации и Атыраускую, Западно-Казахстанскую, Актюбинскую области Республики Казахстан, играет ключевую роль в функционировании Российско-Казахстанского трансграничного пространства. Авторами выявлены диспропорции в количестве и плотности населения, развитии транспортной инфраструктуры, посевных площадей и т.д. Во многих приграничных муниципальных образованиях регионов трансграничного бассейна сформировались вызовы низкой плотности сельского населения, невостребованного земельного фонда, больших расстояний. Эти и другие факторы обусловили целый ряд проблем, связанных с высокой разобщённостью пространства, сдерживающих социально-экономическое развитие территорий различного уровня. Выявлены факторы благоприятные для реализации интеграционных процессов, в том числе в рамках инициативы экономического пояса Шёлкового пути и международного сотрудничества ЕАЭС. Освещаются проблемы трансграничного использования водных ресурсов. Сформулированы выводы и предложения по устойчивому развитию трансграничной территории бассейна реки Урал.

Ключевые слова: бассейн реки Урал, социально-экономическое положение, российско-казахстанское приграничье, мезорегион, ВРП, интеграционные процессы, ЕАЭС

INTEGRAL ESTIMATION OF THE TRANS-BORDER RIVER URAL RIVER BASIN REGIONS' SOCIOECONOMIC MODERN STATUS

Chibilev A.A. (jr.), Grigorevskiy D.V.

Institute of Steppe of the Ural branch of the RAS, Orenburg, e-mail: a.a.ml@mail.ru, grag92@mail.ru

In the article, an integrated assessment of the current state of the regions of the Ural River basin is given on the basis of the indicators of social and economic development conjugate analysis. The transboundary Ural River basin mesoregion, administratively and territorially including the Republic of Bashkortostan, the Chelyabinsk and Orenburg regions of the Russian Federation and the Atyrau, West Kazakhstan, Aktobe regions of the Republic of Kazakhstan plays a key role Russian-Kazakhstan transboundary space functioning. The authors have revealed disproportions in the number and density of the population, the development of transport infrastructure, sown areas, etc. In many border municipal formations of the regions of the transboundary basin, the challenges of the low density of the rural population, unclaimed land fund, large distances were formed. These and other factors have caused a number of problems associated with the high disunity of space, restraining socio-economic development of territories of different levels. The factors favourable for the implementation of integration processes were revealed, including those within the framework of the initiative of the economic belt of the Silk Road and international cooperation of the EAEU. Problems of transboundary use of water resources were covered. Conclusions and proposals for the sustainable development of the transboundary territory of the Ural river basin were formulated.

Keywords: Ural River basin, socio-economic situation, Russian-Kazakh border area, mesoregion, GRP, integration processes, EAEU

Более четверти века назад река Урал с распадом СССР получила статус межгосударственной трансграничной реки. Протяжённостью около 2,5 тыс. км, она образует сетью своих притоков бассейн общей площадью 231 тыс. км^2. Для бассейна реки Урал с 1991 г. установлен статус международного. В социально-экономическом развитии обширного российско-казахстанского пространства природно-ресурсный потенциал трансграничного мезорегиона бассейна реки Урал играет ключевую роль. Охватывая территорию двух соседних стран – России и Казахстана, исследуемый мезорегион характеризуется наличием трудовых и культурно-бытовых связей населения, общими транспортными и энергетическими коммуникациями, интеграционными процессами в сфере экономики и культуры. Вследствие этого, рассматриваемая территория представляет собой единую социально-экономическую геосистему [1]. В административно-территориальном отношении бассейн реки Урал расположен на территории 6 субъектов России и Казахстана. Зона непосредственного приграничного контакта состоит из Оренбургской, Актюбинской и Западно-Казахстанской областей, в периферийную зону входят Республика Башкортостан, Челябинская и Атырауская области [2] (рисунок).



Регионы трансграничного бассейна реки Урал

Общая площадь рассматриваемых шести регионов бассейна реки Урал составляет 925,6 тыс. км^2 (355,1 тыс. км^2 приходится на российскую часть мезорегиона, 570,5 тыс. км^2 – на регионы Казахстана), с населением около 11,6 млн человек (из которых около 9,5 млн проживают в российских регионах). Средняя плотность населения рассматриваемой территории составляет 12,5 чел/км^2. Диспропорции в количестве и плотности населения по разные стороны российско-казахстанской границы проявляются на фоне трансформации плотности расселения. Во многих приграничных муниципальных образованиях регионов трансграничного бассейна сформировались вызовы низкой плотности сельского населения, невостребованного земельного фонда, больших расстояний. Эти и другие факторы обусловили целый ряд проблем, связанных с высокой разобщённостью пространства, сдерживающих социально-экономическое развитие территорий различного уровня. В последние десятилетия во всех субъектах рассматриваемого мезорегиона наблюдается концентрация экономической активности близ городских округов, которая активизировала процессы субурбанизации. Всё это происходит на фоне сокращения численности сельского населения по абсолютной величине и снижения его доли.

Цель исследования

В результате сопряжённого анализа провести интегральную оценку современного состояния социально-экономического положения субъектов трансграничного мезорегиона бассейна реки Урал, выявить

перспективы реализации интеграционных проектов в рамках их устойчивого развития.

Материалы и методы исследования

По данным на 1.01.2016 доля сельского населения в целом по исследуемой территории составила 33,6% (по российским регионам – 31%, по казахстанским – 45%). В двух областях Казахстана численность сельского населения превышает численность городского (Западно-Казахстанская – 50,2%; Атырауская – 52,4%. Наибольшая доля городского населения отмечается в Челябинской (82,6%) и Актюбинской (62,4%) областях (таблица).

Увеличение доли городского населения, общая численность которого по мезорегиону в 2016 г. составила 7,7 млн человек, осуществляется не за счёт естественного прироста, а вследствие миграционных процессов. Диспропорция в количестве населения, различия в системе его расселения и современные демографические процессы обусловили существенное неравенство в количестве трудовых ресурсов российской и казахстанской территорий мезорегиона бассейна реки Урал. Общая среднегодовая численность занятых в экономике трёх российских субъектов в 2015 г. составила 4429,8 тыс. человек, что более чем в 4 раза превышает аналогичный показатель казахстанской части региона (таблица).

Одним из важнейших интегральных показателей оценки экономического развития регионов является валовой региональный продукт (ВРП). Общий ВРП мезорегиона бассейна реки Урал составляет около 84,5 млрд долларов (таблица) (сравним с ВВП Украины, Шри-Ланки, Анголы или Словакии). В российских субъектах средний показатель ВРП на душу населения составляет 5,2 тыс. долл. на человека, что ниже общероссийского показателя, в то время как соответствующий показатель в казахстанских субъектах превышает 16,8 тыс. долларов. Существенный вклад в данную диспропорцию вносит Атырауская область, благодаря преобладающей отрасли в экономике – нефтедобыче.

По объему отгруженных товаров собственного производства, как и по продукции сельского хозяйства, в бассейне реки Урал лидирующую позицию занимает Республика Башкортостан, обладая также максимальным показателем урожайности зерновых культур. При этом в данном субъекте доля 8 городских округов в совокупном показателе отгруженных товаров собственного производства составляет около 84% [7].

Как правило, показатель объёма отгруженных товаров собственного производства коррелируется с показателем инвестиций в основной капитал. По этому показателю среди 6-ти рассматриваемых субъектов лидером является Атырауская область (323,5 млрд руб.). наименьший показатель инвестиций в основной капитал на душу населения в 2015 г. отмечается в Челябинской области – 60,8 тыс. руб/чел.

Более благоприятные с точки зрения развития растениеводства и животноводства природные условия российской части бассейна реки Урал обусловили существенные диспропорции по отношению к казахстанской части в показателе посевных площадей. Посевные площади зерновых и зернобобовых культур одной только Оренбургской области почти в 5 раз превышают соответствующий показатель 3-х казахстанских субъектов. Поголовье крупного рогатого скота (КРС) российских регионов превышает казахстанское в 2 раза. Однако данный показатель в пересчёте на душу населения в рассматриваемых субъектах Республики Казахстан (0,5 гол. КРС/чел.) превышает показатель 3-х российских регионов (0,2 гол. КРС/чел.). С точки зрения социально-экономического развития некоторые выявляемые в ходе сопряжённого анализа, существующие диспропорций положительным образом влияют на востребованность экономического потенциала приграничных регионов, развитие интеграционных связей и повышение степени совместимости производственных процессов.

Благоприятные ландшафтные условия в плане коммуникационного и транспортного сообщения делают российско-казахстанское приграничье достаточно контактным. Однако в начале 2000-х годов обеими странами взят курс на снижение зависимости внутреннего транспортного сообщения от использования транспортной инфраструктуры соседнего государства. Наряду с этим обе страны участвуют в развитии интеграционного проекта в рамках китайской инициативы «Экономического пояса Шёлкового пути», главной задачей которого является развитие инвестиционной деятельности в транспортно-логистическом секторе.

Стоит отметить существующие диспропорции в развитии транспортной системы регионов мезорегиона бассейна реки Урал. Средняя густота автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием в рассматриваемых субъектах Республики Казахстан составляет всего 22,4 км путей на 1000 км^2 территории. Для сравнения, в российских регионах этот показатель варьируется от 167 км/1000 км^2 в Оренбургской области до 296 км/ 1000 км^2 в Республике Башкортостан. В Оренбургской, Западно-Казахстанской и Актюбинской областях наиболее остро проявляются проблемы некачественных дорог и больших расстояний между населёнными пунктами.

Приграничные субъекты России и Республики Казахстан нередко выступают взаимными конкурентами на внешним и внутреннем рынках. Вместе с тем использование различных природных, историко-культурных, социально-экономических и экономико-географических условий для диверсификации производства услуг вкупе с мультипликативным эффектом концентрации создает значительный потенциал трансграничного сотрудничества [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Существующий уровень российско-казахстанских отношений и интеграционные процессы создают предпосылки для дальнейшего сотрудничества в экономической, экологической, правовой, гуманитарной сферах в рамках ЕАЭС, благодаря чему регионы исследуемой территории могут стать полюсами роста экономик и субъектами устойчивого развития в условиях международной интеграции. Одним из стимулов такого развития может стать Международный транспортный коридор (МТК) «Западная Европа – Западный Китай», строительство которого уже закончено китайской и казахстанской сторонами. Прохождение МТК планируется по территории трех регионов трансграничного бассейна реки Урал: Республики Башкортостан, Оренбургской и Актюбинской области. Наличие скоростной магистрали в этом регионе будет способствовать увеличению как грузо-, так и пассажирооборота [9].

Основные показатели социально-экономического развития регионов трансграничного бассейна реки Урал в 2015 г. [3–6]

Субъект мезорегиона бассейна реки Урал	Площадь территории, тыс. км²	Численность населения, млн человек	Плотность населения, чел/км²	Доля городского населения, %	Доля сельского населения, %	Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.	ВРП, 2014 г., млрд руб.*	Объем отгруженных товаров собственного производства, млрд руб.*	Продукция сельского хозяйства, млрд руб.*	Инвестиции в основной капитал, млрд руб.*	Объем розничной торговли, млрд руб.*	Посевные площади зерновых и зернобобовых культур, тыс. га	Урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/га	Поголовье КРС, тыс. голов	Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, км путей на 1000 км² территории	Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, тыс. т
Российская Федерация																
Оренбургская область	123,7	1995	16,1	59,9	40,1	1022,3	731,3	726,8	106,1	168,8	278,4	2739,9	10,2	596,6	167,0	490,0
Республика Башкортостан	142,9	4071	28,5	61,8	38,2	1759,9	1248,8	1266,8	159,5	316,7	784,7	1757,1	17,8	1110,8	296,0	435,0
Челябинская область	88,5	3501	39,6	82,6	17,4	1647,6	992,9	1295,4	118,3	212,8	513,1	1277,9	13,4	285,3	195,0	627,0
Республика Казахстан																
Актюбинская область	300,6	835	2,8	62,4	37,6	420,0	462,6	223,2	36,4	77,0	90,6	313,4	5,6	384,9	18,1	134,3
Западно-Казахстанская область	151,3	637	4,2	49,8	50,2	318,8	490,6	286,5	23,4	80,5	43,0	260,1	6,6	470,5	30,6	110,7
Атырауская область	118,6	594	5,0	47,6	52,4	296,5	1124,8	757,4	12,9	323,5	36,9	0,5	7,6	150,5	18,7	55,1

Примечание. * – в сопоставимых ценах.

На территории мезорегиона бассейна реки Урал на современном этапе перспективы имеет развитие пересекающих границу коммуникационных путей, взаимодействие в селькохозяйственной сфере, а также развитие трансграничного туризма. Трансграничный туризм остаётся одной из потенциально перспективных сфер сотрудничества. К сожалению, многие программы в сфере туризма и рекреации на исследуемой территории остаются на сегодняшний день в статусе проектов. Ситуация может измениться при совместном решении на государственном уровне в том числе и вопросов связанных с экологией и охраной окружающей среды. Совокупный объём выбросов загрязняющих атмосферу веществ на рассматриваемой территории составляет более 1,8 млн тонн. Устойчивое социально-экономическое развитие исследуемого региона невозможно без решения экологических проблем в рамках трансграничного сотрудничества. Одна из важнейших проблем устойчивого развития территории заключается в трансграничном использовании водных ресурсов. Неудовлетворительное состояние бассейна реки Урал вызвано зарегулированием стока верхнего течения; вырубкой пойменных и водораздельных лесов; антропогенным воздействием; хозяйственной деятельностью предприятий газопромышленного комплекса, добычи и переработки нефтепродуктов, черной и цветной металлургии. Всё это является причиной деградации пойменной растительности, снижения уровня воды в реке, заиливания русла, сокращения биоразнообразия. Причем негативное влияние на состояние воды в р. Урал оказывают обе стороны [10]. Проблемы экологии реки Урал регулярно обсуждаются ученым сообществом на совместных конференциях и заседаниях. Последняя такая встреча состоялась в марте 2017 г. в городе Уральске на расширенном заседании «Бассейн реки Урал. Экология. Проблемы. Перспективы» в рамках реализации Соглашения между правительствами двух государств, подписанного в октябре 2016 г. в Астане, по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал [11].

Устойчивое развитие территории неотъемлемо связано с сохранением биоразнообразия. Отток населения от периферии и государственных границ, приводит к тому, что барьерная в миграционном аспекте граница становится контактной в природоохранном. К сожалению, инициативы по созданию новых охраняемых территорий, в качестве узлов формирования природно-заповедного каркаса в рассматриваемом регионе реализуются крайне медленно. Так, например, предложения по созданию ООПТ «Уральская урёма» как трансграничного природного резервата и международного биосферного заповедника были вынесены более 15 лет назад [12].

Наличие подобных резерватов и экологических коридоров для бассейна реки Урал крайне необходимо на современном этапе. В трансграничном бассейне давно происходят процессы обуславливающие деградацию экосистемы. Экологические факторы напрямую влияют на уровень социально-экономического развития территорий. Сегодня решение экономических и социальных проблем в регионе тесно связано с вопросами рационального природопользования. В этой сфере необходима разработка комплексной геоинформационной системы трансграничного бассейна реки Урал в разрезе субъектов Российской Федерации и Республики Казахстан, а также на уровне муниципальных образований и водохозяйственных участков. Необходимо создание информационно-справочной системы для пространственного анализа территории. Важным направлением исследований является выявление современных тенденций изменения компонентов социально-экономической трансграничной геосистемы бассейна реки Урал и динамики показателей, характеризующих развитие регионов в результате сопряжённого анализа их экономико-географического, социально-экономического и экологического положения, в связи с созданием Таможенного и Евразийского экономического союзов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ и администрации Оренбургской области в рамках научного проекта № 17-12-56005 «Интегральная оценка современного социально-экономического положения регионов трансграничного бассейна реки Урал на основе ГИС-анализа в связи с созданием Таможенного и Евразийского экономического союзов» по региональному конкурсу «Урал: история, экономика, культура» 2017 – Оренбургская область».

Список литературы

1. Колосов В.А., Мироненко Н.С. Геополитика и политическая география. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 479 с.

2. Чибилёв А.А. (мл.) Эколого-рекреационные аспекты трансграничного взаимодействия регионов бассейна реки Урал // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 5. – С. 72–77.

3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2015. – 1266 с.

4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 1326 с.

5. Регионы Казахстана в 2015 году. Статистический ежегодник: Стат. сб. – Астана, 2016. – 456 с.

6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2016. – 639 с.

7. Уляева А.Г. Диспропорции расселения и экономического развития в Республике Башкортостан в результате усиления агломерационных процессов // VI Международная научно-практическая конференция «Специфика этнических миграционных процессов на территории Центральной Сибири в XX–XXI веках: опыт и перспективы», сборник материалов [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2016. – Режим доступа: http://conf.sfu-kras.ru/ethnic-migration2016/participant/15449 (дата обращения: 10.07.2017).

8. Чибилёв А.А. (мл.) Современные аспекты функционирования трансграничных социально-экономических геосистем на примере мезорегиона бассейна реки Урал // Степи Северной Евразии / Материалы VI Междунар. симпоз. и Восьмой междунар. школы-семинара молодых ученых «Геоэкологические проблемы степных регионов». – Оренбург, 2012. – С. 789–796.

9. Григоревский Д.В., Чибилёв А.А. (мл.) Анализ транспортной инфраструктуры Оренбургской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №8 (39). – С. 34–37.

10. Схема территориального планирования Оренбургской области. Т. 1 / ФГУП РосНИПИ Урбанистики. – СПб., 2008. – 409 с.

11. Судьба третьей реки Европы. День Урала [Электронный ресурс]. – URL: http://orensteppe.org/home/the-news/63-scientific-reports/593-2017-03-31 (дата обращения: 15.08.2017).

12. Чибилёв А.А. (мл.) Социально-экономические критерии оценки ландшафтного и биологического разнообразия степных экосистем // Проблемы изучения и охраны биоразнообразия и природных ландшафтов Европы / Сб. материалов международного симпозиума. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2001. – С. 38–40.

УДК 338.5:006.32

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ (МСФО) ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАТРАТ НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ) И ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Шогенцукова З.Х., Эфендиева Г.А., Мирзоева Ж.М., Кокова Л.А., Мисрокова А.О.
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: bsk@kbsu.ru

Статья посвящена исследованию влияния использования МСФО при классификации затрат на два основных показателя деятельности предприятия: себестоимость продукции (работ, услуг) и финансовые результаты (прибыль или убыток). Изучение различных вариантов применения положений МСФО на практике бухгалтерского учета РФ является необходимым элементом процесса реформирования системы бухгалтерского учета и отчетности в соответствии с МСФО. Оценка влияния применения МСФО на практических данных позволяет определить наиболее рациональные механизмы формирования информации о себестоимости и финансовых результатах деятельности предприятия, которые могут быть использованы для принятия различных решений в области управления предприятием в целом. Расчет показателей себестоимости продукции (работ, услуг) и финансовых результатов в статье произведен с применением МСФО и традиционных российских норм, что позволяет сопоставить полученные величины и определить сходство и расхождения.

Ключевые слова: международные стандарты финансовой отчетности (МСФО), затраты, себестоимость продукции, финансовые результаты, калькуляция

THE IMPACT OF THE USE OF INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS (IFRS) IN THE CLASSIFICATION OF COSTS INDICATORS COST OF GOODS (WORKS, SERVICES) AND FINANCIAL RESULTS

Shogentsukova Z.Kh., Efendieva G.A., Mirzoeva Zh.M., Kokova L.A., Misrokova A.O.
Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: bsk@kbsu.ru

The article is devoted to the study of the effects of using IFRS in the classification of costs into two main indicators of enterprise activity: the cost of products (works, services) and financial results (profit or loss). Study of various variants of applying the provisions of IFRS on accounting practices of the Russian Federation, is a necessary element in the process of reforming the system of accounting and reporting in accordance with IFRS. Assessing the impact of IFRS application on a practical data allows determining the most efficient mechanisms for the formation of information about the costs and financial results of the company, which can be used to make various decisions in the field of enterprise management as a whole. The calculation of indicators of the cost price of production (works, services) and financial results in the article were produced using IFRS and traditional Russian norms, which allows comparing the values and determining the similarities and differences.

Keywords: international financial reporting standards (IFRS), costs, production costs, financial results, cost estimate

Необходимость исследования теории и практики применения МСФО в России обусловлена множеством факторов, но наиболее существенным является приобретение МСФО «официального статуса» в системе нормативного регулирования учета в России. В начале 2011 г. с принятием постановления Правительства РФ от 25.02.2011 № 107 «Об утверждении Положения о признании Международных стандартов финансовой отчетности и Разъяснений Международных стандартов финансовой отчетности для применения на территории Российской Федерации» МСФО получили определенный статус в сфере законодательного регулирования учета и отчетности в России. Но как справедливо отмечает Л.З. Шнейдман, «официальное введение МСФО на территории России не приведет к отказу от отчетов по национальным стандартам бухгалтерского учета…» [1]. Применение МСФО в российской практике сталкивается с различными сложностями: с одной стороны, международные стандарты стали частью документов, регламентирующих бухгалтерский учет в России, с другой стороны из-за отсутствия подробных разъяснении по практическому их применению, остаются непонятными многие компоненты МСФО. Процесс классификации затрат по нормам МСФО и оценка их влияния на формирование информации о себестоимости продукции (работ, услуг) и финансовых результатах, должны, по нашему мнению, сопровождаться учетом следующих ограничений:

– процесс классификации затрат, калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг) и определение по его итогам финансовых результатов, как отдельный

процесс учетной деятельности в рамках МСФО не рассматривается. В МСФО приводятся методы оценки, признание и представление информации, которую можно использовать в процессе классификации затрат;

– в состав стандартов МСФО входят различные стандарты, так или иначе используемые при формировании самих показателей себестоимости и финансовых результатов. В исследовании учитываются только нормы стандартов МСФО, используемые для классификации затрат;

– положения МСФО при классификации затрат и калькулировании себестоимости могут выполнять функции дополнительного инструментария формирования информации.

В целом исследование влияния использования норм МСФО при классификации затрат на показатели себестоимости продукции (работ, услуг) и финансовые результаты можно условно разделить на три этапа:

1) определение состава затрат и их классификация с использованием норм МСФО;

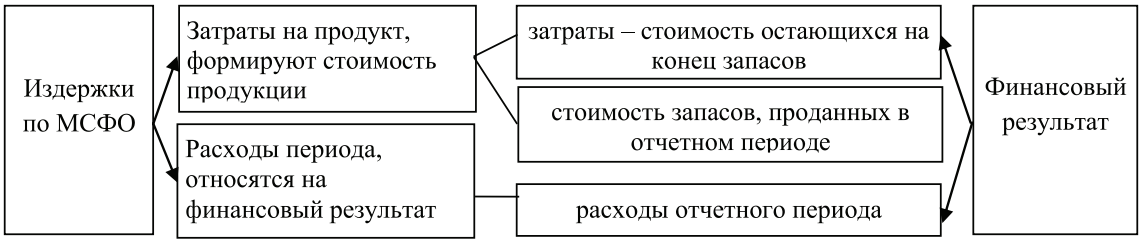
2) с использованием данных о затратах после их классификации осуществление процедуры калькуляции, т.е. определения себестоимости продукции (работ, услуг);

3) по итогам калькулирования определение финансового результата.

В экономической литературе вопросам учета затрат и калькулирования посвящены множество трудов, но процесс калькулирования себестоимости продукции при применении методологии МСФО, раскрывается редко. Ряд российских ученых проводят сравнение российских стандартов бухгалтерского учета и МСФО, результаты которых дают возможность выделить различия двух систем. Определение различий позволяет сформулировать возможные экономические последствия применения методологии МСФО при определении себестоимости продукции и финансового результата. В современных условиях функционирования предприятия, как справедливо отмечают ряд авторов, необходимостью стала «возможность модификации, адаптирования общих принципов, способов к специфическим характеристикам экономических единиц, т.е. каждое предприятие может «для себя» разрабатывать методику формирования необходимой информации, в том числе и в ходе калькулирования себестоимости продукции» [2].

В соответствии с нормативно-правовыми документами в области бухгалтерского учета российские предприятия могут классифицировать затраты по экономическим элементам и статьям калькуляции. При этом первый признак классификации, т.е. по экономическим элементам, в соответствии с ПБУ 10/99 «Расходы организации» является обязательным для применения и единым для всех предприятий вне зависимости от вида деятельности. Второй признак классификации затрат по калькуляционным статьям носит рекомендательный характер и регламентируется отраслевыми инструкциями. Путем обобщения международной практики, и положений МСФО (IAS) 2 «Запасы» по классификации затрат, в зависимости от участия в производственном процессе затраты предприятия условно можно разделить на две группы: затраты на продукт и расходы периода (см. рисунок). При этом в рамках п. 10 МСФО (IAS) 2 «Запасы» «себестоимость запасов должна включать все затраты на приобретение, затраты на переработку и прочие затраты, понесенные для того, чтобы обеспечить текущее местоположение и состояние запасов» [3].

Выделяемые в соответствии с п. 10 МСФО (IAS) «Запасы» первые две группы затрат по определению и формируют величину затрат на продукт. В частности, согласно п. 11 МСФО (IAS) «Запасы» «затраты на приобретение запасов включают в себя цену покупки, импортные пошлины и прочие налоги (за исключением тех, которые впоследствии возмещаются предприятию налоговыми органами) а также затраты на транспортировку, погрузку-разгрузку и прочие затраты, непосредственно относимые на приобретение готовой продукции, материалов и услуг» [3]. В рамках российской практике к данным категориям затрат можно отнести основные и вспомогательные материалы, сырье, покупные полуфабрикаты и т.д. В соответствии с п. 12 МСФО (IAS) «Запасы» «затраты на переработку запасов включают в себя прямые затраты на оплату труда, которые непосредственно связаны с производством продукции, а также систематически распределяемые постоянные и переменные расходы, возникающие при переработке сырья в готовую продукцию» [3, 7]. Нормами МСФО затраты на переработку разделены на прямые трудовые затраты, постоянные производственные накладные расходы и переменные производственные накладные расходы. В целом можно обобщить что затраты на приобретение и затраты на переработку, выделяемые в рамках МСФО, представляют собой затраты, которые так или иначе участвуют в производственном процессе т.е. формируют показатель затрат на продукт, т.е. стоимость производимой продукции (работ, услуг).



Классификация издержек по МСФО [2]

Таблица 1

Классификация затрат по МСФО

№ п/п	Типовая номенклатура статей затрат	Классификация затрат с учетом их участия в производстве	Классификация затрат по МСФО [2]		Характеристика выделяемых групп затрат
			Группы	Подгруппы	
1	2	3	4	5	6
1	Материальные затраты	Затраты на продукт	Затраты на приобретение	Прямые	Непосредственно связанные с производством продукции
2	Транспортные затраты				
3	Топливо и природный газ				
4	Заработная плата		Затраты на переработку		
5	Социальные отчисления				
6	Электроэнергия			Переменно-косвенные	Зависящие от изменения объемов производства
1	2	3	4	5	6
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования				
8	Цеховые расходы			Постоянно-косвенные	Не зависящие от изменения объемов производства
9	Общехозяйственные затраты	Расходы периода	Прочие	Административные	Связанные с общим управлением предприятием
10	Коммерческие затраты			Сбытовые	Связанные с продвижением продукции
11	Прочие постоянные затраты				

Рассмотрим третью группу затрат выделяемую в рамках МСФО – «прочие затраты», которые согласно п. 15 МСФО (IAS) 2 «Запасы», «включатся в себестоимость запасов в той мере, в которой они были понесены для обеспечения текущего местонахождения и состояния запасов». К ним на практике могут быть отнесены непроизводственные накладные расходы, или иначе расходы периода, напрямую не участвующие в производственной деятельности. Но в то же время категория «прочие затраты являются частью расходов периода, в соответствии п. 16 МСФО (IAS) 2 «Запасы», к ним также относятся: сверхнормативные потери сырья, затраченного труда или прочих производственных затрат; административные накладные расходы и т.д. Возможность практического применения классификации затрат на примере данных российской организации, проведено группой авторов в соответствии с методологией МСФО [2], в табл. 1 приведена классификация затрат, с применением рекомендованной российскими отраслевыми инструкциям, типовая номенклатура статей затрат; нормы МСФО, в частности МСФО (IAS) 2 «Запасы», который является основным стандартом, раскрывающим формирование величины запасов: сырья и материалов, продукции и т.д.

Рассмотрим практическое применение классификации затрат по МСФО на основе данных табл. 1 и отчетных и учетных данных российского предприятия в табл. 2.

Таблица 2

Применение классификации затрат по МСФО на примере одной продукции «АВТО»

№ п/п	Номенклатура затрат предприятия на глушитель	Затраты по МСФО			
		плановые данные		фактические данные	
		по группам	по подгруппам	по группам	по подгруппам
1	Материальные затраты	602,76		607,75	
2	Транспортные расходы				
3	Топливо и природный газ				
4	Заработная плата	235,037	788,61	233,74	792,46
5	Отчисления на социальные нужды				
6	Энергия		37,517		37,43
7	РСЭО				
8	Цеховые расходы		11,67		11,60
9	Общехозяйственные расходы	53,04	27,72	52,91	27,57
10	Коммерческие расходы		25,32		25,34
11	Прочие постоянные затраты				
ИТОГО		890,84		894,42	

Сформированная с учетом положения МСФО группировка затрат позволяет предприятию формировать информацию полезную для целей управленческого учета, применения концепции «различных видов себестоимости для различных управленческих задач». Предлагаемая классификация позволяет формировать несколько уровней себестоимости: себестоимость по прямым затратам; себестоимость по прямым и переменно-косвенным затратам; производственная себестоимость; полная себестоимость (с учетом расходов периода). Возможность выделения данных уровней себестоимости позволяет формировать информацию для управленческого (внутреннего) учета. Определяющим критерием исчисления себестоимости продукции данных уровней является информационный аспект, поскольку величина себестоимости каждого уровня может быть использована для различных управленческих целей в ходе управления, себестоимость может быть различной в зависимости от учетной политики. Основной сложностью применения методологии МСФО при калькулировании себестоимости продукции (работ, услуг) является проблема распределения косвенных затрат. Как справедливо отмечает О.Д. Каверина, в современных условиях «идет процесс нарастания доли косвенных затрат в себестоимости продукции и без применения новейших методов их распределения показатель «фактическая себестоимость продукции» может и не отражать реальных затрат, связанных с производством и продажей» [4]. В своих трудах О.Д. Каверина выделяет факторы, определяющие метод распределения, в частности: доля косвенных затрат; степень интенсивности конкуренции хозяйствующего субъекта; степень диверсификации производства.

По нашему мнению, одной из причин активизации этих факторов является переход на МСФО, способствует распространению концепции исчисления себестоимости для различных целей. Исследование истории учета в России, основной характеристикой которой является высокая степень унификации, способствовало осуществлению совершенно иной концепции – «вредительство» разной себестоимости [5]. Кроме того, В.И. Стоцкий отмечал: «Калькуляция и прочие расчеты по себестоимости нужны нам не в качестве формальных документов бухгалтерской отчетности, но для управления производственными процессами предприятия, контроля отдельных участков его и звеньев» [1]. Согласно МСФО каждая подгруппа затрат на продукцию имеет собственные принципы включения в себестоимость продукции. В международной практике, на уровне стандарта «в качестве базы распределения для статей косвенных затрат рекомендуется использовать измеритель мощности ресурса, выбранного в качестве базы распределения» [6]. В российском законодательстве в отличие от МСФО 2 отсутствуют нормы, регулирующие включение в формируемую в бухгалтерском (финансовом) учете производственную себестоимость продукции косвенных переменных и постоянных производственных расходов.

Согласно МСФО себестоимость объекта калькулирования может включать толь-

ко прямые или переменные затраты (зависящие от изменений объема производства), она может калькулироваться только на основе производственных расходов. Другие виды затрат, по своей экономической сущности также составляющие часть текущих издержек, не включаются в калькуляцию, а возмещаются общей суммой из выручки продукции. По данным нормативной и фактической калькуляции можно проследить применение классификации затрат, его влияние на формирование себестоимости продукции и финансовый результат на примере глушителя в рамках положений российской практики в табл. 3 и по нормам МСФО в табл. 4.

Таблица 3

Порядок формирования себестоимости и финансового результата по российским правилам на примере глушителя (в руб.)

№ п/п	Наименование затрат	Нормативные данные		Фактические данные		Отклонения
		на ед.	всего	на ед.	всего	
1	Выручка от реализации продукции	900	139500	900	139500	0
2	Материальные затраты (прямые)	529,69	82101,95	534,62	82866,1	764,15
3	Транспортные расходы	54,56	8456,8	54,62	8466,1	9,3
4	Топливо, энергия и природный газ	38,23	5925,7	38,23	5925,7	0
5	Затраты на оплату труда	145,88	22611,35	144,78	22400,9	– 170,45
6	Отчисления на социальные нужды	39,97	6195,4	39,93	6189,15	– 6,25
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	17,797	2758,5	17,71	2745,05	– 13,45
8	Общепроизводственные расходы	11,67	1808,8	11,60	1798	– 10,8
9	Общехозяйственные расходы	27,72	4296,6	27,57	4273,35	– 23,25
10	Прочие затраты	14,76	2287,8	14,74	2284,7	– 3,1
11	Производственная себестоимость	880,28	136443,4	883,82	136992,1	548,7
12	Коммерческие расходы	10,56	1636,8	10,6	1643	6,2
13	Полная себестоимость продукции	890,84	138079,2	894,42	138635,1	555,9
14	Прибыль или убыток	9,16	1419,8	5,58	864,9	– 554,9

Таблица 4

Порядок формирования себестоимости и финансового результата по МСФО на примере глушителя

№ п/п	Наименование затрат	Нормативные данные		Фактические данные		Отклонение
		на ед.	всего	на ед.	всего	
1	Выручка от реализации продукции	900	139500	900	139500	0
2	Материальные затраты (прямые)	529,69	82101,95	534,62	82866,1	764,15
3	Транспортные расходы	54,56	8456,8	54,62	8466,1	9,3
4	Топливо, природный газ	18,51	2869,05	18,51	2869,05	0
5	Затраты на оплату труда	145,88	22611,35	144,78	22400,9	– 170,45
6	Отчисления на социальные нужды	39,97	6195,4	39,93	6189,15	– 6,25
7	Переменные косвенные затраты (энергия и часть РСЭО)	37,5	5815,18	37,43	5801,65	– 13,53
8	Постоянные косвенные затраты	11,67	1808,8	11,67 (11,60)	1808,8 (1798)	– 10,8 за счет фин. рез.
9	Прочие расходы	14,76	2287,8	14,76 (14,74)	2287,8 (2284,7)	– 3,1 за счет фин. рез.
10	Производственная себестоимость	852,54	132143,7	856,32	132729,6	585,9
11	Общезаводские расходы	27,72	4296,6	27,72 (27,57)	4296,6 (4273,35)	– 23,25 за счет фин. рез.
12	Коммерческие расходы	10,56	1636,8	10,6	1643	6,2
13	Прибыль (убыток)	9,16	1419,8	5,3	830,8	– 589

Таблица 5

Сравнение показателей формирования себестоимости продукции по РСБУ и МСФО

Показатели	По данным РСБУ		По данным МСФО		Отклонения	
	Норматив	Факт	Норматив	Факт	Норматив	Факт
Выручка	139500	139500	139500	139500	–	–
Производственная себестоимость	136443,4	136992,1	132143,7	132729,6	– 4299,7	– 4262,5
Полная себестоимость	138079,2	138635,1	–	–	–	–
Прочие расходы (расходы периода)	–	–	5933,4	5939,6	–	–
Прибыль (убыток)	1419,8	864,9	1419,8	830,8	–	– 34,1

Традиционный подход, по нормам российской практики, позволяет формировать информацию о полной себестоимости продукции (работ, услуг) по фактическим данным, когда в показатель себестоимости включаются как прямые, так и косвенные расходы. Порядок формирования себестоимости продукции и финансового результата при применении МСФО отличается от традиционного (российского) порядка (см. табл. 4).

Вариант включения затрат по МСФО предполагает, что при формировании себестоимости прямые затраты определятся по фактической производственной мощности, а косвенные – по нормативной (плановой). Преимущественно российские предприятия, не разделяя затраты на прямые и косвенные, формируют себестоимость по фактической производственной мощности. Применение подхода МСФО при включении затрат в себестоимость продукции приводит к увеличению общего отклонения с 554,9 до 589,0 денежных единиц (на примере продукции предприятия «АВТО»), которые предлагается включать в расходы периода и списывать за счет прибыли или убытка. Формирование себестоимости продукции по методологии МСФО предполагает включать в себестоимость продукции только производственные затраты предприятия. Применение данного положения МСФО приведет к снижению себестоимости продукции на величину части общепроизводственных и общехозяйственных затрат. Данные категории затрат предлагается включать в расходы периода и списывать за счет прибыли или убытка предприятия (см. табл. 5).

Таким образом, попытка применения положений МСФО при формировании себестоимости продукции и определении финансового результата позволяет отметить наличие существенных экономических последствий, имеющих ряд особенностей: применение приемов МСФО, что расширяет возможность формирования различных категорий информаций для различных целей, обеспечивающий принятие различных управленческих решений.

Список литературы

1. Шнейдман Л.З. Принятие в России норм МСФО: материалы пресс-конференции. Режим доступа: http://www.minfin.ru/ru/press/speech/index.php?id_4=15019 (дата обращения: 14.05.2017).

2. Шогенцукова З.Х., Шокарова Л.Х., Казиева Б.В. Классификация затрат при применении международных стандартов финансовой отчетности (МСФО) // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16752 (дата обращения: 14.05.2017).

3. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 2 «Запасы» (введен в действие для применения на территории Российской Федерации приказом Минфина России от 25.11.2011 № 160н) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minfin.ru/ru/accounting/mej_standart_fo/docs/index.php?&from_4=2 (дата обращения: 15.05.2017).

4. Каверина О.Д. Управленческие аспекты МСФО // Бухгалтерские вести. – 2011. – № 3. – С. 3–6.

5. Каверина О.Д. МСФО 2 «Запасы» Учет затрат на производство и калькулирование себестоимости продукции. Режим доступа: http://www.ippnou.ru/print/001955/ (дата обращения: 14.05.2017).

6. Врублевский Н.Д. Бухгалтерский управленческий учет: Учебник. – М.: Бухгалтерский учет, 2005. – 400 с.; ил.

7. Сухарев И.Р. Реформирование российского бухгалтерского учета в связи с переходом на международные стандарты финансовой отчетности // Международный бухгалтерский учет. – 2008. – № 1(109). – С. 12–21.