
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 8 2017
Часть 1

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) = 1,162.

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 10.08.2017

Дата выхода номера 10.09.2017

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр

Академия Естествознания»,

г. Саратов, ул. Мамоновой, 5

Технический редактор

Митронова Л.М.

Корректор

Галенкина Е.С.

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 29

Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2017/8

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ <i>Акбаешева Г.А., Шампаров И.А., Акбаешева Е.А.</i>	9
МЕТОД РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ <i>Арутюнов Ю.А., Дробязко А.А., Чащин Е.А., Шилов И.В., Шапко П.А.</i>	14
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРОЛЁТНЫХ БАЛОК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАНКА ДАННЫХ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ <i>Ахтулов А.Л., Кирасиров О.М., Кирасиров М.О., Чупин П.В.</i>	21
ТРЕХМЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В СРЕДЕ EMBARCADERO RAD STUDIO <i>Бырдина М.В., Бекмурзаев Л.А., Мицик М.Ф.</i>	27
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРЕПЛЕНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Добросмыслов С.С., Назиров Р.А., Перькова М.А., Пылаева М.М., Огорельцева Н.А.</i>	32
ПРИБОРНО-МЕХАТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ОТБОРА ПРОБЫ ИЗ ПОТОКА НЕФТИ <i>Кашиев Р.С., Козелков О.В.</i>	38
МЕТОДЫ РАНЖИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ТРАНСПОРТНЫХ РАСПИСАНИЙ <i>Клеванский Н.Н., Антипов М.А., Слепцова Л.А., Романова И.В.</i>	44
ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗИРУЮЩЕГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ДЕМОДУЛЯЦИИ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ БИОНИЧЕСКОГО ПОДХОДА <i>Кружков А.С., Насыров Р.В.</i>	49
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ШТОКА АКТУАТОРА ДЛЯ РАДИОТЕЛЕСКОПА <i>Мамаев И.М., Кириллов А.В., Федотов О.В., Филимонов В.Н.</i>	55
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>Маркова С.В., Жигалов К.Ю.</i>	60
РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ» <i>Морозова Н.В., Эркенова М.У.</i>	65
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ В БУРОВОМ ИНСТРУМЕНТЕ С РАЗНОВАРАЩАЮЩИМИСЯ БУРОВЫМИ КОРОНКАМИ <i>Пищухин А.М.</i>	70
РЕАЛИЗАЦИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО МЕТОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ <i>Розанова Е.А., Клочко И.Л.</i>	75
ПРОЕКЦИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЧИСЛОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА С УЧЁТОМ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСА <i>Со Нэй Лин Аунг, Акименко Д.А.</i>	81

ВЛИЯНИЕ ОКСИДОВ ЦИНКА, ЖЕЛЕЗА И ТИТАНА НА РЕОКИНЕТИКУ ОТВЕРЖДЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ 1,3-ДИНИТРИЛОКСИД-2,4,6-ТРИЭТИЛБЕНЗОЛОМ <i>Стасюк В.В.</i>	87
ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА <i>Тарановская Е.А., Политаева Н.А., Слугин В.В.</i>	92
ПРОГРАММА ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ РИККАТИ С ПРОИЗВОДНОЙ ДРОБНОГО ПЕРЕМЕННОГО ПОРЯДКА <i>Твердый Д.А., Паровик Р.И.</i>	98
МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СИСТЕМ СВЯЗАННЫХ ТВЁРДЫХ ТЕЛ <i>Шимановский В.А.</i>	104
Экономические науки (08.00.00)	
ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ВВП) <i>Абдикеев Н.М., Иванюк В.А., Пащенко Ф.Ф.</i>	110
РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ МОДЕЛИ «СТАРТАП, ИНВЕСТОР-КОРПОРАЦИЯ И ГОСУДАРСТВО» В СИСТЕМЕ ANYLOGIC <i>Ахмадеев Б.А., Вейнберг Р.Р., Титов В.А.</i>	115
ИННОВАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИНТЕГРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ГОСКОРПОРАЦИЙ НА РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЕРТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ РЕВОЛЮЦИИ <i>Балдин О.В., Иванов Г.И., Просандеев В.А., Ситников Н.А.</i>	120
АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ <i>Бобырев Д.Б., Косоруков А.П.</i>	125
К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РОССИИ <i>Бондаренко В.В., Одинцов Н.В.</i>	130
АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НА ПРЕДПРИЯТИИ С ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА <i>Васильева О.В., Назина Л.И., Квашинин Б.Н., Клейменова Н.Л.</i>	136
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ IT-КОМПАНИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ПО МЕТОДУ ДЕЛЬФИ <i>Галицкий С.В., Макаrenchенко М.А., Скоробогатов М.В.</i>	141
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АУДИТ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ <i>Гладковская Е.Н., Карпушкина А.В.</i>	146
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА СОТРУДНИКОВ КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Давыдовский Ф.Н., Величко Е.А.</i>	153
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТРАТ <i>Дорохина Е.Ю., Качурин Д.А.</i>	159

<hr/>	
РОЛЬ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЭКОНОМИКЕ РОССИИ И ЕЕ РЕГИОНОВ <i>Казимагомедова З.А., Алиев Б.Х., Ахмедов М.Ш., Гаджиев О.С.</i>	164
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ БРЕНДА <i>Королева Л.А., Матина В.С.</i>	169
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА РФ ОТ 13.07.2015 № 212-ФЗ «О СВОБОДНОМ ПОРТЕ ВЛАДИВОСТОК» <i>Королева Э.В., Ивельская Н.Г., Волынчук Я.А., Долгих В.А., Цирук А.А.</i>	174
КАЧЕСТВО СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА <i>Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С.</i>	180
СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РИСКИ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА (ГЧП) <i>Лебедева А.В., Морозов О.А.</i>	185
ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-НАКОПИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ <i>Мамченко О.П., Исаева О.В., Байкин А.А.</i>	191
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОВЫХ РЫНОЧНЫХ НИШ В БЬЮТИ-ИНДУСТРИИ <i>Никитина О.А.</i>	196
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА <i>Носовский В.С., Терещенко Н.С., Приходько Д.С.</i>	201
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК В ЭКОНОМИКЕ <i>Ормышев А.Н., Калдияров Д.А., Нардин Д.С.</i>	207
ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В РОССИИ <i>Пржедецкая Н.В., Кулькова Е.П., Шевелева В.В.</i>	212
ОПЫТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РОССИИ <i>Раджабова З.К., Раджабова З.О.</i>	217
ПРОБЛЕМА ФИНАНСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОНОПРОФИЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ <i>Суздальцев Ю.В., Батурина О.А.</i>	221
АНАЛИЗ ПРИБЫЛЬНОСТИ ТОРГОВОЙ СТРАТЕГИИ НА ОСНОВЕ ARIMA/GARCH МОДЕЛИ ДЛЯ РЫНКА BITCOIN <i>Суханова Е.И., Ширнаева С.Ю., Кожмякин Д.А.</i>	226

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

APPLICATION OF IMITATION MODELING IN MANAGEMENT OF COMPLEX TELECOMMUNICATION SYSTEMS <i>Akbasheva G.A., Shamparov I.A., Akbasheva E.A.</i>	9
METHOD OF SOLVING THE HEAT PROBLEM FOR MODELING OF PROCESS OF MELTING IN THE COMBINED LASER EFFECT <i>Arutyunov Yu.A., Drobyazko A.A., Chaschin E.A., Shilov I.V., Shashok P.A.</i>	14
OPTIMIZATION OF THE CHOICE OF PARAMETERS SPAN BEAMS FOR FORMATION OF A DATA BANK IN AUTOMATING THE DESIGN OF OVERHEAD CRANES <i>Akhtulov A.L., Kirasirov O.M., Kirasirov M.O., Chupin P.V.</i>	21
THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF GARMENTS IN THE ENVIRONMENT OF EMBARCADERO RAD STUDIO <i>Byrdina M.V., Bekmurzaev L.A., Mitsik M.F.</i>	27
THE INVESTIGATION OF METAL BRACING IMPACT TO TEMPERATURE AND HUMIDITY REGIME OF EXTERIOR ENCLOSING STRUCTURES <i>Dobrosmyslov S.S., Nazirov R.A., Perkova M.A., Pylaeva M.M., Ogoreltseva N.A.</i>	32
INSTRUMENTAL-MECHATRONIC COMPLEX OF ON-LINE OIL SAMPLING <i>Kashaev R.S., Kozelkov O.V.</i>	38
RANKING METHODS IN PROBLEMS OF TRANSPORT SCHEDULES <i>Klevanskiy N.N., Antipov M.A., Sleptsova L.A., Romanova I.V.</i>	44
THE USE OF AN ANALYZING PROCESSOR BASED ON BIONIC APPROACH FOR DIGITAL DEMODULATION OF THE ANALOG SIGNAL <i>Kruzhkov A.S., Nasyrov R.V.</i>	49
EXPERIMENTAL STUDIES OF THE RADIAL RUNOUT OF AN ACRUATOR ROD FOR A RADIO TELESCOPE <i>Mamaev I.M., Kirillov A.V., Fedotov O.V., Filimonov V.N.</i>	55
NEURAL NETWORK APPLICATION FOR PORPOSES OF RECOGNITION OF IMAGES <i>Markova S.V., Zhigalov K.Yu.</i>	60
DEVELOPMENT OF VIRTUAL INFORMATION EDUCATIONAL HANDBOOK ON DISCIPLINE «STRUCTURES AND ALGORITHMS» <i>Morozova N.V., Erkenova M.U.</i>	65
THE STUDY OF SELF-OSCILLATIONS IN THE DRILLING TOOL WITH ROTATING IN OPPOSITE DIRECTIONS DRILL BITS <i>Pischukhin A.M.</i>	70
REALIZATION OF MODULAR METHOD IN DEVELOPMENT OF DESIGN DATABASE <i>Rozanova E.A., Klochko I.L.</i>	75
PROJECTION METHOD FOR CALCULATING THE OPTIMAL NUMERICAL VALUES OF PARAMETERS OF ELECTROHYDRAULIC SERVO DRIVE WITH CHARACTERISTICS OF PUMP <i>Soe Nay Lynn Aung, Akimenko D.A.</i>	81
INFLUENCE OF ZINC OXIDE, IRON OXIDE AND TITANIUM OXIDE ON RHEOKINETIC OF POLYMER BINDER SOLIDIFICATION WITH 1,3-DINITRILOXIDE-2,4,6-TRIETHYLBENZOL <i>Stasyuk V.V.</i>	87

INFLUENCE OF FILLER ADDITIVE ON THE PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON CHITOSANE <i>Taranovskaya E.A., Politaeva N.A., Slugin V.V.</i>	92
PROGRAM OF NUMERICAL CALCULATION OF THE CAUCHY PROBLEM FOR THE RICKATH EQUATION WITH DERIVABLE VARIABLE ORDER <i>Tverdyy D.A., Parovik R.I.</i>	98
METHOD FOR COMPUTER SIMULATION OF MULTIBODY SYSTEMS DINAMICS <i>Shimanovskiy V.A.</i>	104

Economic sciences (08.00.00)

LONG-TERM MACROECONOMIC PARAMETERS FORECASTING (ON THE EXAMPLE OF GDP) OVERVIEW REGRESSION ANALYSIS) <i>Abdikeyev N.M., Ivanyuk V.A., Paschenko F.F.</i>	110
IMPLEMENTATION OF ADVANCEDMODEL «START-UP, CORPORATION-INVESTOR AND STATE» IN ANYLOGIC <i>Ahmadeev B.A., Veynberg R.R., Titov V.A.</i>	115
INNOVATIVE IMPACT OF THE INTEGRATION POTENTIAL OF HIGH-TECH CORPORATIONS ON THE DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS IN TERMS OF THE FOURTH INFORMATION REVOLUTION <i>Baldin O.V., Ivanov G.I., Prosandeev V.A., Sitnikov N.A.</i>	120
ANALYSIS OF NATIONAL ENTERPRISES' INNOVATION ACTIVITY AS A FACTOR OF NATIONAL ECONOMY COMPETITIVENESS GROWTH <i>Bobyrev D.B., Kosorukov A.P.</i>	125
TO THE QUESTION OF THE BANKING SYSTEM PARTICIPATION IN DEVELOPMENT OF THE REAL SECTOR OF RUSSIAN ECONOMY <i>Bondarenko V.V., Odintsov N.V.</i>	130
RISK ANALYSIS IN INTERNAL AUDIT IN THE ENTERPRISE WITH INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM <i>Vasilyeva O.V., Nazina L.I., Kvashnin B.N., Kleymenova N.L.</i>	136
THE STUDY OF PROBLEMS OF IT-COMPANIES IN THE IMPLEMENTATION OF CHANGES IN ORGANIZATIONS ACCORDING TO DELPHI METHOD <i>Galitskiy S.V., Makarchenko M.A., Skorobogatov M.V.</i>	141
STATE AUDIT OF EFFICIENCY OF GOVERNMENT PROPERTY MANAGEMENT: ANALYTICAL ASPECT <i>Gladkovskaya E.N., Karpushkina A.V.</i>	146
IMPROVEMENT OF THE WORK ORGANIZATION DESIGN BUREAU ON THE BASIS OF PROFESSIONAL STANDARDS <i>Davydovskiy F.N., Velichko E.A.</i>	153
CONSTRUCTION PROJECT LIFE CYCLE: COST MODELING <i>Dorokhina E.Yu., Kachurin D.A.</i>	159
ROLE OF SMALL BUSINESS IN ECONOMY OF RUSSIA AND ITS REGIONS <i>Kazimagomedova Z.A., Aliev B.Kh., Akhmedov M.Sh., Gadzhiev O.S.</i>	164
USING PERSONALIZATION TECHNOLOGY AS A METHOD OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE BRAND PROMOTION STRATEGY <i>Koroleva L.A., Matina V.S.</i>	169

DEVELOPMENT PROSPECT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESS IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL LAW OF RUSSIAN FEDERATION FROM 13.07.2015 № 212-FS «ABOUT THE FREE PORT OF VLADIVOSTOK» <i>Koroleva E.V., Ivelskaya N.G., Volynchuk Ya.A., Dolgikh V.A., Tsiruk A.A.</i>	174
QUALITY OF THE HABITAT AND ITS INFLUENCE ON QUALITY LIVES OF THE POPULATION OF THE REGION <i>Kosinskiy P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S.</i>	180
STRATEGIC RISKS WITHIN PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP (PPP) <i>Lebedeva A.V., Morozov O.A.</i>	185
DYNAMIC MODEL OF MANAGEMENT OF PRODUCTION-ACCUMULATING PROCESSES IN ORGANIZATIONAL-ECONOMIC SYSTEMS <i>Mamchenko O.P., Isaeva O.V., Baykin A.A.</i>	191
DEFINITION OF NEW MARKET NIS IN THE INDUSTRY OF BEAUTY <i>Nikitina O.A.</i>	196
PROBLEMS FORMATION OF SOCIALLY-ENGINEERING SYSTEMS TERRITORY OF THE FAR EAST <i>Nosovskiy V.S., Tereschenko N.S., Prikhodko D.S.</i>	201
THEORETICAL BASES OF GOVERNMENT PROCUREMENT SYSTEM DEVELOPMENT IN ECONOMY <i>Ormyshev A.N., Kaldiyarov D.A., Nardin D.S.</i>	207
THE MAIN APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF INNOVATIVE PROCESSES IN RUSSIA <i>Przhedetskaya N.V., Kulkova E.P., Sheveleva V.V.</i>	212
EXPERIENCE OF STATE SUPPORT TO DEVELOPMENT OF SMALL BUSINESS AND ITS USE IN RUSSIA <i>Radzhabova Z.K., Radzhabova Z.O.</i>	217
FINANCIAL MANAGEMENT PROBLEM IN THE PROCESS OF DIVERSIFICATION ACTIVITIES SINGLE-INDUSTRY ORGANIZATIONS <i>Suzdaltsev Yu.V., Baturina O.A.</i>	221
ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF THE TRADING STRATEGY BASED ON THE ARIMA/GARCH MODEL FOR THE BITCOIN MARKET <i>Sukhanova E.I., Shirnaeva S.Yu., Kozhemyakin D.A.</i>	226

УДК 519.718

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Акбашева Г.А., Шампаров И.А., Акбашева Е.А.

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: galina_akbash@mail.ru

Стремительное развитие возможностей вычислительной техники, необходимость обеспечения мобильной связи, электронного бизнеса и торговли, мультимедийных технологий и т.д. привело к появлению территориально рассредоточенных и сложных по структуре инфокоммуникационных сетей. Принятие эффективных управленческих решений в таких условиях становится крайне важным. Рассмотрены основные принципы, элементы теории и технологии имитационного моделирования (ИМ) в применении к управлению сложными телекоммуникационными системами (ТКС). Вычислительные мощности современных ЭВМ позволяют эффективно использовать методы и средства теории сложных систем для ИМ ТКС. В частности, для моделирования условий работы ТКС при воздействии случайных факторов целесообразно применять метод Монте-Карло, который лежит в основе группы эффективных методов исследования сложных процессов и систем. При реализации на ЭВМ метода Монте-Карло результаты ИМ представляют собой числовые последовательности выходных данных, которые необходимо статистически обработать и в последующем интерпретировать.

Ключевые слова: телекоммуникационные системы, имитационное моделирование, системы массового обслуживания, сложные системы, моделирующий алгоритм

APPLICATION OF IMITATION MODELING IN MANAGEMENT OF COMPLEX TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Akbasheva G.A., Shamparov I.A., Akbasheva E.A.

Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, e-mail: galina_akbash@mail.ru

Rapid development of the possibilities of computer technology, the need to provide mobile communications, e-business and commerce, multimedia technologies, etc. Led to the emergence of territorially dispersed and complex in structure of infocommunication networks. The adoption of effective management decisions under such conditions becomes extremely important. The main principles, elements of the theory and technology of simulation modeling (IM) in application to the management of complex telecommunication systems (TKS) are considered. The computing powers of modern computers allow the effective use of methods and tools of the theory of complex systems for IM TKS. In particular, to simulate the operating conditions of a TKS under the influence of random factors, it is advisable to use the Monte Carlo method, which underlies a group of effective methods for studying complex processes and systems. When the Monte Carlo method is implemented on a computer, the IM results are numerical sequences of output data, which must be statistically processed and subsequently interpreted.

Keywords: telecommunication systems, simulation modeling, queuing systems, complex systems, modeling algorithm

Изменения в технологиях телекоммуникаций и интенсивное развитие компьютерной техники привели к развитию телекоммуникационных систем (ТКС). Стремительное развитие возможностей вычислительной техники, необходимость обеспечения мобильной связи, электронного бизнеса и торговли, мультимедийных технологий и т.д. привело к появлению территориально рассредоточенных и сложных по структуре инфокоммуникационных сетей. Принятие эффективных управленческих решений в таких условиях становится крайне важным. Существенную помощь в принятии таких решений могут оказать такие разделы современной науки, как теория сложных систем, имитационное моделирование (ИМ) и экспертные системы.

Метод ИМ позволяет воссоздавать с определенной точностью процесс развития сложной системы, сохраняя законы ее функционирования и принимая во внимание

стохастичность этого процесса. Имитационное моделирование позволяет воспроизвести состояние системы в любой требуемый момент времени, в том числе и при ограниченности исходной информации, недостаточно конкретизированных условиях и сложности формализации полученных данных.

При использовании имитационного моделирования в процессах управления изменение входных данных и параметров внешней среды позволяет получить различные реализации моделей; путем обработки этого множества решается проблема постановки задачи оптимизации, упрощается выбор параметров оптимизации [1].

Телекоммуникационные системы являются сложными системами. К таким системам относят системы автоматизированного управления, крупные производственно-технологические, телекоммуникационные комплексы, многопроцессорные вычислительные системы и другие объекты [2; 3].

Сложная система представляет собой совокупность отдельных частей со своими свойствами и закономерностями функционирования. Исследование подобной системы предполагает решение задач, связанных как со свойствами отдельных элементов, так и с функционированием этих элементов в рамках единой системы. Наиболее важную роль для исследования играют свойства элементов системы, определяющих отношение к другим элементам или всей системе в целом.

В качестве примера сложной телекоммуникационной системы можно рассматривать городские телефонные сети [4]. Сети такого рода включают инфосетевые технологии (коммутационные блоки телефонных станций, системы централизованного автоматического обслуживания, биллинговые системы и т.п.), телекоммуникационное аппаратное обеспечение (пользовательское оконечное оборудование, аппаратура автоматических телефонных станций, модемы, маршрутизаторы, кабельные системы) и соответствующие услуги (обеспечение доступа к телефонным сетям и к сети Интернет, предоставление услуг мобильной телефонии). Таким образом, процесс работы телефонной сети – наглядный пример функционирования современной сложной системы.

В вопросах функционирования сложных систем немаловажное значение имеет управление. Управление представляет собой выработку целенаправленного функционирования сложной системы путем определенных воздействий, формируемых различными средствами. Замкнутость контуров управления предполагает наличие обратной связи, то есть при отклонении реального значения какого-либо параметра от заданного формируется соответствующий управляющий сигнал.

Средствами формирования таких управляющих воздействий для реальных ТКС выступают различные устройства вычислительной техники, обеспечивающие обработку фактических значений контролируемых параметров и планирование соответствующих корректирующих воздействий. Долгосрочное планирование и оперативное управление процессами функционирования сложных систем должно выполняться в рамках управляющего алгоритма. Управляющий алгоритм может быть как централизованным, так и распределенным или децентрализованным. Качественно выполненная децентрализация управляющего алгоритма позволяет сократить объемы обрабатываемой информации и время отклика на корректирующие воздействия. В об-

ратном случае качество управления может значительно снизиться.

На процессы функционирования всех сложных систем в реальных условиях влияют многочисленные случайные факторы. К подобным факторам относят влияние внешней среды и внутрисистемные искажения, связанные с физическими законами передачи информации. Внешние и внутренние факторы приводят к различным отклонениям от заданных величин. В ТКС такими факторами могут быть непредвиденные пиковые нагрузки, к которым приводят одновременные требования абонентов на телефонные переговоры, внезапные сложно прогнозируемые перераспределения трафика, неожиданные включения или отключения потребителей электроэнергии и т.п. [1].

Режим работы компонентов системы существенно зависит от различных случайных воздействий, как внешних, так и внутренних, оказывая значительное влияние на функционирование системы. Математическое описание этого процесса хорошо изучено [5].

Всякая сложная система создается как целевая совокупность объектов для выполнения определенного типа работ и/или решения некоторого класса задач. Корректный и исчерпывающий анализ требований к функционированию сложной системы имеет определяющее значение. Оценка качества функционирования системы, как самостоятельная задача, возникает при условии определенности функциональных требований к системе. Показатели эффективности являются критериями оценивания качества функционирования сложных систем. Показатель эффективности при этом представляют как некоторую численную характеристику, определяющую соответствие системы для решения возникающих задач [2, 5].

Показателями эффективности могут служить: производительность, измеряемая объемом трафика, пропускаемого каналом в течение фиксированного интервала; пропускная способность канала, достоверность передачи данных, а также другие аналогичные характеристики работы ТКС. Описание целей и задач системы невозможно без выбора показателя эффективности. Этот выбор зависит от структуры и параметров системы, влияния внешней среды, воздействия внешних и внутренних случайных факторов.

Очевидно, что может существовать множество возможных вариантов функционирования компонентов системы, с разнообразными условиями и режимами работы.

Каждому такому варианту соответствуют определенные показатели эффективности функционирования системы. Множество процессов функционирования системы отображается в множество действительных чисел в интервале изменения численных значений показателя эффективности. Таким образом, показатель эффективности является функционалом [1].

Известно, что сложные системы функционируют в условиях случайных воздействий, и, следовательно, значения функционалов являются случайными. Поэтому при оценке показателей эффективности используют усредненные значения данных функционалов [5].

Функционалы в качестве показателей эффективности могут быть применены для характеристики различных свойств сложных систем, таких как их помехозащищенность, надежность, реакция обратной связи и др. Группы функционалов, которые напрямую зависят от показателей эффективности, отличаются наибольшей наглядностью с точки зрения представления результатов исследования, т.к. значение имеют те свойства системы, которые влияют на ее эффективность.

Каждая сложная система образует совокупность большого количества элементов, которые в процессе эксплуатации могут приходить в негодность, что влечет за собой замену либо ремонт. Оценка отказоустойчивости элементов определяет параметры надежности работы системы, – показатели надежности системы.

В реальных системах возможность выхода из строя критически важных элементов является заранее прогнозируемым с некоторой вероятностью событием, и в результате применения механизмов резервирования не приводит к потере работоспособности всей системы в целом. Такими событиями могут быть, например, выход из строя линий связи в абонентской сети, отказы одного или нескольких каналов в многоканальных системах массового обслуживания (СМО) [1].

Качественное и количественное развитие компьютерной техники и цифрового оборудования, а также использование новых информационных технологий создали возможные и необходимые условия для использования в задачах управления ТКС многих ресурсоемких методик исследования, а именно имитационного моделирования.

Возможности современных электронно-вычислительных машин и комплексов на их основе позволяют реализовать эффективный человеко-машинный диалог, что яв-

ляется необходимым условием успешного применения методов ИМ. Методы ИМ позволяют воспроизводить и анализировать различные процессы без существенного снижения их сложности.

Имитационная модель является аналогом реально происходящего сложного процесса. Она дает возможность проводить эксперимент с реализацией математической модели этого процесса на ЭВМ, исключая эксперимент с реальным процессом.

Многие системы, моделируемые с помощью имитационных методов, предполагают использование в своей основе метода Монте-Карло. Данный метод позволяет рассматривать большое количество возможных реакций системы на внешние воздействия и прогнозировать вероятность их возникновения [6].

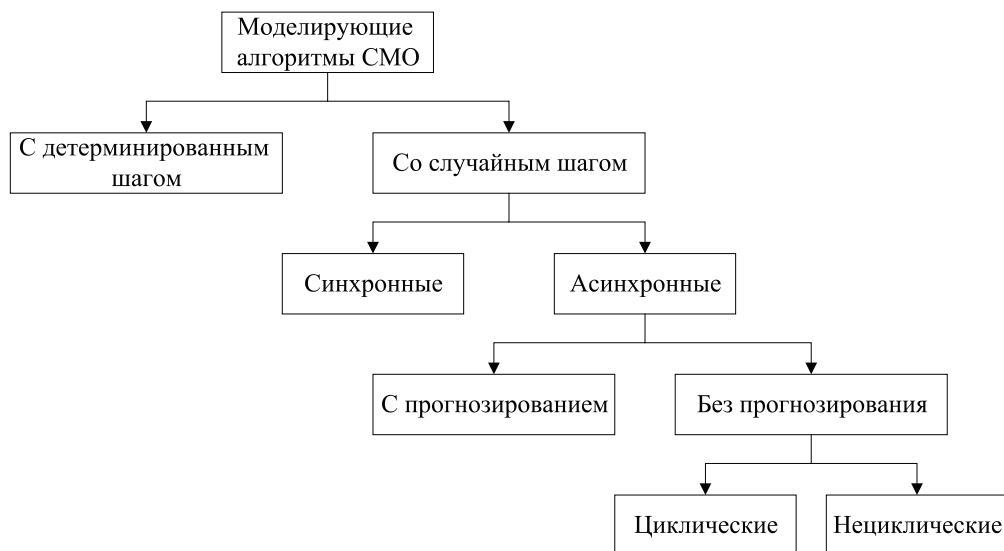
Моделируемые сложные ТКС относятся к системам массового обслуживания, для которых разработаны многочисленные алгоритмы [7].

Моделирующий алгоритм должен не только адекватно и полно отображать процесс функционирования СМО, но и в то же время обладать приемлемой вычислительной сложностью для его реализации на ЭВМ и использования. Таким образом к моделирующему алгоритму выдвигаются следующие требования:

- моделируется одновременная и независимая работа любого количества элементов;
- малые затраты ресурсов ЭВМ на реализацию;
- простота реализации алгоритма, возможность декомпозиции на независимые модули, максимальная стандартизация.

Большое количество СМО требует создания различных моделирующих алгоритмов. Классифицировать эти алгоритмы [5; 7] возможно лишь условно, так как при моделировании крупной системы возможно применение частей различных алгоритмов (рисунок). Все применяемые в настоящее время моделирующие алгоритмы могут использоваться для СМО. Следовательно, модель сложной телекоммуникационной системы, рассматриваемой как система массового обслуживания, также может быть описана каким-либо моделирующим алгоритмом. Выбор алгоритма варьируется в зависимости от сложности реализации, затрат машинных ресурсов и других параметров.

Представляя ТКС как сложную производственную систему, можно сделать вывод о функционировании в ней следующих агрегированных групп оборудования: непрерывный агрегат, дискретный агрегат, дискретно-непрерывный агрегат [7; 8].



Классификация моделирующих алгоритмов МО

Входным управляющим сигналом и выходным сигналом для ТКС, как сложной производственной системы, является информация.

Анализ функционирования показывает, что ТКС является дискретно-непрерывным агрегатом, так как множество случайных событий приводит к смене ее поведения [8].

Среди дискретно-непрерывных агрегатов можно выделить подклассы, для которых возможно получение простого решения. К типичным примерам дискретно-непрерывных агрегатов можно отнести математическую модель системы массового обслуживания. Следовательно, имитационное моделирование процессов ТКС может основываться на соответствующих моделях и алгоритмах МО.

Однако исследование зависимости условий работы ТКС от времени усложняется настолько, что без применения компьютера его провести невозможно. Необходима модель, которая учитывает случайные обстоятельства функционирования МО.

Практическую ценность имеет только анализ работы МО в зависимости от времени. Решение данной задачи возможно только с применением современных электронно-вычислительных машин. При работе МО возникают различные случайные события, которые имеют статистический характер. Таким образом, для моделирования ТКС необходимо использовать методы имитационного и статистического моделирования, в частности метод Монте-Карло.

Имитационное моделирование сложной телекоммуникационной системы с исполь-

зованием ЭВМ можно представить следующими этапами [5; 7]:

1. Определение перечня исходных данных, оказывающих существенное влияние на функционирование исследуемой системы.
2. Анализ входных данных с целью выявления законов распределения. По результатам анализа могут быть получены как теоретическое распределение, так и эмпирическое, из которого в последующем можно генерировать выборки входных данных, необходимые для моделирования работы системы [5; 6; 7].
3. Определение законов распределения входной информации и вычисляются статистические оценки параметров этих законов.
4. Создание математических моделей модулей сложной системы и всего исследуемого процесса в целом; модели реализуются на ЭВМ.
5. Формирование плана эксперимента для имитации исследуемого процесса на ЭВМ.
6. Имитация процесса.
7. Формирование на каждой итерации моделирования предварительных результатов, которые используются для получения окончательных результатов.
8. Достижение либо требуемой доверительной вероятности, либо указанного количества реализаций в качестве критерия завершения эксперимента. По результатам эксперимента делаются выводы и принимается управленческое решение.

Таким образом, рассматривая проблему управления сложными системами, можно сделать вывод, что иерархичность структуры и самоорганизация являются осно-

вополагающими признаками для создания моделей ТКС. Моделируя ТКС, следует принимать во внимание большое количество случайных факторов, от которых зависит эффективность ее работы. Критериями оценки эффективности работы ТКС могут быть такие интегральные показатели, как устойчивость, надежность, производительность, помехозащищенность. С математической точки зрения на множестве процессов функционирования ТКС показатель эффективности задается функционалом.

Увеличение доли применения математических методов в практике моделирования и значительный рост производительности современных ЭВМ привели к тому, что формализация и исследование сложных процессов (технических, производственных, экономических), происходящих в ТКС, стали реальной задачей. Имитационное моделирование с применением ЭВМ стало наиболее подходящим методом для анализа функционирования и управления подобными системами. Таким образом, разрабатываемая система моделирования представляет собой комплекс из модели, имитирующей исследуемый процесс на ЭВМ, и соответствующего программного обеспечения. Таким образом эксперимент с реальным процессом заменяется реализацией математической модели этого процесса на ЭВМ.

Подводя итог, можно сделать вывод о применимости ИМ для решения задач управления сложными ТКС. Вычислительные мощности современных ЭВМ позволяют эффективно использовать методы и средства теории сложных систем для ИМ ТКС. В частности, для моделирования условий работы ТКС при воздействии случайных факторов целесообразно применять метод Монте-Карло, который лежит в основе группы эффективных методов исследования сложных процессов и систем. При

реализации на ЭВМ метода Монте-Карло результаты ИМ представляют собой числовые последовательности выходных данных, которые необходимо статистически обработать и в последующем интерпретировать.

Кроме того, для имитационного моделирования современных ТКС может быть применен математический аппарат СМО. Известные алгоритмы, моделирующие работу СМО, отличаются сложностью реализации, затратами машинных ресурсов и другими параметрами. Следовательно, в рамках выбранной методики ИМ, необходимо в каждом случае делать аргументированный выбор моделирующего алгоритма, от которого зависит достоверность результатов имитационного моделирования сложной ТКС и, соответственно, стратегия управления.

Список литературы

1. Скворцов А.Б. Имитационное моделирование и технология экспертных систем в управлении сложными телекоммуникационными системами: дис. ... канд. техн. наук. – Самара, 2003. – 178 с.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
3. Якимов А.И. Технология имитационного моделирования систем управления промышленных предприятий. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – 304 с.
4. Вишневский В.И. Комплекс имитационного моделирования телекоммуникационных сетей // Научный вестник МИРЭА. – 2008. – № 5. – С. 17–22.
5. Скворцов А.Б. Имитационное моделирование и технология экспертных систем в управлении инфокоммуникационной компанией. – М.: Радио и связь, 2002. – 232 с.
6. Гребенев С.В., Дворяков В.В., Кузнецов В.Е. и др. Математические модели для оценки эксплуатационной надежности телекоммуникационных сетей в задачах мониторинга // Телекоммуникации. – 2001. – № 8. – С. 12–18.
7. Статистическое имитационное моделирование и управление бизнес-процессами в социально-экономических системах / Д.П. Ануфриев, Э.М. Димов, О.Н. Маслов, Ю.В. Трошин – Астрахань: Изд-во Астраханского инженерно-строительного института, 2015. – 365 с.
8. Голенко Д.И. Статистические модели в управлении производством. – М.: Статистика, 1973. – 368 с.

УДК 621.789

МЕТОД РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

¹Арутюнов Ю.А., ²Дробязко А.А., ³Чашин Е.А., ³Шилов И.В., ²Шашок П.А.

¹Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи
и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства,
Москва, e-mail: double-spiral@yandex.ru;

²ООО «Двойная спираль», Москва, e-mail: omegaversion@yandex.ru;

³ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева»,
Ковров, e-mail: kanircha@list.ru

Работа направлена на решение задачи совершенствования существующих методов решения тепловой задачи для моделирования процесса проплавления при комбинированном лазерном воздействии парциальными источниками модулированного излучения нс-длительности и плавящего излучения импульсом мс-длительности. В работе приведены результаты исследований применительно к воздействию комбинированного лазерного излучения, включающего цуг нс-импульсов с интенсивностью воздействия порядка 1 ГВт/см², разработан способ формирования многомерной локально измельчающейся сетки для искривленной расчетной области и экономичный алгоритм решения на этой сетке нестационарной тепловой задачи. Показано, что предложенная адаптивная локально изменяющаяся расчетная сетка позволит в области термического воздействия, динамически искривляемой растущим парогазовым каналом, моделировать сугубо нестационарные тепловые процессы, обусловленные многократным скоростным изменением пространственных и временных параметров лазерного излучения, что особенно характерно для сварки металлов комбинированным лазерным излучением.

Ключевые слова: лазерная поверхностная обработка, режимы лазерного воздействия, математическая модель, парогазовый канал

METHOD OF SOLVING THE HEAT PROBLEM FOR MODELING OF PROCESS OF MELTING IN THE COMBINED LASER EFFECT

¹Arutyunov Yu.A., ²Drobyazko A.A., ³Chaschin E.A., ³Shilov I.V., ²Shashok P.A.

¹Scientific-Clinical Center of Sports Medicine Federal Medical-Biological Agency of Russia,
Moscow, e-mail: double-spiral@yandex.ru;

²LLC «Double spiral», Moscow, e-mail: omegaversion@yandex.ru;

³Kovrov State Technological Academy, Kovrov, e-mail: kanircha@list.ru

The article presents tasks of improving the existing methods of solving the heat problem for modeling of process of melting in the combined laser effect of partial sources of modulated radiation of ns – duration and melting of the radiation pulse of MS duration. The paper presents the results of the research in relation to the impact of the combined laser radiation, including ns-pulses with intensity of about 1 GW/cm², developed a method of forming a multidimensional locally weld pool for the computational domain of curved and economical algorithm for the solution on this grid, non-stationary heat problem. It is shown that the proposed adaptive locally varying grid will allow in the field of thermal effects, dynamically growing steam channel, to simulate a purely non-stationary thermal processes, due to multiple speed changes in the spatial and temporal parameters of laser radiation, particularly for welding metals with combined laser radiation.

Keywords: laser surface treatment, laser impact, mathematical model, gas-vapor channel

Стыковая сварка алюминиевых сплавов остается одной из актуальных технологических задач, что вызвано сложностью получения качественных сварных соединений из-за наличия на поверхности тугоплавкой окисной пленки [1]. Одним из способов сварки алюминиевых сплавов является сварка парциальным действием модулированного излучения, удаляющего пленку окислов и одновременно формирующего первоначальный парогазовый канал проплавления (ПГК), и плавящего импульса, воздействие которым производится не-

посредственно до появления повторно слоя окислов, т.е. до остывания поверхности материала ниже температуры плавления [2]. Применение комбинированного лазерного воздействия для сварки деталей из сплава АМг6 (Al-Mg), по сравнению со сваркой только излучением в режиме свободной генерации, позволяет увеличить глубину проплавления в 2–3 раза при одновременном снижении пористости сварного соединения в 1,5–5 раза с 0,7–0,9% до 0,4–0,5% [3]. Приведенные результаты были получены при использовании лазерной установки

типа «Квант-15», режим свободной генерации которой имеет многомодовый характер и, как следствие, вариативность распределения интенсивности в зоне лазерного воздействия. Поэтому для анализа режимов обработки в большинстве случаев достаточным являлось использование известных аналитических зависимостей, составленных для стационарных режимов лазерной обработки [3]. При этом размеры и форма ПГК задавалась изначально в условиях задачи: либо правильной фигурой вращения [4], либо по результатам экспериментальных наблюдений [5], и лишь отчасти параметры ПГК итерационно уточнялись в процессе моделирования [5, 6]. Это позволяло выполнять решение задачи оптимизации режимов лазерной обработки только по критерию постоянства температуры поверхности в течение действия импульса. Современные лазерные установки имеют одномодовый характер [7], что позволяет при сохранении энергетических параметров лазерного воздействия обеспечить высокую повторяемость лазерного термического воздействия в зоне обработки. Это делает актуальным выполнение математического анализа с учетом динамического изменения, под действием модулированного лазерного излучения, ПГК для решения задачи оптимизации энергетических затрат лазерного излучения.

Научная новизна

При сварке комбинированным излучением использование известных итерационных моделей [5, 6, 8] затруднено, т.к. учет границ изменения ПГК во время воздействия высокоинтенсивного излучения цуга нс-импульсов 10^8 – 10^9 Вт/см² приводит к необходимости построения расчетной сетки вблизи облучаемой поверхности с малым итерационным шагом, и сохранение этого шага для описания воздействия излучением мс-импульса с энергией до 15 Дж [3] сопровождается значительными затратами машинного времени. А построение расчетной сетки по критерию постоянства температуры поверхности в течение действия плавящего импульса миллисекундной длительности затрудняет учет сверхградиента поверхностной температуры и развитие ПГК, возникающего в локальной зоне под действием модулированного излучения наносекундной длительности. Таким образом учет нестационарных фаз возникновения и развития ПГК традиционными математическими моделями затруднен сочетанием, во-первых, сложности решения тепловых задач на расчетной области с неправильной формой и быстроизменяющимися внешними границами и, во-вторых, высокоскорост-

ным изменением граничных условий на этих движущихся границах и, прежде всего, масштабным изменением энергетического баланса.

При моделировании процессов проплавления материалов комбинированным лазерным лучом, объединяющим в себе высокоинтенсивное излучение цуга нс-импульсов и мощное излучение мс-импульса [3], добавляется сочетание сверхградиента поверхностной температуры (при воздействии нс-импульсов с интенсивностью 10^8 – 10^9 Вт/см²) и значительной глубины прогрева (при миллисекундном лазерном воздействии). Первый фактор требует чрезвычайного уплотнения расчетной сетки вблизи обрабатываемой поверхности, а второй фактор – больших размеров непосредственно расчетной области. Получается сугубо нерегулярная и постоянно деформируемая расчетная сетка, для которой нет экономичных методов решения тепловых задач [9].

В работе предложен способ формирования 2-мерной локально-измельченной сетки, позволяющей непрерывно во времени решать тепловую задачу сварки алюминиевых сплавов комбинированным лазерным излучением.

Рассмотрим способ формирования многомерной локально-измельченной сетки (ЛИС). Для определения возможности сокращения затрат машинного времени и одновременно достижения 2-го порядка точности расчетной схемы рассмотрим решение одномерной тепловой задачи в приближении расчета на изолированном одномерном тепловом стержне. На рис. 1, а представлен фрагмент поверхности канала, наклоненной относительно оси x на угол θ .

Нулевой узел находится на расстоянии δx от 1-го узла, которое может быть существенно меньше, чем Δx_1 – размер следующий за 1-м узлом регулярных шагов сетки. Условие $\delta x \leq \Delta x_1$ возникает из-за движения 0-го узла, вызванного смещением фронта испарения или движением поверхности расплава при его вытекании из ПГК. Запишем в общем виде одномерное дифференциальное уравнение (ДУ) теплопроводности:

$$\frac{T_i - T_i^{(s-1)}}{\Delta t} = a \frac{T_{i-1} - 2T_i + T_{i+1}}{\Delta x_1^2}, \quad (1)$$

где T_i – временные производные температуры.

В выражении (1) вторая производная по координате x выражена через узловые значения T_{i-1} , T_i и T_{i+1} на регулярной сетке (см. рис. 1) с постоянным шагом Δx_1 , а $T_i^{(s-1)}$ – температура в i -м узле в предыдущий расчетный момент времени $s - 1$.

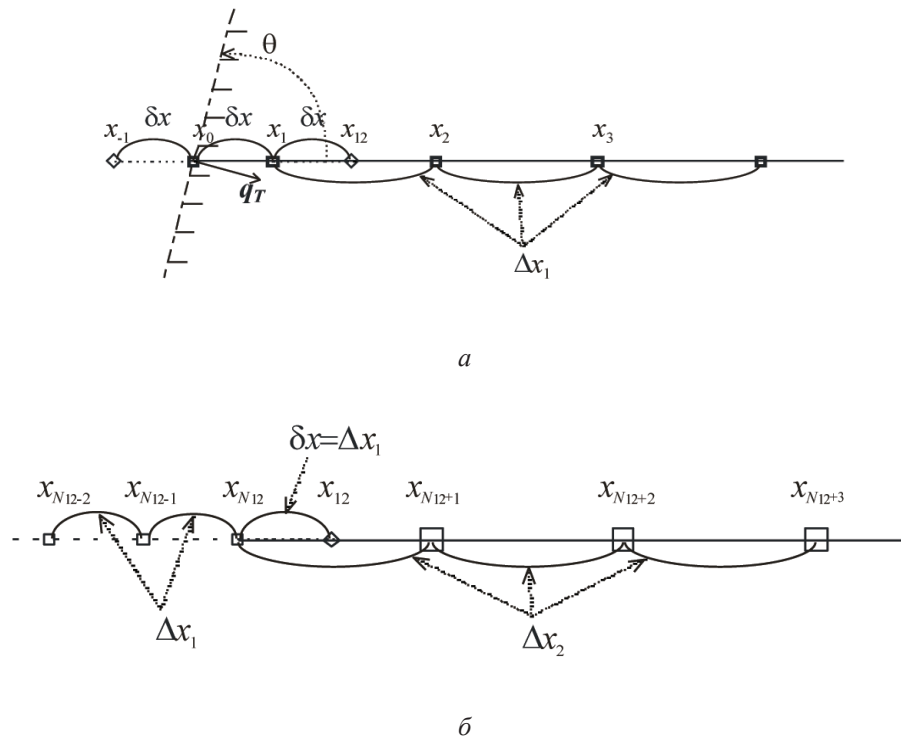


Рис. 1. Неоднородность ЛИС: а – у границы ПГК (фронта испарения); б – в точке сопряжения измельченной (шаг Δx_1) и укрупненной сетки (шаг Δx_2). θ – угол наклона поверхности канала, относительно оси x ; q_T – нормальный к поверхности тепловой поток; x_0 , x_1 , x_2 и x_3 – координаты узлов нерегулярной одномерной сетки с неоднородностью у 1-го узла; x_{12} – вспомогательный узел; $x_{N_{12}}$ – узел стыковки сеток (2-й узел неоднородности ЛИС); x_{12} – вспомогательный узел

Для 0-го узла вторую производную удобно записать через центральную конечную разность с шагом δx :

$$\frac{T_0 - T_0^{(s-1)}}{\Delta t} = a \frac{T_{-1} - 2T_0 + T_1}{\delta x^2}, \quad (2)$$

где T_{-1} – мнимый узел одномерной сетки.

Введем граничные условия (ГУ):

$$\begin{aligned} -\lambda_T \partial T / \partial x|_{x=x_0} &= \\ &= q_T \sin \theta \cong -\lambda_T (T_1 - T_{-1}) / 2\delta x. \end{aligned} \quad (3)$$

При выполнении условий (3) мнимый узел одномерной сетки может быть выражен

$$T_{-1} = T_1 + 2\delta x q_T \lambda_T^{-1} \sin \alpha_s. \quad (4)$$

С учетом подстановки (4) выражение (2) удобно записать как

$$\begin{aligned} \frac{T_0 - T_0^{(s-1)}}{\Delta t} &= \\ &= a \frac{2T_1 - 2T_0 + 2\delta x q_T \lambda_T^{-1} \sin \alpha_s}{\delta x^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Тогда решение уравнения (5) имеет вид

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{2a\Delta t}{\delta x^2 (1 + 2a\Delta t / \delta x^2)} T_1 + \\ &+ \frac{T_0^{(s-1)} + q_T \lambda_T^{-1} 2a\Delta t / \delta x \sin \alpha_s}{1 + 2a\Delta t / \delta x^2}. \end{aligned} \quad (6)$$

При $i = 0$ уравнение теплопроводности (1) с учетом ГУ (2–6) принимает известный вид [10], что подтверждает допустимость сделанных упрощений:

$$T_0 = \chi_0 T_1 + \eta_0, \quad (7)$$

где χ_0 и η_0 – нулевые прогоночные коэффициенты.

Рассмотрим уравнение теплопроводности для 1-го узла сетки (см. рис. 1), который является точкой неоднородности. Введем промежуточный узел x_{12} , в котором уложим значение температуры зададим путем ее интерполяции по 3-м узловым значениям T_0 , T_1 и T_2 . Для этого используем интерполяционный многочлен Лагранжа 2-го порядка точности $L_2(x)$ относительно трех узловых значений аппроксимируемой функции

$$L_2(x) = \frac{\overbrace{(x-x_1)(x-x_2)}^{a_0}}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} T_0 + \frac{\overbrace{(x-x_0)(x-x_2)}^{a_1}}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} T_1 + \frac{\overbrace{(x-x_0)(x-x_1)}^{a_2}}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)} T_2, \quad (8)$$

где

$$x = x_{12} = x_1 + \delta x. \quad (9)$$

Несложно видеть, что выражение (8) является линейной комбинацией трех узловых значений T_0 , T_1 и T_2 , т.е.

$$T_{12} = a_0 T_0 + a_1 T_1 + a_2 T_2, \quad (10)$$

где значения a_0 , a_1 и a_2 находятся по (8) и (9).

Тогда для узла 1-го узла сетки $i = 1$ (точки неоднородности сетки) уравнение (1) можно привести к линейному виду:

$$\underbrace{a\Delta t/\delta x^2 (1+a_0)}_A T_0 - \underbrace{(1+a\Delta t/\delta x^2 (2-a_1))}_C T_1 + \underbrace{a\Delta t/\delta x^2 a_2}_B T_2 = \underbrace{-T_1^{(S-1)}}_f, \quad (11)$$

совпадающему с каноническим [10] для метода прогонки представлением одномерного уравнения теплопроводности

$$AT_{i-1} - CT_i + BT_{i+1} = f.$$

При $i \geq 2$ расчет ведется на регулярной ЛИС с шагом Δx_1 , в этом случае

$$\frac{T_i - T_i^{(S-1)}}{\Delta t} = a \frac{T_{i-1} - 2T_i + T_{i+1}}{\Delta x_1^2}. \quad (12)$$

Уравнение (12) удобно привести к каноническому, линейному относительно T_{i-1}, T_i, T_{i+1} , виду

$$\underbrace{\frac{a\Delta t}{\Delta x_1^2} T_{i-1}}_A - \underbrace{\left(1 + 2\frac{a\Delta t}{\Delta x_1^2}\right) T_i}_C + \underbrace{\frac{a\Delta t}{\Delta x_1^2} T_{i+1}}_B = \underbrace{-T_i^{(S-1)}}_f. \quad (13)$$

При $i = N_{12}$ возникает еще одна точка неоднородности ЛИС, где регулярная локально измельченная сетка с постоянным мелким шагом Δx_1 сопрягается также с регулярной сеткой с постоянным крупным шагом Δx_2 . На рис. 1, б представлен фрагмент расчетного теплового стержня (параллельного оси x) вместе с точкой неоднородности $i = N_{12}$. В рассмотренном приближении (см. рис. 1, б) температура во 2-м вспомогательном узле x_{12} может быть определена с помощью интерполяции Лагранжа $L_2(x)$ по (8) и (10), с учетом

$$x_{12} = x_{N_{12}} + \Delta x_1. \quad (14)$$

$$T_{12} = a_0 T_{N_{12}-1} + a_1 T_{N_{12}} + a_2 T_{N_{12}+1}, \quad (15)$$

где при вычислении a_0 , a_1 и a_2 вместо координат узлов с индексами 0, 1 и 2 следует использовать координаты узлов с индексами N_{12-1} , N_{12} и N_{12+1} , а при вычислении линейных коэффициентов A , B , C и f вместо δx использовать Δx_1 .

Аналогично вышеизложенному, в 1-м узле неоднородности ЛИС, использование интерполяции Лагранжа обеспечивает в узле с индексом N_{12} сохранение 2-го порядка точности. При $i > N_{12}$ расчет выполняется на регулярной сетке с шагом Δx_2 . Таким образом, для одномерного расчетного теплового стержня, содержащего несколько точек неоднородности сетки, показана возможность сквозного применения экономичного метода прогонки при решении тепловой задачи со 2-м порядком точности. Для подтверждения данного вывода была проведена проверка точности решения тепловой задачи при постоянном тепловом воздействии с интенсивностью 0,1 ГВт/см² путем сравнения с известным аналитическим решением [11]

$$T_{an}(x, t) = T_0 + q_i \lambda_T^{-1} \sqrt{4a \cdot t} \cdot \text{ierfc}\left(x/\sqrt{4a \cdot t}\right). \quad (16)$$

Результаты расчета приведены на рис. 2.

Видно, что имеет место качественное и количественное совпадение результатов в узлах расчетного теплового стержня T_i для конца 20 нс импульса с тепловой интенсивностью $q_i = 0,1$ ГВт/см². Размеры пространственных шагов ЛИС составляли: $\delta x = 0,25$ мкм, $\Delta x_1 = 0,5$ мкм и $\Delta x_2 = 10$ мкм. ЛИС с координатами узлов в векторе X_i – содержала 15 измельченных ($N_{12} = 15$) и 35 укрупненных шагов. Относительная

погрешность численного решения в сравнении с аналитическим решением уравнения теплопроводности была определена как

$$err_i = |T_{an}(x_i) - T_i| / T_{an}(x_i). \quad (17)$$

На рис. 3. показано сравнение погрешностей численного решения на исходной и уплотненной в 2 раза сетке.

Видно (см. рис. 3) что при уплотнении нерегулярной ЛИС в 2 раза, получено снижение погрешности результатов моделирования до 4 раз. То есть реализованная для одномерного случая схема решения тепловой задачи конечно-разностным методом имеет 2-й порядок точности относительно размера пространственного шага. Таким образом, приведенный способ решения одномерной тепловой задачи на нерегулярной адаптивной сетке с использованием трех точечной интерполяции по Лагранжу обеспечивает сочетание 2-го порядка точности и сокращение затрат машинного времени, присущего методу прогонки.

Рассмотрим способ формирования 2-мерной ЛИС, позволяющей решать тепловую задачу при существенно неоднородных параметрах лазерного воздействия, имеющих место при комбинированном лазерном

воздействии. На рис. 4 приведен фрагмент неоднородной ЛИС у границы ПГК, возникающего при движении фронта испарения за один нс-импульс. Видно, что строки или столбцы узлов измельченной сетки, примыкающие к строкам/столбцам регулярной сетки, образуют сквозные расчетные стержни, на которых вышерассмотренным методом решается одномерная тепловая задача. Выбрав одно из направлений (по z или по r) и выполнив прогонки во всех «сквозных» расчетных стержнях, мы получим в этих стержнях обновленные узловые температуры, включая значения в узлах неоднородности ЛИС по границе Zs_2 или Rs_2 . На 2-мерных границах Zs_1 и Rs_1 для сквозных и укороченных расчетных тепловых стержней наиболее естественным граничным условием будет ГУ 2-го рода с заданием параметров поглощения ЛИ и испарения материала:

$$-\lambda_T \partial T / \partial \bar{n} |_{Zs_1, Rs_1} = \bar{q}_T, \quad (18)$$

где

$$\frac{\partial T}{\partial \bar{n}} = \frac{\partial T}{\partial r} \cdot \bar{e}_r + \frac{\partial T}{\partial z} \cdot \bar{e}_z,$$

$$\bar{q}_T = q_T \sin \theta \cdot \bar{e}_r + q_T \cos \theta \cdot \bar{e}_z.$$

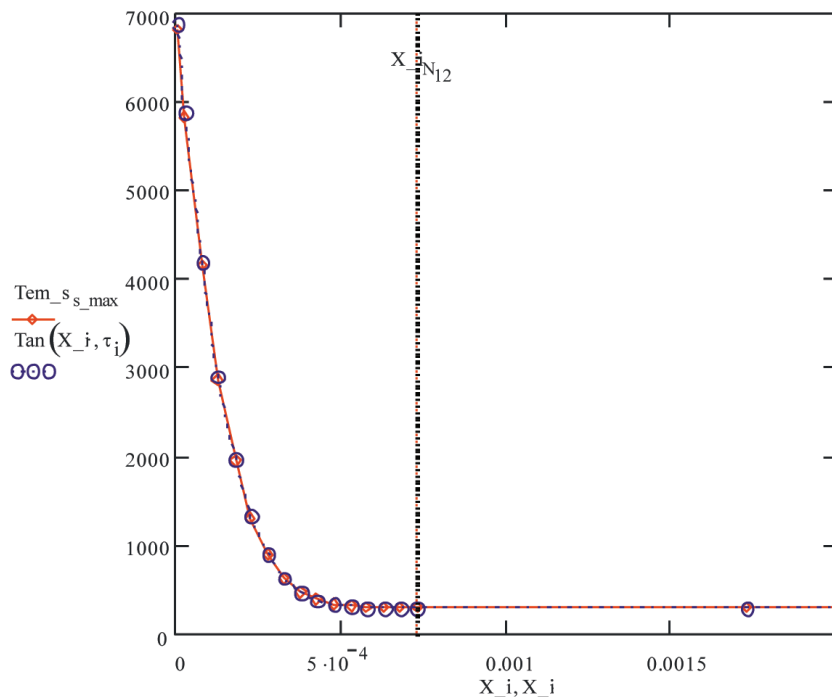


Рис. 2. Температуры в узлах расчетного теплового стержня по координате x , определенные численно (Tem_s, K) и аналитически (Tan, K) для импульса с тепловой интенсивностью $q_i = 0,1 \text{ ГВт/см}^2$ и длительностью $\tau_i = 20 \text{ нс}$. X_i – вектор координат узлов ЛИС, см; $X_{i_{N12}}$ – координата стыковки мелкой и укрупненной сетки

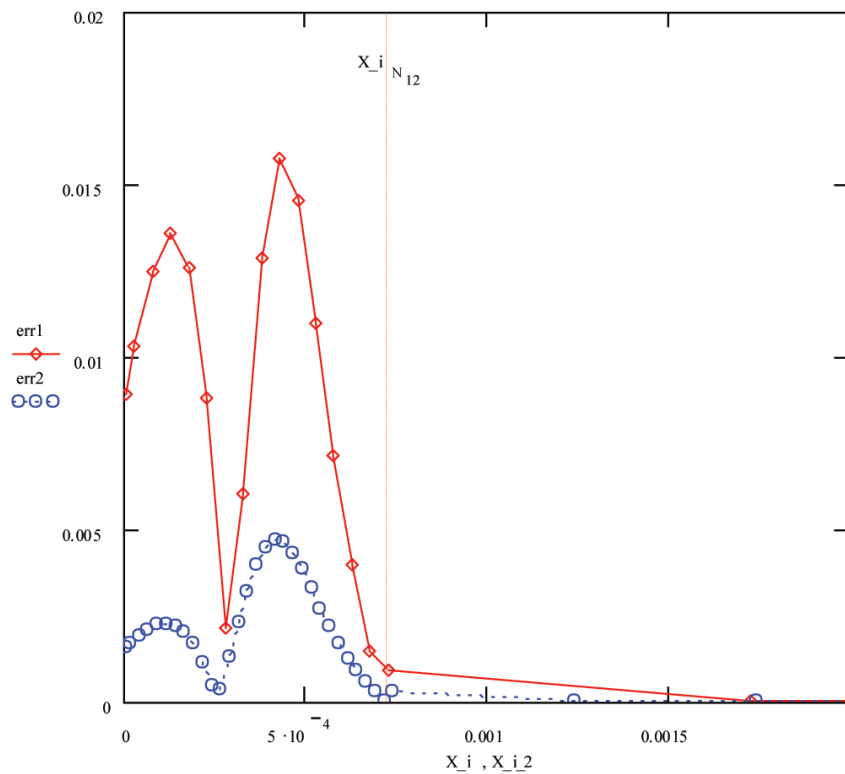


Рис. 3. Погрешности численного решения на исходной ($err1$) и уплотненной сетке ($err2$).
 X_i, X_{i2} – вектор координат узлов исходной и уплотненной в 2 раза ЛИС, см;
 X_{iN12} – координата стыковки мелкой и укрупненной сетки

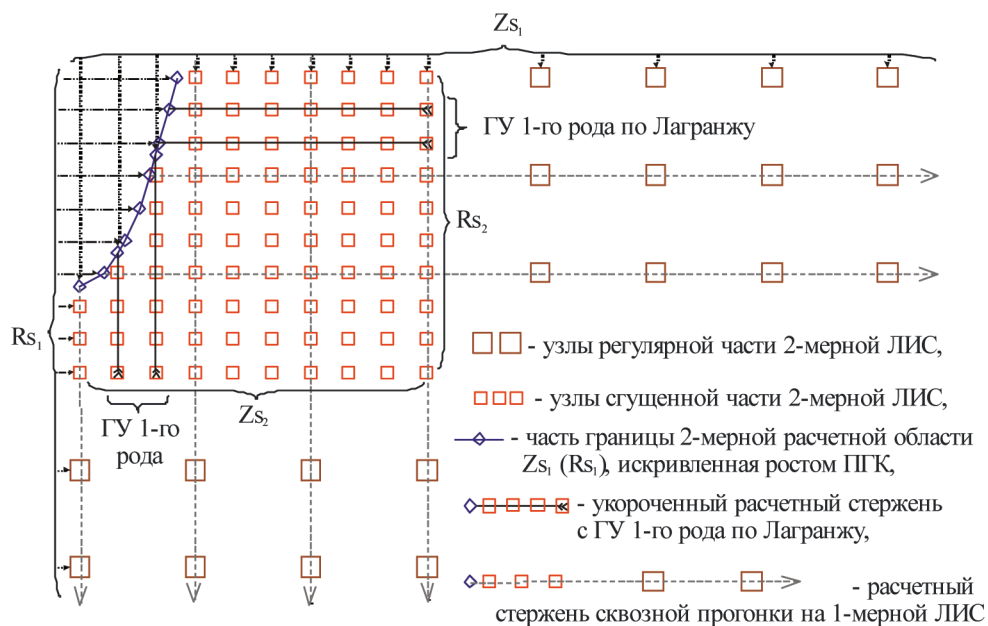


Рис. 4. Фрагмент неоднородной ЛИС у границы ПКК (фронта испарения). Z_{s1} и R_{s1} – внешняя граница ЛИС; Z_{s2} и R_{s2} – граница сопряжения сгущенной сетки и регулярной части ЛИС

Тогда для прогонок по направлению r ГУ 2-го рода принимают вид

$$-\lambda_T \partial T / \partial r \Big|_{Rs_1} = q_T \sin \theta, \quad (19)$$

а для прогонок по направлению z

$$-\lambda_T \partial T / \partial z \Big|_{Zs_1} = q_T \cos \theta. \quad (20)$$

Известно [10], что при использовании метода переменных направлений вычисления поперечной производной 2-го порядка не требуется, а значит, для каждого конкретного расчетного стержня (см. рис. 4) из распределения температур, полученных при предыдущей ортогональной прогонке, необходимо определить одно узловое значение температуры на поверхности, т.е. внешнем крае расчетного стержня, которое удобно получить интерполяцией вдоль границ Zs_1 или Rs_1 по достаточно большому количеству узлов. В работе полагали, что границы Zs_2 и Rs_2 отдалены от зон максимальных градиентов температур и интенсивного перераспределения тепловых потоков. Это приближение позволяет считать, что аппроксимация температурного распределения вдоль этих границ хорошо выполняется по узловым значениям ЛИС с крупным шагом, т.е. по значениям температур на сквозных расчетных стержнях по границам Zs_2 и Rs_2 . Таким образом на крайних узлах укороченных расчетных тепловых стержней сгущенной части ЛИС, которые обрываются на границах Zs_2 и Rs_2 , с помощью интерполяции Лагранжа можно задать фиксированные на данный момент времени температуры, т.е. определить для укороченных расчетных тепловых стержней по границам Zs_2 и Rs_2 ГУ 1-го рода.

Следует отметить, что если соответствующая подмодель не обеспечивает вычисления баланса поглощения и испарения с мелким шагом ЛИС, то в этом случае допустимо интерполировать температуру на границах Zs_1 и Rs_1 , т.е. так же, как и для узлов на границе Zs_2 и Rs_2 можно задать ГУ 1-го рода. В этом случае узлы сгущенной сетки, которые продолжают на линиях регулярной сетки за границами Zs_2 и Rs_2 , участвуют в тепловом расчете, образуя вместе с разреженными узлами регулярной сетки глобальные тепловые стержни с протяженностью от облучаемой поверхности и до удаленной границы расчетной области. При этом расчетные тепловые стержни сгущенной тепловой сетки, обрывающиеся на границах Zs_2 и Rs_2 , должны заканчиваться узлами, где ГУ следует задавать принудительно, например с помощью аппроксимации по Лежандру L_2 на базе тех узлов сгущенной сетки на границах Zs_2 и Rs_2 , которые участвуют в глобальных

тепловых стержнях. Отметим, что при этом все внутренние узлы становятся взаимосвязанными. Таким образом проводя расчет одной из координат, сначала «прогоняются» сквозные тепловые стержни. Затем по полученным узловым значениям температуры T на границах Zs_2 или Rs_2 путем интерполяции задаем граничные узловые значения в качестве ГУ первого рода на коротких тепловых стержнях сгущенной тепловой сетки.

Заключение

В работе применительно к воздействию комбинированного лазерного излучения, включающего цуг нс-импульсов с интенсивностью воздействия порядка 1 ГВт/см², разработан способ формирования многомерной локально измельчающейся сетки для искривленной расчетной области и экономичный алгоритм решения на этой сетке нестационарной тепловой задачи. Показано, что адаптивная ЛИС позволит в расчетной области, динамически искривляемой растущим ПГК, моделировать существенно нестационарные тепловые процессы, обусловленные многократным скоростным изменением пространственных и временных параметров лазерного излучения, что особенно характерно для сварки металлов комбинированным лазерным излучением.

Список литературы

1. Шиганов И.А., Холопов А.А. Лазерная сварка алюминиевых сплавов // Фотоника. – 2010. – № 3. – С. 6–10.
2. Смоленцев Е.В. Классификация комбинированных методов обработки // Вестник ДГТУ. – 2010. – Т. 10, № 1 (44). – С. 76–79.
3. Тепловые процессы в материалах, индуцированные высокоинтенсивным лазерным излучением: монография / И.В. Шилов, А.В. Федин. – Ковров: ГОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2010. – 156 с.
4. Fedin A.V., Chaschin Y.A., Shilov I.V., Solokhin S.A., Ershkov M.N. Pulse laser welding of aluminum alloy by combined radiation // Proceedings of SPIE. – 2007. – vol. 67350. – P. 98–107.
5. Лосев В.Ф. Физические основы лазерной обработки материалов: учеб. пособие / В.Ф. Лосев, Е.Ю. Морозова, В.П. Ципилев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 199 с.
6. Шилов И.В., Чашин Е.А. Математическое моделирование процесса возникновения эффекта самоконцентрации лазерного излучения в паразитном канале // Вестник ИГЭУ. – 2009. – № 4. – С. 41–44.
7. Игнатов А.А., Криворотов А.В., Миргородский А.В. Лазерные сварные соединения из коррозионно-стойких сталей // Фотоника. – 2010. – № 2. – С. 18–21.
8. Арутюнов Ю.А., Дробязко А.А., Чашин Е.А., Шашок П.А., Шилов И.В., Феровян А.А. Математическая модель коррекции тока для компенсации изменения высоты электрода в процессе ручной дуговой сварки // Интернет-журнал «Наукоедение». – 2017. – Т. 9, № 2. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/18TVN217.pdf>. (дата обращения: 23.03.17).
9. Лебо И.Г., Тишкин Ф.В. Исследование гидродинамической неустойчивости в задачах лазерного термоядерного синтеза. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 304 с.
10. Волков Е.А. Численные методы. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
11. Лазерная и электроннолучевая обработка материалов. Справочник под ред. Н.Н. Рыкалина. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

УДК 621.874: 65.011.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРОЛЁТНЫХ БАЛОК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАНКА ДАННЫХ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ

¹Ахтулов А.Л., ²Кирасиров О.М., ³Кирасиров М.О., ²Чупин П.В.

¹Омский государственный технический университет, Омск, e-mail: ahtulov-all1949@yandex.ru;

²Омский государственный аграрный университет, Омск, e-mail: olegkirasirov@yandex.ru;

³ООО «ТитаниумАвто», Омск, e-mail: titaniumauto@mail.ru

Рассмотрены конструкции пролётных балок мостовых кранов, их достоинства и недостатки, причины деформации балок мостов, устойчивость грузоподъемных кранов, назначение и величина строительного подъема балок мостовых кранов. Показано, что в последнее время практика проектирования новых объектов выявила немаловажный для эксплуатации параметр, связанный с прогибом конструкции, время затухания колебаний как форму характеристики податливости конструкции. Рассмотрен вопрос относительно минимальной базы крана. Отмечается, что в настоящее время ощущается недостаток теоретических работ в области автоматизации проектирования основных элементов мостовых кранов, в частности пролётных балок (т.е. мостов крана), поэтому разработка математической модели и алгоритма формирования оптимальных конструкций являются актуальной задачей. На основании проведенных исследований сформирована база данных геометрических элементов и конструктивных схем балок мостовых кранов, с целью создания системы автоматизации проектирования. Таким образом, в работе сделана попытка решения задачи формирования наиболее рациональной конструкции мостового крана по требуемым параметрам.

Ключевые слова: мостовые краны, пролётные балки мостовых кранов, конструктивные схемы, система автоматизации проектирования

OPTIMIZATION OF THE CHOICE OF PARAMETERS SPAN BEAMS FOR FORMATION OF A DATA BANK IN AUTOMATING THE DESIGN OF OVERHEAD CRANES

¹Akhtulov A.L., ²Kirasirov O.M., ³Kirasirov M.O., ²Chupin P.V.

¹Omsk State Technical University, Omsk, e-mail: ahtulov-all1949@yandex.ru;

²Omsk State Agrarian University, Omsk, e-mail: olegkirasirov@yandex.ru;

³Limited liability company «Titaniumavto», Omsk, e-mail: titaniumauto@mail.ru

The design of span beams overhead cranes, their advantages and disadvantages, causes deformation of beams of bridges, the stability of the cranes, the purpose and the value of the construction of lifting beams bridge cranes. It is shown that, in recent years practice of designing of the new objects revealed important operating parameter associated with the deflection of the structure, the decay time as a form of characteristics of the compliance of the structure. Considered with respect to the minimum base of the crane. It is noted that currently there is a lack of theoretical works in the field of automation of designing of basic elements of overhead cranes, in particular the span of the beams (i.e., bridge crane), so the development of a mathematical model and algorithm of formation of optimal structures is an urgent task. On the basis of the research formed the database of geometrical elements and structural layout of the beams overhead cranes, with the goal of creating systems of automation of designing. Thus, in the example of solving the task of forming the most rational design of the bridge crane for the required parameters.

Keywords: bridge cranes, span I-beam bridge cranes, structural designs, system design automation

В настоящее время все больше возрастает интерес в различных отраслях производства [1–4] к созданию систем автоматизации на всех стадиях создания новой техники. Это вызвано, прежде всего, необходимостью обеспечивать значительное совершенствование [5] все большего числа характеристик разрабатываемых образцов новой техники по сравнению с зарубежными и отечественными прототипами при одновременном сокращении затрат, необходимых для их серийного производства и эксплуатации. Для достижения этих целей необходимо повышать степень обоснованности принимаемых технических решений, особенно на ранних стадиях проектирования, когда цена

ошибок велика, проводить тщательную всестороннюю обработку всех элементов конструкции, что реально осуществимо лишь на основе сквозной автоматизации проектно-конструкторских и технологических работ [6].

Современные тенденции развития мостовых и козловых кранов можно условно разбить на два подпункта [7]: во-первых, создание автоматизированных комплексов, с максимальной регулировкой скоростей, обеспечивающих наилучшую производительность, безопасность эксплуатации и т.д.; а во-вторых, совершенствование проектирования, с применением современных автоматизированных систем проектирования.

Следует отметить, что в настоящее время ощущается недостаток теоретических работ в области автоматизации проектирования основных элементов мостовых кранов, в частности пролётных балок (т.е. мостов крана), поэтому разработка математической модели и алгоритма формирования оптимальных конструкций является актуальной задачей.

Как уже отмечалось в работе [6], совокупность решаемых создаваемым объектом задач, многоэлементность его систем, слу-

чайный и неопределенный характер параметров отдельных элементов и существенное влияние всех этих факторов, а также внешних воздействий на основные характеристики и облик приводит к необходимости их учета в математических моделях и в процессе проектирования. Что привело к возникновению целого направления исследования универсальных или многоцелевых систем [8], разработки математических моделей [3, 9] и методов решения задач оптимизации [10].

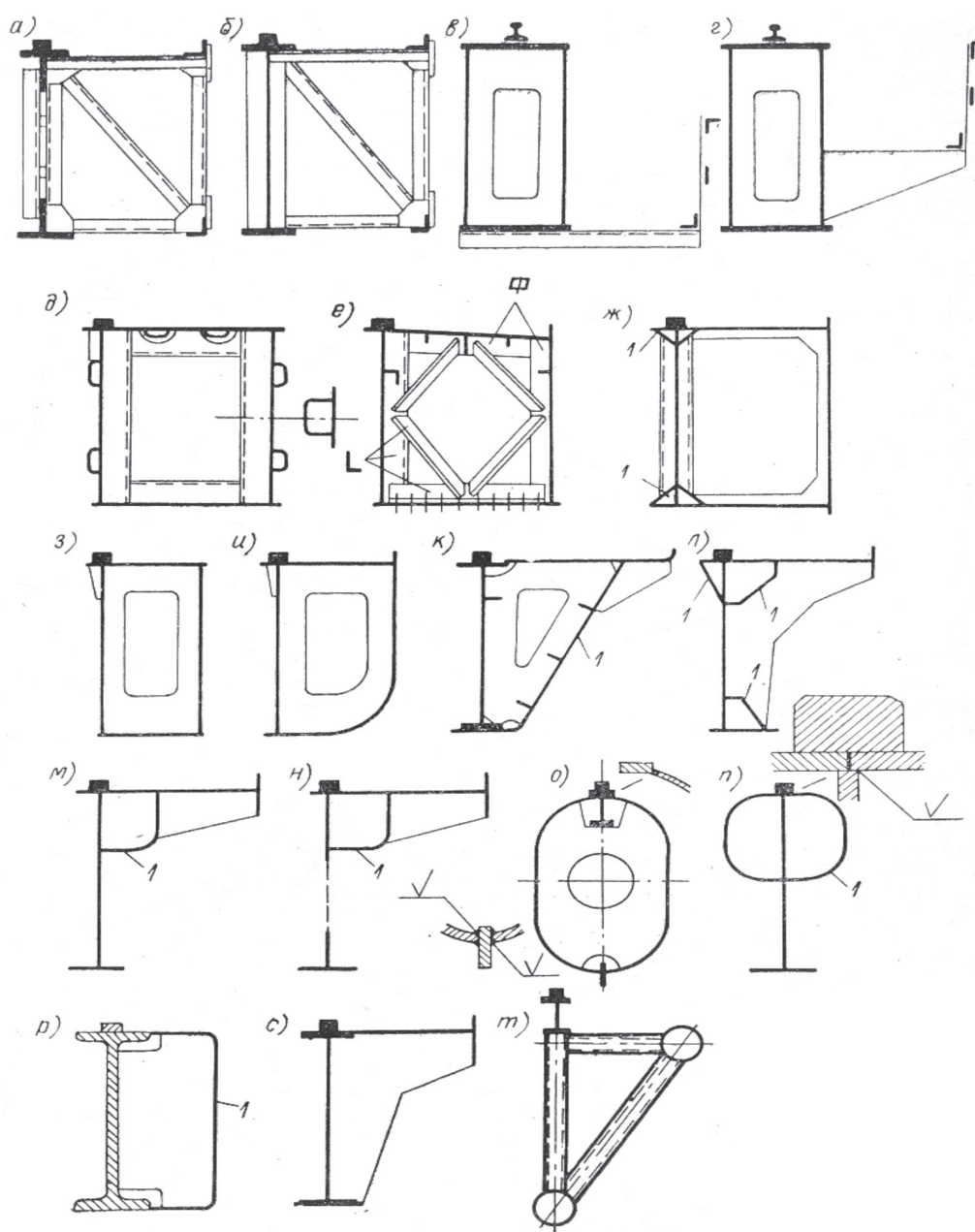


Рис. 1. Схемы поперечных сечений мостовых кранов общего назначения:
а, б – решетчатая конструкция; в, г – коробчатая конструкция; д–т – листовые конструкции;
элемент 1 образует коробчатое сечение моста по всей длине балки

Таким образом, целью автоматизации информационно-поисковых работ является формирование единой универсальной информационной основы объектно-ориентированных автоматизированных систем – банков данных по каждому из избранных направлений. Автоматизация информационно-поисковых работ предусматривает стандартизацию различных видов регистрируемой информации, наличие альтернативных средств и способов ее ввода и хранения, быстроту и удобство поиска и модификации, защиту от несанкционированного доступа и разрушения.

Оптимальными следует считать конструкции, которые при надежной работе имеют минимальную стоимость изготовления и эксплуатации. Комплексный учет всех составляющих при решении оптимизации параметров балок грузоподъемных кранов значительно усложняет решение задачи.

Впервые в работе [11] была приведена классификация основных типов конструкций пролетных балок мостовых кранов (рис. 1) и их основных параметров, определяющих область применения, дополненная и расширенная в [12], поэтому создание базы данных геометрических элементов и конструктивных схем позволит выбрать оптимальную конструкцию моста крана для каждого конкретного случая.

Так, в целях облегчения конструкции балки крана ВНИИПТмаш было предложено [13] выполнить боковую стенку в виде безраскосной фермы с вырезами (окнами) имеющими отбортовки для обеспечения устойчивости сжатых кромок. Развитие конструктивных форм крановых мостов рассмотрено в работах [14, 15].

Кроме указанных типов мостов для кранов общего назначения существуют [16] мосты кран-балок для талей, двухбалочные мосты с одностенчатыми двутавровыми балками для кранов с ручным приводом при малых пролетах и многочисленные разновидности мостов специальных кранов.

Исходя из опыта [15] эксплуатации крановых мостов из углеродистой стали Ст. 3, их высота H в зависимости от длины пролета L назначается в следующих пределах: для решетчатых мостов $H/L = 1/12$ или $1/14$ и реже $1/10$ или $1/16$ (число панелей всегда четное, и угол наклона раскосов у главных и вспомогательных ферм $\sim 45^\circ$); для коробчатых мостов обычно $H/L = 1/14$ или $1/18$, так как при той же высоте балки обладают большей жесткостью, чем фермы, и реже менее $1/18$. Наибольшая высота ограничивается условиями оптимальности по массе, наименьшая – прогибом или временем затухания колебаний моста при работе механизма подъема груза. В связи с увеличением напряжений

в конструкциях из низколегированных и тем более высокопрочных сталей при сохранении допустимых значений прогиба, который для крановых мостов никак не связан с маркой стали, необходимо увеличивать высоту мостов H . С этой точки зрения интересна конструкция составной балки (рис. 2), изготовленной на ОАО «Павлодарский машиностроительный завод» путем фигурного продольного разреза двутавровой балки – 1 с последующим сдвигом и сваркой двух половинок разрезанной двутавровой балки – 2.

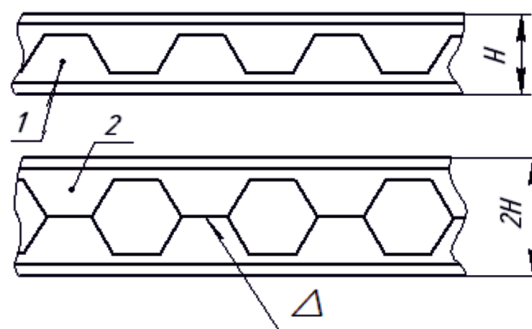


Рис. 2. Эскиз продольного раскроя (1) и составной крановой двутавровой балки в сборе (2)

Рациональное сечение крановой балки как конструкции, работающей на изгиб, определяется по выражению $W/\sqrt{F^3}$ [17]. То есть, чем больше момент сопротивления балки W при данной площади поперечного сечения F , тем более экономична предлагаемая конструкция балки. Следовательно, с точки зрения экономии массы для балок наиболее выгодными являются сечения двутаврового типа с возможно более мощными поясами, насколько это позволяют условия общей устойчивости балок и местной устойчивости их стенок и поясов. В настоящее время для грузоподъемных кранов применяются балки прокатные (рис. 3, а) или составные (рис. 3, б), а по количеству и расположению опор – разрезные, неразрезные и консольные.

Оптимальная высота составной балки может быть определена расчетным путем. При полном использовании материала балки – изгибающему моменту соответствует определенный момент сопротивления W . Поэтому по экономическим соображениям, зная расчетный изгибающий момент, определяется требуемый момент сопротивления сечения:

$$W = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{M}{mR}, \quad (1)$$

где M – изгибающий момент; m – коэффициент условий работы; R – расчетное сопротивление изгибу; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба.

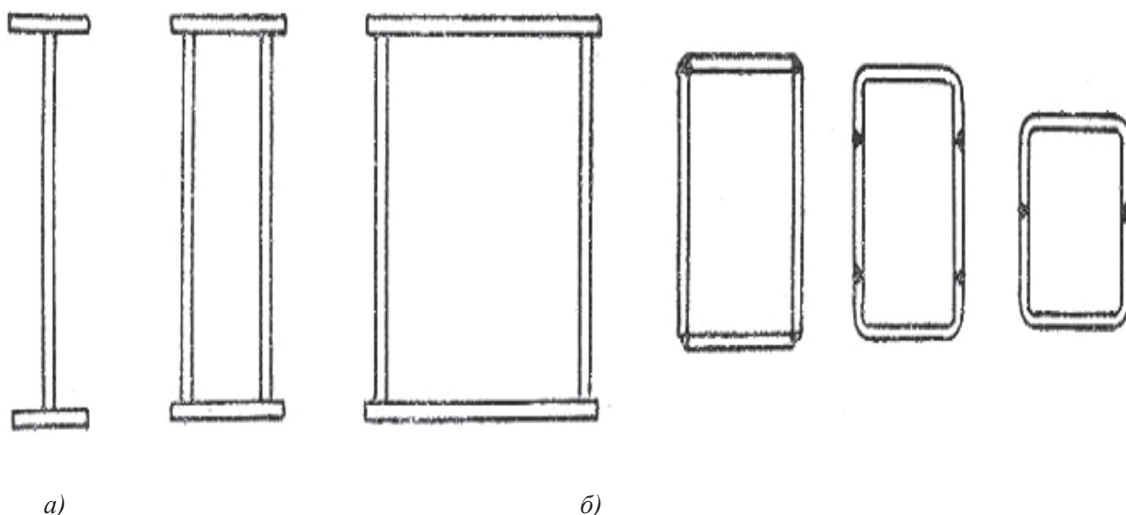


Рис. 3. Типовые формы сечений составных балок: а) двутавровые; б) коробчатые

Задавшись высотой балки H , находится необходимый момент инерции сечения:

$$J = W \frac{H}{2}. \quad (2)$$

Однако надо заметить, что если выбор высоты балки меньше оптимальной может быть оправдан уменьшением габаритов, то выбор высоты балки больше оптимальной необходимо признать нерациональным. Уменьшение высоты балки лимитируется прогибом балки во время подъема груза. Таким образом, максимальная высота балки будет определяться из неравенства

$$H \leq \sqrt{\frac{3W}{\sigma_c}}. \quad (3)$$

Тогда минимально допустимая высота балки H , по условию ограничения прогиба балки f от системы сосредоточенных сил P будет определяться из выражения [11]:

$$\frac{H}{L} \geq \frac{2\alpha'}{\alpha E} ([\sigma] - \sigma_q) \frac{L}{[f]}, \quad (4)$$

где H – высота балки; L – пролет балки; E – модуль упругости балки; $[f]$ – допускаемый прогиб балки; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба; σ_q – напряжение изгиба от действия неучтенной нагрузки; α и α' – коэффициенты, учитывающие расположение силы P относительно опор балки.

Расчетный прогиб f – в середине пролета моста определяется от статически действующей подвижной нагрузки (полезный груз плюс сила тяжести тележки

с грузозахватными приспособлениями). Прогиб проверяется при сдаче крана в эксплуатацию и контролируется при периодических его испытаниях. Надо полагать, что требование контроля упругого прогиба в настоящее время в значительной степени определяется традицией, идущей с тех времен, когда прогиб рассматривали как величину, характеризующую надежность конструкции. Контроль остаточного прогиба после первого нагружения у клепаных конструкций нормировался и отражал качество клепки. У сварных конструкций он также имеет место из-за наличия в них внутренне уравновешенных остаточных сварочных напряжений, так как в результате нагружения конструкции происходят местные пластические деформации, нарушается равновесие внутренних сил и конструкция деформируется. Это следует учитывать, в частности, при назначении строительного подъема [18]. На отсутствие теоретического обоснования, нормированной величины допустимого прогиба, принимавшегося ранее по нашим нормам равным $L/1000$, предлагается назначать строительный подъем так, чтобы при номинальном грузе рельсовый путь тележки был горизонтален, что сделает возможным существенно смягчить требования к нормируемому прогибу. Следует отметить, что требование, иметь прогиб равным $L/1000$ было установлено в то время, когда механизмы передвижения имели центральный привод с жесткими муфтами. Современные конструкции механизмов передвижения, по-видимому, не налагают каких-либо ограничений на величины прогиба. Суще-

ственной надо признать необходимость ограничения прогиба по условию мгновенной разгрузки, которая может привести к «подскоку» грузовой тележки, чтобы не могло иметь место самопроизвольное скачивание стоящей на уклоне тележки к середине пролета и чтобы уменьшить износ реборд колес крана.

Правила [19] не устанавливают требований относительно предельной величины деформаций, отмечая, что ограничения прогиба обуславливаются лишь соображениями эксплуатационного характера и могут устанавливаться только по желанию заказчика.

Также следует отметить, что ограничение конструкций из углеродистой стали по величине прогиба приводит в ряде случаев к недогруженности по напряжениям, а применение низколегированных сталей приводит к возрастанию напряжений в конструкции и, следовательно, к увеличению прогиба. Особенно резко деформации увеличиваются в конструкциях из легких сплавов. Таким образом, существующие ограничения по прогибу во многих случаях являются препятствием для применения низколегированных сталей и легких металлов.

Сложившаяся в последнее время практика проектирования новых объектов выявила другой немаловажный для эксплуатации параметр, связанный с прогибом конструкции, что из других соображений оправдывает требование контроля прогиба, а именно время затухания (t) ее колебаний, зависящее от периода колебаний (τ). Таким образом, время затухания есть другая форма характеристики податливости конструкции.

Вопрос относительно минимальной базы крана [20–21], т.е. расстояния между ходовыми колесами в концевой балке или между осями крайних балансирных тележек у многоколесных кранов, решается из рассмотрения возможных перекосов моста крана при его передвижении. Естественно, что чем база крана больше, тем это для эксплуатации крана лучше. В результате перекосов, чему способствуют также чрезмерные отклонения в размерах при изготовлении мостов, имеют место повышенный износ и выход из строя ходовых колес механизма передвижения крана и увеличение металлоемкости конструкции крана в целом, т.е. возрастают затраты не только на изготовление, но и на его эксплуатацию.

В заключение можно отметить, что на основании проведенного анализа существующих конструкций мостов определяется

область их оптимального применения при использовании созданной базы данных геометрических элементов и конструктивных схем балок мостовых кранов, с целью создания системы автоматизации их проектирования.

Таким образом, сделана попытка решения задачи формирования наиболее рациональной конструкции мостового крана по требуемым параметрам.

Список литературы

1. Ахтулов А.Л. Анализ и исследование динамических систем грузоподъемных кранов методом компьютерного моделирования [Текст] / А.Л. Ахтулов, О.М. Кирасиров, Е.В. Комерзан // Омский научный вестник. – 2008. – № 2 (68). – С. 61–64.
2. Галдин Н.С. Компьютерное моделирование основных механизмов мостовых кранов [Текст] / Н.С. Галдин, О.В. Курбацкая, С.В. Ерёмкина // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 2 (42). – С. 68–75.
3. Галдин Н.С. Моделирование на ЭВМ статического сопротивления передвижению мостового крана [Текст] / Н.С. Галдин, С.В. Курбацкая, О.В. Курбацкая // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: материалы VII Всероссийской науч.-практ. конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (с международным участием) / СибАДИ. – Омск, 2012. – Кн. 2. – С. 32–36.
4. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин [Текст] / С.А. Соколов. – СПб.: Политехника, 2012. – 423 с.
5. Ахтулов А.Л. Методика оценки качества процессов проектирования сложных технических устройств [Текст] / Ахтулов А.Л., Леонова А.В., Ахтулова Л.Н. // Омский научный вестник. – 2013. – № 3 (123). – С. 87–91.
6. Ахтулов А.Л. Разработка методики оценки качества проектирования конструкторско-технологической подготовки производства сложных технических устройств [Текст] / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, И.Ф. Иванова, А.В. Леонова // Омский научный вестник. – 2014. – № 3 (133). – С. 82–86.
7. Ахтулов А.Л. Построение имитационной модели двухбалочного мостового крана [Текст] / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, О.М. Кирасиров, В.А. Машонский // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – 2012. – № 3 (25). – С. 7–11.
8. Кудрявцев Е.М. Основы автоматизированного проектирования [Текст] / Е.М. Кудрявцев. – М.: Academia, 2013. – 304 с.
9. Ахтулов А.Л. Визуальное моделирование двухбалочного мостового крана как сложной динамической системы [Текст] / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, О.М. Кирасиров, В.А. Машонский // Омский научный вестник. – 2014. – № 1 (127). – С. 147–152.
10. Ахтулов А.Л. Обеспечение качества проектирования мостовых кранов с учетом динамических характеристик: моногр. / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, О.М. Кирасиров, Е.В. Комерзан; под общ. ред. А.Л. Ахтулова. – Омск: СибАДИ, 2010. – 137 с.
11. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин [Текст] / М.М. Гохберг. – Л.: Машиностроение (Ленингр. Отд-ние), 1976. – 456 с.
12. Машиностроение: Энциклопедия в 40 томах [36 книг] / К.В. Фролов (гл. ред.) – Т. 29. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин [Текст]. – М.: Машиностроение, 2008. – 833 с.
13. Богуславский П.Е. Развитие конструктивных форм крановых мостов отечественного производства [Текст] /

П.Е. Богуславский / Труды ВНИИПТмаша. – М., ОТИ, 1964. – № 2 (44).

14. Богуславский П.Е. Металлические конструкции грузоподъемных машин и сооружений [Текст] / П.Е. Богуславский. – М.: Машгиз, 1961. – 519 с.

15. Окерблом Н.О. Конструктивно-технологическое проектирование сварных конструкций [Текст] / Н.О. Окерблом. – Л.-М.: Машиностроение, 1984. – 419 с.

16. Федотов П.И. Подъемно-транспортные машины. [Текст] / П.И. Федотов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2015. – 200 с.

17. Соколов С.А. Строительная механика и металлические конструкции машин [Текст] / С.А. Соколов. – СПб.: Изд-во Политехника, 2011. – 422 с.

18. ГОСТ 22045-89 (2009) Краны мостовые электрические однобалочные опорные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2009. – 26 с.

19. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» [Текст]. Серия 10. Выпуск 81. – М.: ЗАО «НТЦ исследования проблем промышленной безопасности», 2014. – 150 с.

20. ГОСТ 7890-93 (2007) Краны мостовые однобалочные подвесные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 26 с.

21. ГОСТ 27584-88 (2013) Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 18 с.

УДК 004.42:687.02

ТРЕХМЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В СРЕДЕ EMBARCADERO RAD STUDIO

Бырдина М.В., Бекмурзаев Л.А., Мицик М.Ф.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Шахты, e-mail: mail@sssu.ru

Настоящая публикация посвящена проблеме двумерной и трехмерной визуализаций конических швейных изделий (юбок сарафанов и т.д.), формообразование которых происходит в поле сил тяжести изделия и в поле сил упругости ткани. Построение трехмерных объектов реализуется в среде Embarcadero RAD Studio на основе классов примитивов для работы с библиотекой OpenGL, язык программирования для данной программы – Object Pascal. Для построения 3d графических объектов использовалось программное обеспечение – фреймворк. В качестве фреймворка для работы с 3d объектами при написании программного обеспечения использовался FireMonkey, который представляет собой векторный 2d объект как средство работы с примитивами. С помощью встроенного редактора имеется возможность создания нового компонента на основе одного или нескольких базовых.

Ключевые слова: двумерная и трехмерная визуализация, пакет Embarcadero RAD Studio, 3d графические объекты на основе примитивов

THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF GARMENTS IN THE ENVIRONMENT OF EMBARCADERO RAD STUDIO

Byrdina M.V., Bekmurzaev L.A., Mitsik M.F.

Institute of service and business (branch), Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education, Don State Technical University in Shakhty, e-mail: mail@sssu.ru

This publication is devoted to the problem of two-dimensional and three-dimensional visualizations tapered garments (skirts, sundresses, etc.), the shaping which occurs in the gravity field products and to the force field of elastic tissue. Construction of three-dimensional objects are realized in the environment of Embarcadero RAD Studio is based on classes of primitives for OpenGL, the programming language for this program is Object Pascal. For constructing 3d graphical objects used software – framework. As a framework for working with 3d objects when writing software was used FireMonkey, which is a 2d vector object as a means of working with primitives. Using the integrated editor you can create a new component based on one or more underlying.

Keywords: two-dimensional and three-dimensional visualization, the package Embarcadero RAD Studio, 3d graphic objects based on primitives

Актуальность работы и цели исследований

Динамичное развитие компьютерных технологий в последние десятилетия привело к быстрому развитию программного обеспечения. Программы создания компьютерной графики и трехмерного моделирования получили массовое распространение в различных сферах: при создании компьютерных игр и фильмов, в архитектуре и строительстве, в медицине и физике, в конструировании и дизайне текстильных изделий, в рекламе, а также во многих других областях.

В основе автоматизации процесса проектирования швейных изделий лежат различные методики конструирования одежды, которые определяют получение плоских разверток изделий и визуализацию пространственной формы одежды в трехмерной среде [1–3]. Для достижения высокого качества посадки проектируемого изделия и соответствия его эскизному и техническому заданию требуется примерка образца

изделия с целью определения необходимости внесения корректировок в конструкцию изделия. На отечественных швейных предприятиях оценка качества проектных решений традиционно осуществляется субъективно, что обуславливает необходимость проведения исследования и разработки способов виртуального моделирования внешней формы одежды, а также объективной оценки качества пространственной формы изделий.

Создание адекватной модели пространственной формы швейного изделия с учетом свойств материалов и конструктивного решения изделия требует решения задачи о нахождении формы поверхности одежды аналитическим способом, построении математической модели пространственной формы изделия и ее последующей компьютерной визуализации [4].

Цель настоящей работы – создание адекватной виртуальной модели системы «манекен – одежда», которая учитывает особенности пространственной формы изделий для

отдельных участков тела, согласующейся с физико-механическими свойствами материалов одежды, на основе аналитического описания пространственной формы изделий с последующей компьютерной визуализацией. Решение задачи формообразования одежды позволяет определить ее внешний вид в зависимости от граничных условий, которые задают форму изделия, влечет необходимость изучения свойств материалов и законов, по которым швейные изделия приобретают свою форму. В современном производстве процесс проектирования швейных изделий не является полностью формализованным из-за недостаточного объема информации о параметрах изделий на каждом этапе их проектирования и изготовления [5].

Новизна работы

Ведущие фирмы, которые занимаются разработкой САПР одежды, как в России, так и за рубежом, проводят исследования в области трехмерного проектирования одежды. Стремление специалистов швейного производства к переходу от работы с плоскими развертками деталей одежды к объемному проектированию формы изделия актуализирует научные исследования и разработки в области 3D проектирования одежды.

Использование компьютерных технологий при проектировании и разработке дизайна швейного изделия помогает увидеть конечный вариант задолго до того, как оно будет создано, что существенно расширяет возможности выбора заказчиком необходимого ему товара. Трехмерная графика позволяет создавать трехмерные макеты различных швейных изделий, повторяя их геометрическую форму и имитируя свойства материалов, из которых они созданы. Средства графики позволяют создать демонстрационный вариант изделия и получить полное представление о нем, осмотреть его со всех сторон, с разных точек, при различном освещении, моделировать различные свойства материалов с визуализацией формообразования изделия.

Для создания демонстрационных вариантов изделий могут использоваться различные пакеты программ визуализации, например Embarcadero C++ Builder XE5, Embarcadero RAD Studio, 3ds Max 2016 и др. При этом среда 3ds Max 2016 предназначена преимущественно для 3d моделирования, а среда Embarcadero RAD Studio расширяет возможности программы Embarcadero C++ Builder XE5, позволяет разрабатывать исполняемые приложения

и менять входные параметры макета изделия в реальном времени [6].

На основе Embarcadero RAD Studio был разработан программный продукт, предназначенный для демонстрации пространственной формы однослойных швейных изделий (юбок) конической формы в поле сил тяжести и с учетом упругих свойств материалов. Визуализация пространственной формы изделия выявляет взаимосвязь между геометрией изделия и свойствами материалов [7].

Описание программы визуализации швейных изделий и манекена

Среда Embarcadero RAD Studio включает набор классов примитивов для работы с библиотекой OpenGL, язык программирования для данной программы – Object Pascal. Для построения 3d графических объектов использовалось программное обеспечение – фреймворк, которое предназначено для облегчения объединения компонентов программного проекта, при этом объединение происходило за счет использования единого API адреса.

В качестве фреймворка для работы с 3d объектами при написании программного обеспечения использовался FireMonkey, который представляет собой векторный 2d объект как средство работы с примитивами. FireMonkey представляют собой набор простейших кривых, плоских и объемных фигур. С помощью встроенного редактора имеется возможность создания нового компонента на основе одного или нескольких базовых. Так как одежда имеет сложную объемно-пространственную форму, то визуализация ее поверхности лишь на основе примитивов нецелесообразна, поскольку это привело бы к повышенному использованию оперативной памяти компьютера, соответственно, возникает необходимость описания пространственной формы поверхности изделия аналитическими методами. Для визуализации формообразования поверхности изделия и ввода соответствующих параметров проектирования юбки разработан интерфейс программы, с помощью которого осуществляется возможность выбора длины и величины расклешения юбки, жесткости материала, числа оборотов и количества спиралевидных соединительных швов. По заданным параметрам реализуется построение 3d поверхности однослойной конической юбки. Фреймворки предоставляют возможность объединять отдельные компоненты для создания моделей, при этом компоненты предполагают непосредственное задание вершин элементарного участка поверхности (рис. 1).

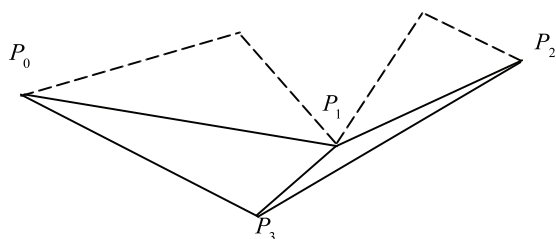


Рис. 1. Элементарный участок поверхности в OpenGL

Каждый элементарный участок задается координатами четырех вершин в трехмерном пространстве. Для создания поверхности из элементарных участков в OpenGL используется два буфера. В одном (Vertex Buffer) хранятся координаты вершин, во втором (Index Buffer) – индексы вершин, задающие опорные треугольники, при этом буферы позволяют хранить массивы данных, описывающих модель в оперативной памяти. Преимущество такого подхода состоит в увеличенной скорости обработки графики, но при этом существенно загружается оперативная память.

FireMonkey предоставляет оболочку для работы с элементарными функциями OpenGL. Для прорисовки модели с использованием буфера вершин, расположенного в оперативной памяти, в OpenGL устанавливаются указатели на различные атрибуты вершин функциями из Vertex Buffer, при этом Index Buffer определяет порядок следования вершин при построении геометрии.

В 3d моделях многие вершины принадлежат сразу нескольким треугольникам. Для того, чтобы несколько раз не дублировать в буфере вершин одинаковые точки, введена индексация вершин. Таким образом, геометрия модели описывается списком индексов, указывающих на соответствующие вершины. Использование индексированной геометрии значительно ускоряет прорисовку модели за счет использования post-TnL кэша (набора данных, к которым обращается программа). Видеокарта хранит последние преобразования, и если индекс указывает на уже преобразованную вершину, то повторного преобразования не происходит. В контексте работы с FireMonkey работа с буфером вершин и буфером индексов сводится к заполнению данных буферов, исходя из задаваемых параметров изделий и их математических моделей.

Для построения модели используются два объекта класса TMesh, причем имеется возможность независимого заполнения массивов данных. Оба объекта обладают одинаковыми свойствами: width (вид), height

(высота), depth (глубина), rotation angle (поворот угла), position (позиция) и scale (масштаб). Это позволяет произвести наложение моделей и их последующую синхронизацию. При синхронизации используются свойства объекта Mesh – Rotation Angle и Scale. Rotation Angle определяет угол поворота системы координат относительно каждой из осей. В программе имеется возможность поворота модели вокруг вертикальной оси, что позволяет представить пространственную форму изделия при любом угле поворота. Построение модели пространственной формы однослойной конической юбки состоит из нескольких этапов – построения пространственной формы изделия, границ юбки и соединительных швов. Алгоритмы построения поверхности юбки и ее технологических элементов используются для 3d моделирования изделия. В качестве формата визуализации 3d изделия выбран формат OBJ, который содержит информацию о геометрии модели (описание координат вершин, связь координат текстуры, нормали координат вершин и др.). Визуализация и вращение 3d манекена вокруг вертикальной оси в программе происходит с использованием объекта класса TModel3D. Пространственная поверхность изделия описывается в списке координат вершин, текстурных координат и нормалей.

С целью синхронизации движения манекена с моделью юбки использовано свойство Rotation Angle, которое является одинаковым как для объекта Model3D, так и для объекта Mesh. Также совмещены системы координат всех объектов изображения. На рис. 2 представлено главное окно программы, состоящее из области отображения и панели управления, в котором совмещены модель манекена и юбки со спиралевидными конструктивно-декоративными швами. На панели управления находятся поля ввода для задания параметров моделирования юбки, кнопка, вызывающая подпрограмму построения модели, кнопка вызова формы отображения проекций юбки, TaskVar для вращения модели относительно вертикальной оси.

Адекватность построения пространственной формы швейных изделий и манекена проверялась следующим образом. Проверялось рассогласование изображения границы поверхности юбки и крайних точек швов при условии задания их равных значений по вертикали. Было установлено, что рассогласование равных аппликат границы юбки и крайних точек швов имеет место, однако погрешность этого рассогласования по отношению к длине юбки не превышает 2%.

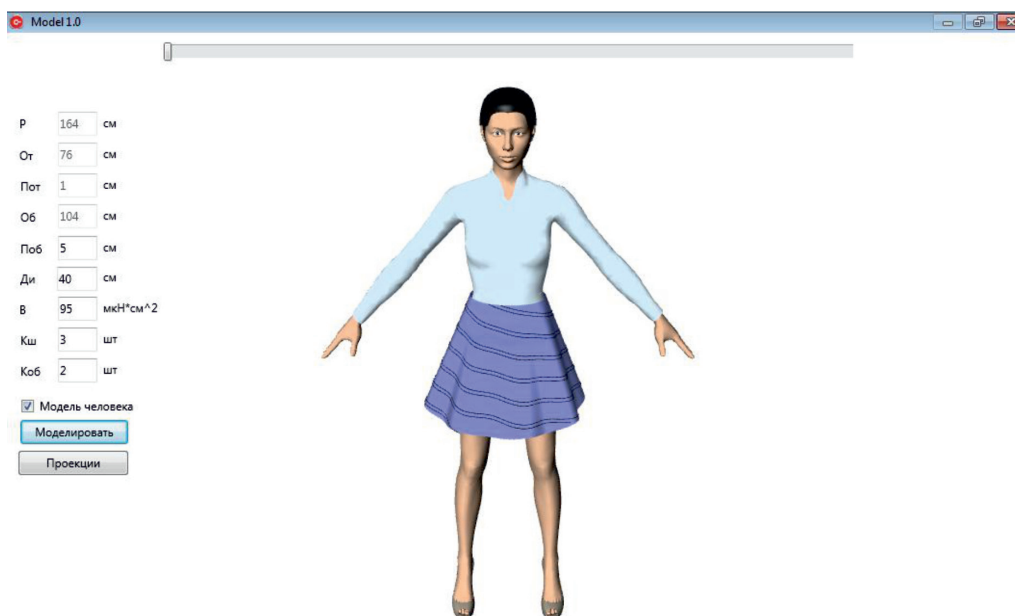


Рис. 2. Главное окно программы с 3D моделью для типовой женской фигуры, где $P = 164$ см – рост манекена; $От = 79$ см – обхват талии; $Пот = 1$ см – прибавка к обхвату талии; $Об = 104$ см – обхват бедер; $Поб = 5$ см – прибавка к обхвату бедер; $Ди = 40$ см – длина изделия; $B = 95 \frac{\text{мкН}}{\text{см}^2}$ – жесткость ткани на изгиб; $Кш = 3$ – количество швов в изделии; $Коб = 2$ – количество оборотов швов вокруг вертикальной оси юбки

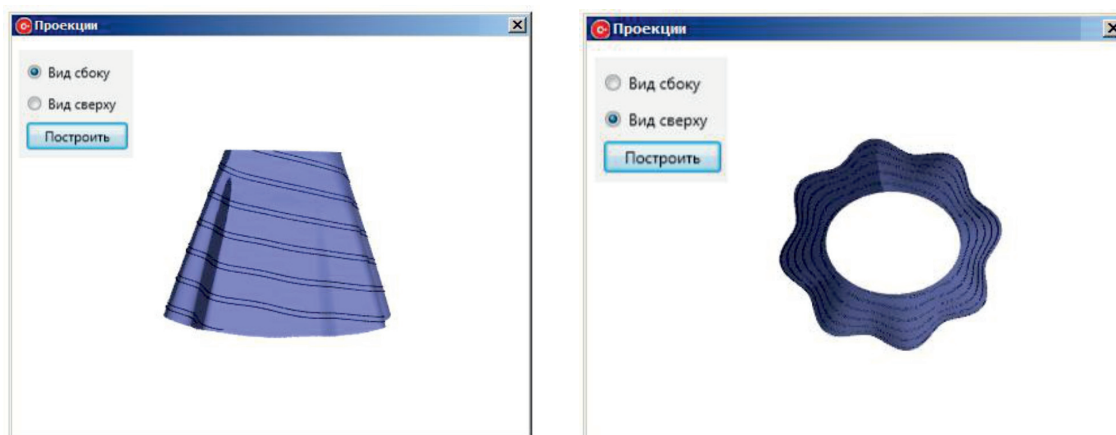
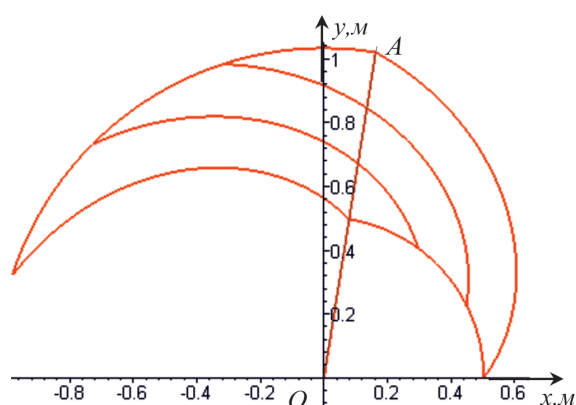


Рис. 3. Построение фронтальной и горизонтальной проекций юбки

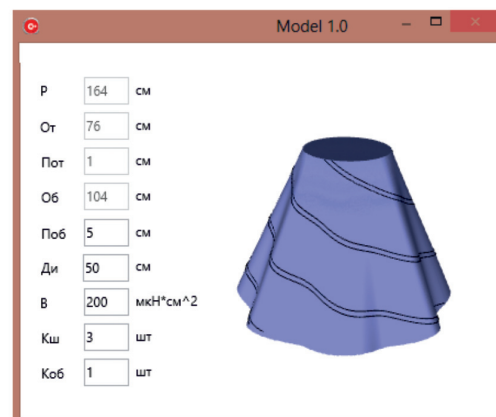
Форма отображения проекций юбки вызывается в качестве модальной, то есть основная программа не доступна, пока открыта модальная. Алгоритмы расчета построения 3d модели юбки и формы проекций юбки подобны. Для получения проекций юбки использовано свойство Rotation Angle. На рис. 3 показана форма юбки при отображении ее фронтальной и вертикальной проекций. Переключение

между режимами отображения проекций юбки происходит при помощи двух объектов класса TCheckBox, построение происходит при нажатии кнопки «Построить».

На рис. 4 представлен модельный пример спиральной развертки конической юбки с тремя швами и количеством оборотов швов $p = 1$ на женскую фигуру типового телосложения 164–96–104 (а) и визуализация пространственной формы изделия (б).



а)



б)

Рис. 4. Спиральная развертка (а) и пространственная форма (б) конической однослойной юбки

Следует отметить, что на конической развертке юбки в случае числа оборотов швов $p = 1$ крайняя точка развертки верхней границы (рис. 4 (а)) и правая крайняя точка нижней границы юбки лежат на одной образующей OA , что означает их расположение на изделии в одной вертикальной плоскости. Поскольку число швов – три, то любая вертикальная плоскость при $p = 1$ пересекает ровно три шва.

Обозначения входных параметров изделия на рис. 4 (б) те же, что и для рис. 2. На рис. 4 (б) выбрана большая жесткость изделия, чем на рис. 2, что приводит к образованию меньшего числа складок (вместо восьми складок – шесть) и уменьшению глубины их залегания. Выбрано меньшее число оборотов швов вокруг вертикальной оси изделия, что приводит к уменьшению числа швов в вертикальном сечении, при этом жесткость изделия на изгиб за счет швов несколько уменьшается.

Выводы

Разработанное программное обеспечение позволяет визуализировать пространственную форму однослойных конических юбок и основывается на аналитическом описании модели изделия. Программа позволяет по заданным размерным признакам и с учетом жесткости материала построить 3D изделие с возможностью вращения его вокруг вертикальной оси, а также получить проекции юбки при минимальной загрузке оперативной памяти компьютера. Фронтальная проекция позволяет оценить художественно-эстетические показатели изделия, горизонтальная проекция – определить количество и глубину складок.

Визуализация пространственной формы изделия позволяет сопоставить результаты

теоретических расчетов со значениями экспериментальных исследований, выявить взаимосвязь между геометрией изделия и свойствами материалов.

Применение программы при проектировании изделий позволяет минимизировать материальные и трудовые затраты на создание новых моделей одежды за счет создания виртуальных образцов 3D моделей юбок, возможности оперативных изменений в образцах моделей и передачи их по сети Интернет. Программа может служить вспомогательным инструментом для проектировщиков швейных изделий. Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе студентами и аспирантами, занимающимися исследованиями по направлениям «технология изделий легкой промышленности» и «конструирование изделий легкой промышленности».

Список литературы

1. Стебельский М.В. Макетно-модельный метод проектирования одежды / М.В. Стебельский. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 160 с.
2. Киселева М.В. Разработка параметрического метода 3D моделирования женских поясных изделий : дис...канд. техн. наук: 05.19.04. – М., 2011. – 232 с.
3. Фроловский В.Д. Моделирование поведения ткани на поверхности компьютерного манекена / В.Д. Фроловский // Известия вузов, технология текстильной промышленности. – 2006. – № 4. – С. 68–71.
4. Раздомахин Н.Н. Аналитическое описание разверток объемных поверхностей манекена и одежды / Н.Н. Раздомахин // Швейная промышленность. – 1997. – № 6. – С. 35.
5. Бырдина М.В. Проектирование эксклюзивных моделей одежды с использованием аналитического способа развертки / М.В. Бырдина // Швейная промышленность. – 2014. – № 3. – С. 40–41.
6. Официальный сайт Embarcadero RAD Studio [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.embarcadero.com/products/rad-studio> (дата обращения: 04.04.2017.)
7. Бекмурзаев Л.А. Исследование и моделирование формообразования тонкой оболочки / Л.А. Бекмурзаев, М.В. Бырдина, Е.В. Назаренко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4 – С. 58–64.

УДК 692.232.4:536.245

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРЕПЛЕНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Добросмыслов С.С., Назиров Р.А., Перькова М.А., Пылаева М.М., Огорельцева Н.А.
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: dero-gai@mail.ru

Статья посвящена исследованию влияния металлических креплений на температурно-влажностный режим в наружных ограждающих конструкциях при монолитном домостроении. Рассмотрена и решена система дифференциальных уравнений тепло- и влагопереноса для условий строительства в г. Красноярске в качестве граничных условий выбраны климатические характеристики самого холодного месяца (января) и самой холодной пятидневки. Верификация предложенной модели проведена на аналитическом решении, которое было получено для одномерного случая. Показано, что снижение внешней температуры значительно изменяет температурно-влажностный режим функционирования наружной ограждающей конструкции, а также что использование металлических креплений приводит к существенному изменению температурных и влажностных полей, а также к невыполнению санитарно-гигиенических требований представленных в СП 50.13330.2012, что должно приводить к выпадению конденсата. Следовательно, при использовании металлических креплений необходимы дополнительные мероприятия по теплозащите.

Ключевые слова: конденсат, влажность, теплопроводность, температура, паропроницаемость

THE INVESTIGATION OF METAL BRACING IMPACT TO TEMPERATURE AND HUMIDITY REGIME OF EXTERIOR ENCLOSING STRUCTURES

Dobrosmyslov S.S., Nazirov R.A., Perkova M.A., Pylaeva M.M., Ogoreltseva N.A.
*Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»,
Krasnoyarsk, e-mail: dero-gai@mail.ru*

The paper investigates metal bracing impact to temperature and humidity regime of exterior enclosing structures in solid building constructions. Differential equations system of heat and humidity shift in Krasnoyarsk building conditions was considered. The coldest month (January) and week climatic characteristics were chosen as limiting conditions. The suggested module verification was made according to analytical solution obtained for one-dimensional case. It was found out that exterior temperature decreasing considerably changes the temperature and humidity operating regime of exterior enclosing structure and the anchor bracings using causes temperature and damp fields changing. Also it resulted in sanitary hygienic authority regulations unfulfilling given in SR 50.13330.2012 must cause condensation. We conclude that additional measures to protect warmth should be taken while using metal bracings.

Keywords: condensation, humidity, heat conducting, temperature, vapor penetration

Исследование температурно-влажностного режима наружных ограждающих конструкций представляет большой интерес в связи с возможностью повышения срока эксплуатации и улучшения технико-экономических характеристик эксплуатации зданий и сооружений [1, 2]. Данным вопросом занимаются большое количество исследователей (С.В. Корниенко [3], В.Г. Гагарин [4] и др.). Повышение энергоэффективности и тепловой защиты зданий является актуальной проблемой строительства и архитектуры. Решение этой проблемы необходимо на всех этапах жизненного цикла здания – при проведении инженерных изысканий, проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонте, сносе. Минимально необходимые требования по тепловой защите и энергоэффективности зданий отражены в Федеральном законе № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [5].

В ограждающих конструкциях современных зданий трудно выделить участок, в пределах которого перенос тепла и влаги происходит по одномерной схеме. Наличие в ограждениях неоднородных участков в виде углов наружных стен, оконных откосов, конструктивных связей, сопряжений внутренних и наружных конструкций приводит к образованию в них сложных трехмерных температурных и влажностных полей [5]. Значительный интерес представляет задача, связанная с определением температурно-влажностного режима при использовании навесных фасадов, в связи с тем, что металлические крепления проходят сквозь утеплитель, образуя тем самым мостики холода.

Основным отличием фасадов с вентилируемым воздушным зазором от давно известных стен с вентилируемой воздушной прослойкой является наличие в зазоре мощного теплоизоляционного слоя метал-

лической подконструкции и облицовочного слоя, определяющего архитектурный облик здания. Если стены с вентилируемой воздушной прослойкой применялись в малоэтажных зданиях, то фасады с вентилируемым воздушным зазором применяются и в многоэтажных зданиях высотой в десятки метров, что также определяет специфику их теплофизических свойств [7]. В то же время скорость потока воздуха в вентилируемой прослойке невелика и составляет порядка 1 м/с [7].

В связи с тем, что при проектировании навесного фасада необходимо учитывать: конвективные потоки в воздушной прослойке ограждающей конструкции и также температурные и влажностные поля, задача использования навесного фасада сложна и не решена окончательно, требуется дальнейшая проработка вопроса [8, 9].

В процессе эксплуатации внутри наружных ограждающих конструкций происходит выпадение конденсата. При проектировании возможное накопление влаги в конструкции регламентируется соблюдением положений [10]: недопустимостью накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации и ограничением влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха. Оба положения базируются на средних расчетных величинах, имеют усредненный характер, а расчет производится на границах слоев материалов, предполагая априори линейную зависимость влажности воздуха от температуры в однородном слое конструкции. Однако, согласно фундаментальным физическим законам [11, 12], зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры – экспоненциальная.

Использование различных высокотеплопроводных неоднородностей (креплений) в ограждающих конструкциях приводит к существенному локальному изменению температуры [13] и влажности [6] в отдельных частях наружных ограждающих конструкций. Расчет таких участков весьма трудоемок и требует применения современных программных комплексов.

Однако в отличие от расчетов температурных полей строительными нормами не предусматривается проведение расчетов относительной влажности воздуха в порах материалов многослойных конструкций и соответствующей этой влажности теплопроводности, что в свою очередь делает приближенным расчет тепловых потерь всей оболочкой здания.

Существуют экспериментальные методики определения температурно-влажност-

ного режима функционирования наружных ограждающих конструкций [5], однако их использование требует наличия здания, в котором должен быть проведен эксперимент [14]. В большинстве случаев недостатки предложенных конструкций необходимо определять на стадии проектирования. Выявление недостатков можно осуществлять путем численного моделирования. В современных строительных нормах [8] численное моделирование необходимо проводить только для процесса теплопереноса (решив уравнение теплопроводности). Для учета температурно-влажностных характеристик уравнение теплопереноса необходимо дополнить уравнением диффузии водяного пара. В нормативной строительной документации [8, 9] в качестве величины, характеризующей перенос влаги, используют коэффициент влагопроницаемости, следовательно, уравнение диффузии водяного пара целесообразно преобразовать в вид относительно давления, а не концентрации.

Цель исследования

Основной целью работы является математическое моделирование распределения температуры и влажности в неоднородных слоях ограждающей конструкции с металлическим креплением навесного фасада в зависимости от изменения температурно-влажностных параметров наружного воздуха.

Материалы и методы исследования

Методика расчета

В проведенной работе использовались климатические характеристики самого холодного месяца (январь) и самой холодной пятидневки. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», санитарно-гигиенический расчет ведется для климатических условий самой холодной пятидневки, а расчет влажности – для самого холодного месяца. Данные требования связаны с тем, что времена релаксации для процессов температурно- и влагопроводности отличаются на несколько порядков.

Система дифференциальных уравнений используемая в расчете:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial T}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial e}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial e}{\partial y} = 0 \\ E = 1,84 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-5330}{T}\right) \\ \varphi = \frac{e}{E} \end{array} \right. ,$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м×°С); T – температура, К; μ – коэффициент паропроницаемости, мг/(ч×м×Па); e – парциальное давление во-

дяного пара, Па; E – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па; ϕ – относительная влажность воздуха, дол.

Условия однозначности:

– Размер и геометрическая форма расчетной области представлена на рис. 1.

– Свойства используемых материалов приведены в таблице.

– Граничные условия. Внутри помещения: температура 21°C согласно ГОСТ 30494, относительная влажность воздуха 55% (1371 Па). Снаружи помещения: температура -16 и -37°C , парциальное давление водяного пара 140 и 27 Па. Граничные условия выбраны для расчетов при средней температуре самого холодного месяца (января) и температуре самой холодной пятидневки для г. Красноярска [15].

Выбор следующих геометрических размеров обусловлен тем, что одномерный случай (стена по глади) сопоставлялся с реальной двумерной задачей.

При решении задачи, в соответствии с положениями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» [11, 12], учтено наличие навесного фасада снижением коэффициента теплоотдачи до $12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$ и повышением температуры поверхности теплоизоляции на 5% с внешней стороны.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью верификации предложенной модели, полученные результаты для одномерного случая сравнивались с аналитическим решением, рассмотренным в [9]. Расхождение между численным и аналитическим методом для определения парциального давления водяного пара составило менее 1%.

Теплофизические свойства материалов для условий эксплуатации А

Материал	Теплопроводность λ , Вт/(м \cdot °C)	Паропроницаемость μ , мг/(м ч Па)	Плотность ρ_0 , кг/м 3
Железобетон	1,92	0,03	2500
Плита минераловатная из каменного волокна	0,042	0,32	120
Сталь	58	–	7850

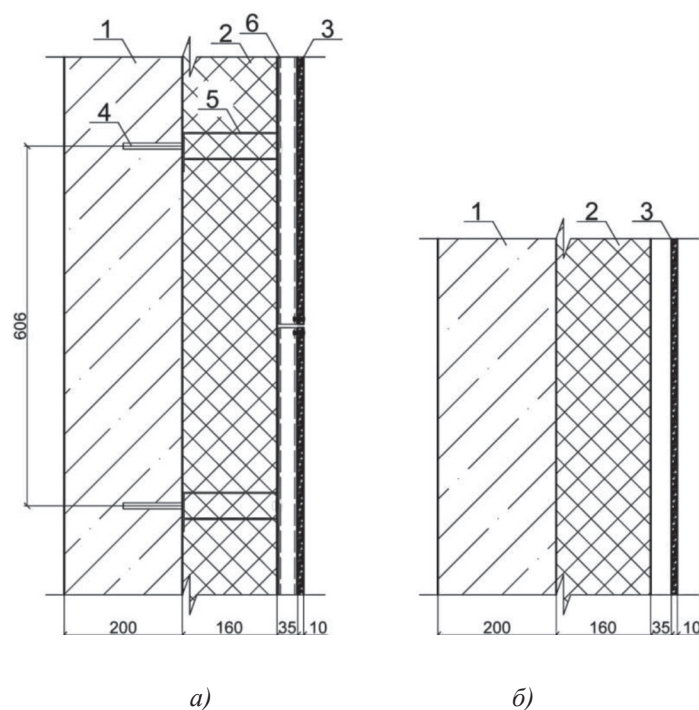


Рис. 1. Строительные узлы в двух видах: 1 – железобетонная плита; 2 – утеплитель минераловатный; 3 – фасадная плитка; 4 – дюбель фасадный с оцинкованным шурупом; 5 – кронштейн несущий; 6 – несущий вертикальный профиль

Однако для значений давлений насыщенного водяного пара результаты численных и аналитических расчетов не совпадают в области утеплителя. Данный результат объясняется тем, что для упрощения решаемой задачи в методике, представленной в нормативных документах [11, 12], расчет ведется на границах областей, где результаты совпадают и соединяются прямой, а в нашем случае расчет велся в каждой точке.

Результаты численного эксперимента

В результате расчетов определялись: относительная влажность воздуха в порах материалов (рис. 2 (а), (б) и рис. 3 (а), (б)) и значения температуры и влажности воздуха на внутренней поверхности стены (рис. 2 (в) и рис. 3 (в)). Для проверки на соответствие санитарно-гигиеническим требованиям оценивалось значение температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Из расчетов, представленных на рис. 2 (а), (б), следует, что для климатических условий января относительная влажность воздуха в порах материалов не превышает 100%, повышенная влажность наблюдается в приповерхностных зонах с наружной стороны и со стороны помещения, при этом перепад между температурами внутренней поверхности стены и воздухом внутри помещения, без учета металлических креплений в составе конструкции, составляет 1,05 °С.

Наличие металлических креплений приводит к существенному изменению температуры и влажности. Перепад между температурами внутренней поверхности стены и воздуха внутри помещения увеличился до 4–5 °С, что не удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям [10]. Данный результат связан с тем, что в области крепления металлического стержня резко снижается тепловое сопротивление, что в свою очередь приводит к повышению теплового потока и, как следствие, к снижению внутренней температуры конструкции. В свою очередь, данный результат ведет за собой снижение парциального давления насыщенного водяного пара и, следовательно, повышение относительной влажности. Данный результат был получен для стационарных условий. В реальности климатические характеристики постоянно изменяются, что приводит к колебаниям температурных и влажностных полей. В свою очередь, характерные времена релаксации для температурных полей выше на порядок, чем для влажностных полей. Следовательно, при резком понижении температуры произойдет смещение изотерм в направлении к внутренней поверхности стены, а влажностные поля будут запаздывать, что приведет к повышению вероятности выпадения конденсата.

Повторим проведенные расчеты для экстремальных климатических условий (самая холодная пятидневка).

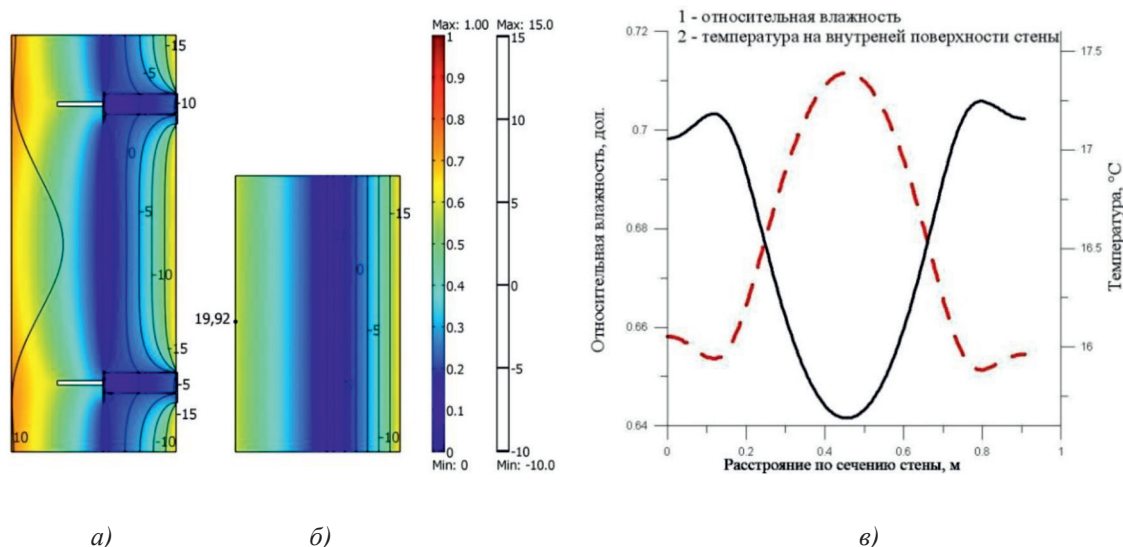


Рис. 2. Относительная влажность ограждающей конструкции для среднемесячной температуры наиболее холодного месяца (январь), (а) – с учетом металлических креплений, (б) – без учета металлических креплений; (в) – значения температуры и относительной влажности на внутренней поверхности стены с учетом металлических креплений: 1 – относительная влажность, 2 – температура на внутренней поверхности стены

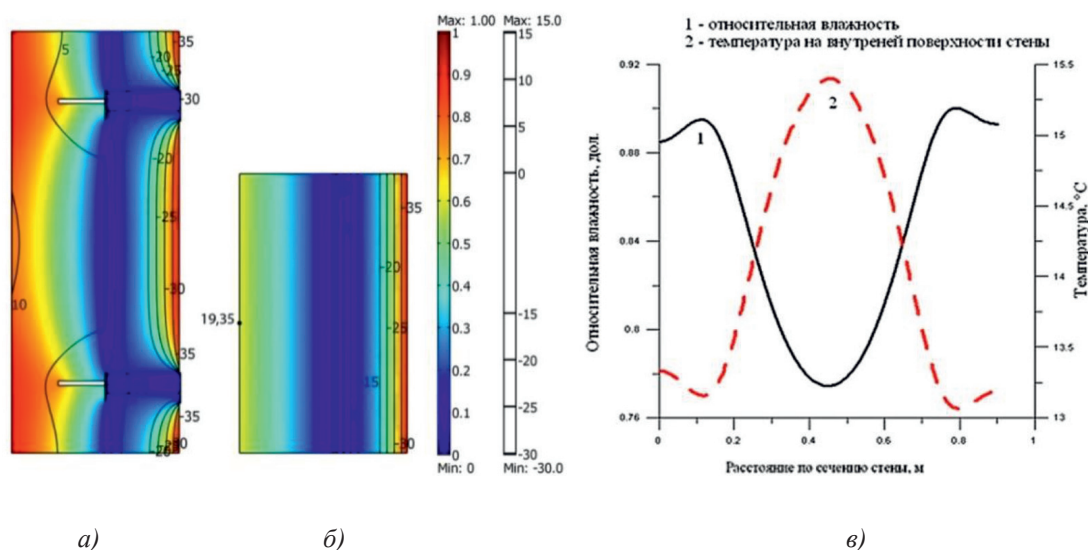


Рис. 3. Относительная влажность ограждающей конструкции для среднемесячной температуры наиболее холодного месяца: (а) – с учетом металлических креплений, (б) – без учета металлических креплений; (в) – значение температуры и относительной влажности на внутренней поверхности стены с учетом металлических креплений: 1 – относительная влажность, 2 – температура на внутренней поверхности стены

Снижение внешней расчетной температуры с -16°C до -37°C приводит к количественному изменению температурно-влажностного состояния наружной ограждающей конструкции (рис. 3). Характер распределения температуры и влажности аналогичен (рис. 2).

Санитарно-гигиенические условия без учета металлических креплений выполняются, перепад составляет $1,7^{\circ}\text{C}$. На рис. 3 (в) представлены значения температуры и относительной влажности на внутренней поверхности ограждающей конструкции с учетом металлических креплений, для самой холодной пятидневки.

Снижение внешней температуры приводит к существенному повышению увлажненности ограждающей конструкции (рис. 3 (а), (б)), причем характер зависимости имеет экспоненциальный характер.

Как следует из результатов, представленных на рис. 3 (в), для климатических условий самой холодной пятидневки, санитарно-гигиенические требования не выполняются в части значения температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и поверхности стены. На внешних границах стенового ограждения увеличивается значение относительной влажности воздуха, свидетельствующее о повышении вероятности выпадения конденсата.

При понижении внешней температуры повышается влажность пристеночной обла-

сти, однако, снижается вероятность резкого понижения температуры. Исследование влияния резкого снижения температуры на температурно-влажностный режим требует дальнейшей проработки.

В связи с тем, что времена релаксации для процессов тепло- и влагопроводности отличаются на несколько порядков, при расчете необходимо учитывать временные зависимости. Однако в нашем случае расчет велся для стационарных условий, что говорит о незавершенности данной работы.

Дальнейшее направление исследований связано с переходом от двумерного пространства в трехмерное с учетом временных зависимостей, что позволит более объективно смоделировать поведение наружных ограждающих конструкций в условиях эксплуатации.

Заключение

В рамках работы, проведено исследование поведения стеновой конструкции с навесным фасадом для города Красноярск. Показано, что при температурно-влажностных расчетных условиях самого холодного месяца (январь) относительная влажность внутреннего воздуха на поверхности стены не превышает 100%.

Для внешних условий самой холодной пятидневки вероятность выпадения конденсата повышается на внешней грани-

це утеплителя и внутренней поверхности стены. Одновременно в местах крепления навесного фасада температурный перепад составляет 4–5°C, что не соответствует требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Следовательно, при проектировании зданий с использованием навесного фасада необходимо учитывать температурные и влажностные поля вокруг мест расположения металлических креплений навесного фасада.

Для повышения точности расчета тепловых потерь оболочкой здания является целесообразным изучение распределения парциального давления водяных паров в порах материалов многослойных конструкций с целью получения фактической сорбционной влажности материалов и соответствующей этой влажности теплопроводности.

Список литературы

1. Фролова, И.Г. Нарушение температурно-влажностного режима фактор снижения безопасности / И.Г. Фролова, С.В. Фролов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2013. – № 3 – С. 108–112.
2. Зимин С.С. Причины деструкции кладки наружных стен технического этажа / С.С. Зимин, О.В. Романова, Н.П. Романов // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 10 – С. 112–122.
3. Корниенко С.В. Температурно-влажностный режим и теплозащитные свойства ограждающих конструкций с краевыми зонами / С.В. Корниенко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 35 – С. 62–69.
4. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий / В.Г. Гагарин // Архитектура и строительство. – 2009. – № 5 – С. 297–305.
5. Корниенко С.В. Комплексная оценка энергоэффективности и тепловой защиты зданий / С.В. Корниенко // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 11 – С. 43–58.
6. Корниенко С.В. Температурно-влажностный режим наружных стен с вентилируемым фасадом / С.В. Корниенко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2009. – № 5 – С. 389–395.
7. Гагарин В. Г. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов, Е.Ю. Цыкановский // АВОК. – 2004. – № 2. – С. 20–26.
8. Фиалко И.Ф. Энергоэффективность систем утепления наружных стен зданий и сооружений с вентилируемыми воздушными прослойками / И.Ф. Фиалко, А.С. Стаценко // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2009. – № 3 – С. 82–87.
9. Жуков А.Д. Системы вентилируемых фасадов / А.Д. Жуков // Строительство: наука и образование. – 2012. – № 1 – С. 1–15.
10. Свод правил: СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: актуализированная версия – взамен СНиП 23-02-2003; введ. 2013 – 07 – 01. – М., 2012. – 96 с.
11. Свод правил по проектированию и строительству: СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – М., 2004. – 186 с.
12. Соловьев А.К. Физика среды / А.К. Соловьев. – М.: АСВ, 2008. – 344 с.
13. Назиров Р.А. Особенности формирования температурных полей вблизи анкера крепления каркаса навесных вентилируемых фасадов / Р.А. Назиров, Т.В. Белов // Изв. вузов. Строительство. – Новосибирск: НГАСУ. – 2013. – № 6. – С. 76–83.
14. Корниенко С.В. Тестирование метода расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций на результатах телевизионного обследования жилого здания / С.В. Корниенко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 29. – С. 75–79.
15. Свод правил: СП 131.13330.2012. Строительная климатология: актуализированная версия – взамен СНиП 23-01-99; введ. 2013 – 01 – 01. – М., 2015. – 119 с.

УДК 665.6/.7

ПРИБОРНО-МЕХАТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ОТБОРА ПРОБЫ ИЗ ПОТОКА НЕФТИ

Кашаев Р.С., Козелков О.В.

ФГОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»,
Казань, e-mail: kashaev2007@yandex.ru

Для отработки технологии представительного отбора пробы из потока, а также для использования в учебном процессе предлагается приборно-мехатронный комплекс с управлением от контроллера Atmega 8515L. Используется устройство, обеспечивающее интенсивную турбулизацию потока и тем самым повышенную представительность пробоотбора, позволяющее в едином измерительном комплексе реализовывать анализ большинства параметров скважинной жидкости. Сделан вывод о преимуществах метода ядерной магнитной резонансной (ЯМР) релаксации по сравнению с другими для удовлетворения требований ГОСТ 8.615-2005, поскольку метод и аппаратура проточного анализа методом ЯМР позволяет в едином приборе осуществлять экспресс-анализ скважинной жидкости. Описана аппаратура и методика реализации экспресс-метода ЯМР для определения расхода, концентрации воды, плотности нефти и газового фактора в скважинной жидкости.

Ключевые слова: поток, представительность, пробоотбор, ядерный, магнитный, резонанс, анализ

INSTRUMENTAL-MECHATRIONIC COMPLEX OF ON-LINE OIL SAMPLING

Kashaev R.S., Kozelkov O.V.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, e-mail: kashaev2007@yandex.ru

For working out of technology of representative on-line sample selection, as well as for use in education process proposed an instrumental-mechatronic complex driving by controller Atmega8515L. For this purpose used device, ensuring intensive turbulization of the flow and so increased representation of probe selection, which gives an opportunity in single measurement complex realize analysis of majority parameters of oil-well liquid. Conclusion is made concerning advantages of method of nuclear magnetic resonance (NMR) relaxation over others for satisfaction requirements of GOST 8.615-2005, because method and apparatus of on-line analysis by NMR-method gives opportunity in one device to realize express-analysis of oil-well liquid. Described an apparatus and methods for realization of NMR express-method for determination of oil-well productivity, concentrations of water, density and gas factor in oil-well liquid.

Keywords: flow, representation, sampling, nuclear, magnetic, resonance, analysis

Нефтедобывающая промышленность и энергетика нуждаются в автоматических приборах для контроля параметров многофазных жидкостей на потоке, не разделяя их на фазы и не используя движущихся деталей [8]. Особенно это ощущается в нефтедобывающей промышленности. ГОСТ 8.615-2005 требует оперативного контроля расхода, концентрации воды, газа и плотности скважинной жидкости (СКЖ) в проточном режиме (на скважинах, в трубопроводах), погрешность измерений которых может достигать 15%. Это связано с низкой представительностью пробоотбора образцов СКЖ, который усложняется твердыми примесями (глина, твердые частицы, ржавчина). Представительный пробоотбор необходим для многофазных измерителей (МФИ), которые используются на нефтяных месторождениях как на суше, так и на морских промыслах. Использование МФИ снижает капитальные вложения и затраты на эксплуатацию нефтедобывающего оборудования [9]. Измерения дебитов скважин многофазными расходомерами (МФР) особенно актуальны. Из зарубежных МФР сле-

дует отметить «мультирасходомер» MPFM-50 на расходомере Кориолиса в сочетании с влагомером [10]. Из отечественных разработок можно отметить разработку Г.А. Калабина [4], основанную на ядерном магнитном резонансе (ЯМР) высокого разрешения. Погрешности измерений расхода $\pm 0,25\%$ (по точности вторичной аппаратуры), концентрации воды, плотности $\pm 1\%$, газового фактора $\leq 4\%$.

Структуры потоков скважинной жидкости и представительность пробоотбора

Структуры потока двухфазных жидкостей весьма многообразны (рис. 1).

Представительность образцов наивысшая при максимальной однородности распределения компонентов потока по поперечному сечению трубопровода. Для этого необходимо тщательное перемешивание и предотвращение гравитационного разделения. Это достигается при отборе пробы из вертикального потока. Должно выполняться условие изокинетичности отбора пробы согласно ГОСТ 2517 с высокой частотой, чтобы регистрировать изменение

содержания воды. Испытания [3] щелевых пробоотборных устройств (ЩПУ), установленных на вертикальном участке с учетом изменений № 1 к ГОСТ 2517, показали, что представительность отбора зависит от концентрации воды. Эти трудности можно исключить использованием отбора пробы всего потока. Наилучшие результаты получают, используя полнопоточный первичный преобразователь объемной доли воды в нефти (ПИП-ВСН) с разделением диапазона воды на четыре поддиапазона: 0–3%; 2–40%; 40–70% и 70–100%. Первый поддиапазон относится к товарной «сухой» нефти. Кроме того, по рекомендациям [13] для представительности частичного пробоотбора необходимо выполнить требования: создать максимальную однородность компонентов в трубопроводе, либо иметь возможность отбирать на разных уровнях сечения трубы; лабораторный анализ – последняя инстанция, определяющая правильность всего пробоотбора. Но полной представительности пробоотбора сырой нефти (СН) достичь практически невозможно (Демьянов) [3] (кроме анализа методом ЯМР).

На представительность пробоотбора оказывает влияние положение трубы. При горизонтальном положении возможна ситуация, когда под действием гравитации произойдет расслоение потоков (особенно при низких скоростях) и труба будет запол-

нена не полностью. В этом случае расход $Q = vS$ в такой трубе составляет

$$Q = (A^3 g/T)^{0,5} = \{g[0,5\pi R^2 - (R-H)(R^2 - (R-H)^2)^{0,5} - R^2 \arcsin((R-H_2)/H)]^3/2(DH - H^2)^{0,5}\}^{0,5}, \quad (1)$$

где A – зона жидкого потока в трубе, g – ускорение свободного падения, T – хорда линии (поверхности) жидкости в сечении трубы, R и D – радиус и диаметр трубы, H и H_2 – высота уровня жидкости, когда она меньше и больше радиуса R .

Анализ структуры газожидкостного потока (ГЖП) можно осуществлять с помощью установки УВТ [1, 2], при пузырьковой структуре потока, которая наблюдается при расходе $> 7 \text{ м}^3/\text{час}$ (1,94 л/с) и объемном содержании газа V в жидкости $< 15\%$.

Отбор представительной пробы в диапазоне влажности $W = 40\text{--}70\%$ – трудная техническая задача, которую можно решить путем размещения всей трубы в зазоре магнита при использовании метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР). На $\varnothing 5$ см трубы успешно эксплуатируется магнит с достаточной однородностью на частоту резонанса протонов в 2 МГц фирмы *Maran (UK)* и для такого диаметра трубы ЯМР-анализатор может быть реализован как полнопоточный. Возможно применение также магнита для томографа.



Рис. 1. Режимы течения потока нефть – вода в горизонтальной трубе

Проточные многофазные измерители на базе анализаторов ЯМР

МФИ на методе ЯМР является, пожалуй, единственным экспресс-анализатором, способным одновременно контролировать расход, концентрацию воды, нефти и газа во всем диапазоне, а также такие важные характеристики СКЖ и водо-органических смесей, как дисперсность (распределение размеров капель воды), общую серу, вязкость и плотность [4–8]. Использовать метод импульсного ЯМР для измерения скорости течения жидкости в магнитном поле впервые предложил Хан [12]. Разработка ЯМР-расходомеров за рубежом начата фирмой Bodger Meter Manufacturing Co, г. Милуоки, штат Висконсин, США. Фирма Bruker (ФРГ) с 1988 г. начала использовать лабораторный релаксометр ЯМР Minispec для измерения расхода жидкости при проведении стереохимических исследований жидкостей, контроля смешения потоков разных нефтей и процесса крекинга нефти [11].

Одним из авторов статьи на конкурс ВНТО приборостроителей имени С.И. Вавилова в 1988 г. по результатам НИР «Разработка и исследование метода определения воды в сырой нефти» тема 7620 428610 Фа 15-3401 в НПО «Нефтепромавтоматика» был предложен проект «ЯМР-анализатор многофазных потоков продукции скважин без сепарации». В 1995 г. в Казанский НИРТИ были переданы электрические принципиальные

схемы передатчика, приемника и датчика ЯМР, методика измерения, программное обеспечение и конструкция системы пробоотбора (первого поколения), на что имеются соответствующие акты передачи. Были проведены метрологические испытания ЯМР-анализатора, показавшие его соответствие техническим условиям. Первое сообщение о разработанном поточном ЯМР-анализаторе было сделано на XXVIII Ampere Congress, 1996, Canterbury, England [14]. Использованная тогда байпасная система пробоотбора представлена на рис. 2.

Как видно из рис. 1, отбор пробы осуществлялся двумя встречно расположенными в верхней и нижней части горизонтальной трубы параболическими пробоотборниками для отбора фракции СКЖ с повышенным содержанием газа и воды соответственно.

В 2008 г. нами был разработан ЯМР-анализатор второго поколения [8]. Его функциональная схема для анализа СКЖ приведена на рис. 3. Расстояние, на которое можно переместить патрубок в расширении трубопровода, соответствует 130 мм.

Конструкция системы представлена на рис. 3.

Принцип пробоотбора использует уравнение Бернулли, по которому изменения давления жидкости P_i в разных сечениях трубы S_i при скоростях V_i описывается уравнением

$$P_i/\rho g + V_i^2/2g = \text{cons.} \quad (2)$$

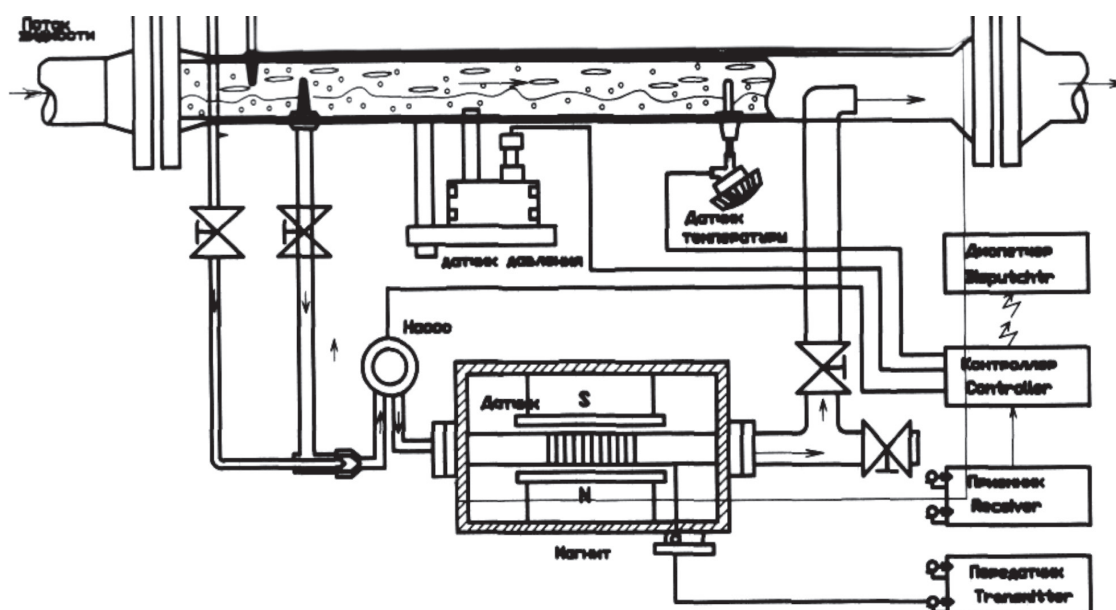


Рис. 2. Функциональная схема проточного ЯМР-анализатора

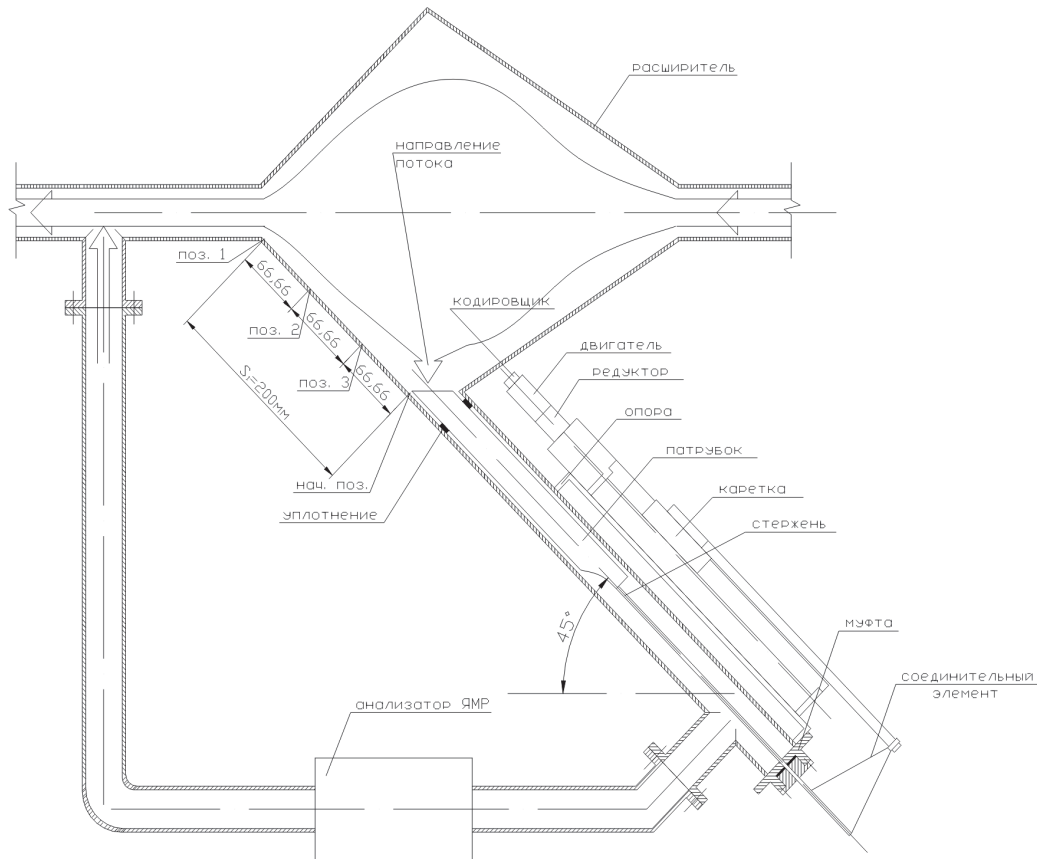


Рис. 3. Система проточного пробоотбора для датчика релаксометра ЯМР

В сечении S_i расход равен $Q_i = S_i V_i$. Поток жидкости, попадая в расширение трубы (рис. 3), снижает скорость V и увеличивает давление P в степени, пропорциональной \sqrt{S} . В результате происходит интенсивная турбулизация смеси, которая через входной патрубок поступает со скоростью V_p , определяемой положением патрубка в датчик в магните ЯМР-анализатора. Скорость потока будет определяться разницей давлений $(P_{\max} - P_i)$. При расположении патрубка в сечении на уровне магистральной трубы $(P_{\max} - P_i) = 0$ и скорость движения потока через датчик ЯМР будет $V_i = 0$, что необходимо для измерения ЯМР-параметров в неподвижной среде. Тем самым отпадает необходимость реальной остановки потока, что позволяет отказаться от взрывозащищенных вентилях и задвижек, имеющих ограниченный ресурс работы. Узел перемещения патрубка представлен на рис. 4. Программа в *ATMEGA 8515L* выполняет следующие операции: Инициализацию микроконтроллера – портов *A, B, C, D, E*, таймера/счетчика 1, универсального синхронно/асинхронного приемопередатчика (*USART*), дисплея *VFD*, внешнего прерывания *INT0*; выдает сообще-

ние «ТЕК. ПОЛОЖ.» на экране *VFD*; перехода в подпрограмму сравнения принятого кода запуска. После этого на компьютере вызывается основная программа управления.

В 2015 г. авторами запатентован [6] ЯМР-анализатор третьего поколения (рис. 5). Устройство пробоотбора в приборно-мехатронном комплексе работает следующим образом. Предварительно в остановленном потоке, когда патрубок 7 находится на уровне сечения измерительной трубы 1, т.е. при перепаде давления $(P_T - P_i) = 0$, производится замер концентрации воды W в СКЖ, по которой выбирается соответствующая данной W зависимость скорости спин-спиновой релаксации $(T_2)^{-1}$ от скорости потока V_i и оптимальное положение патрубка. При измерении расхода по команде с контроллера патрубок 7 перемещается в положение, соответствующее максимальной крутизне зависимости $(T_2)^{-1}$ от скорости потока V_i . Далее поток через фланцы 10 поступает в магнит 11 релаксометра ЯМР. Сигнал ЯМР передается на разъем 16 и по кабелю 22 длиной в четверть резонансной волны ($\lambda/4 = v_0 c$, где c – скорость света) поступает в приемник и по радиоканалу – к диспетчеру.

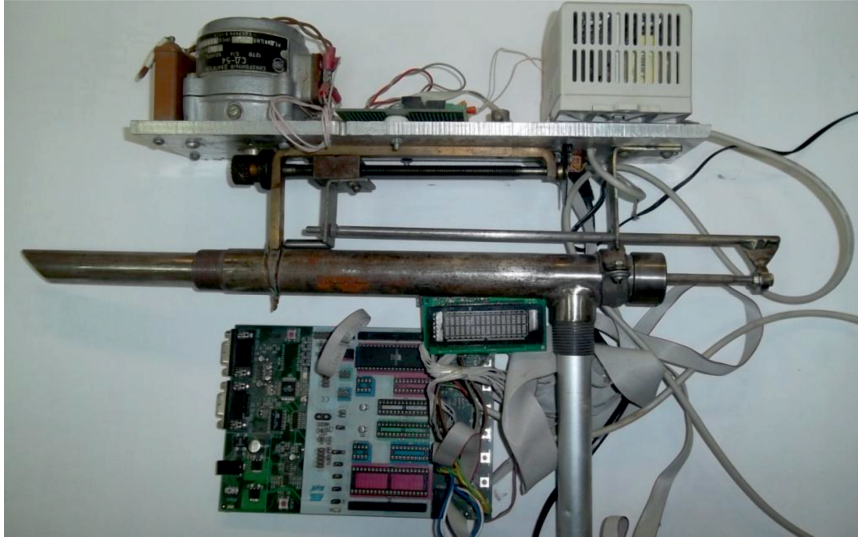


Рис. 4. Мехатронный узел – автоматическое, управляемое от микропроцессорного контроллера устройство отбора проб СКЖ из трубопровода

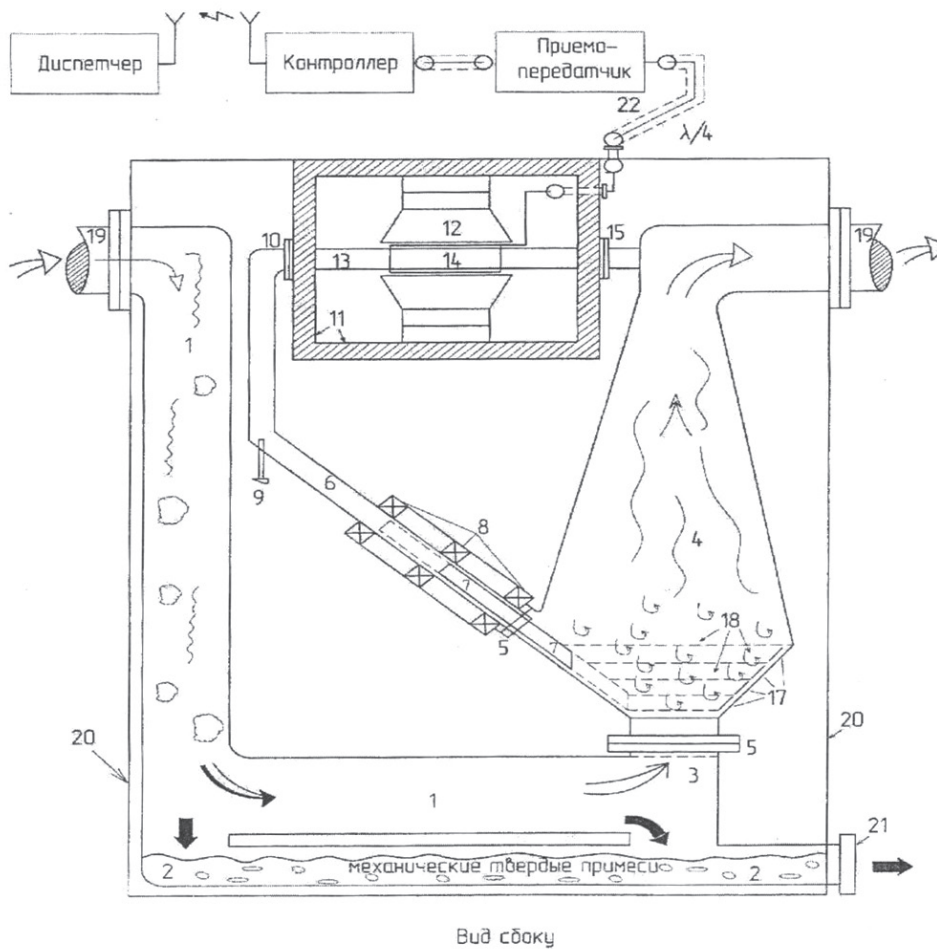


Рис. 5. Конструкция системы пробоотбора и анализа параметров проточной жидкости методом ЯМР-релаксометрии по патенту [6]

Для определения параметров используются экспериментально полученные авторами зависимости [8] между ЯМР-параметрами T_1 , T_2 , $P_{1,2}$ и параметрами СКЖ.

Заключение

Анализ систем измерения и пробоотбора для проточного экспресс-анализа по требованиям ГОСТ 8.615-2005 указывает на преимущества метода ядерной магнитной резонансной (ЯМР) релаксации по сравнению с другими, поскольку метод и аппаратура проточного анализа методом ЯМР позволяет в едином приборе осуществлять экспресс-анализ скважинной жидкости.

Список литературы

1. Березовский Е.В., Немиров М.С., Лукманов П.И., Газизов Р.Р. Установка для испытаний средств измерений на эталонных газожидкостных смесях с цифровой обработкой данных // М.: Приборы, 2009. – № 1. – С. 3–10.
2. Березовский Е.В., Акчурин А.Д. Исследование влияния газа, содержащегося в нефти на показания преобразователей объемного расхода нефти. – М.: Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2011. – № 4. – С. 43–45.
3. Демьянов А.А. О проблемах определения содержания воды при учете сырой нефти // Нефтедобыча: междунар. Интернет-журн. 3.07.04. URL: http://www.teplopunkt.ru/articles/0049_daa_nft.html (дата обращения: 12.12.03).
4. Калабин Г.А., Полонов В.М., Смирнов М.Б. Количественная Фурье-спектроскопия ЯМР в химии нефти. Обзор // Нефтехимия. – 1986. – Т. XXVI, № 4. – С. 435–563.
5. Кашаев Р.С., Малацион С.Ф., Самигуллин Ф.М., Матухин В.Л. Температурная зависимость параметров и мето-

дика экспресс-анализа топливных водо-битумных эмульсий на основе метода ЯМР // Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2003. – № 11–12. – С. 3–11.

6. Патент 2544360 Российская Федерация. Устройство для измерения состава и расхода многокомпонентных жидкостей методом ЯМР / Кашаев Р.С., Темников А.Н., Идиятуллин З.Ш.; заяв. и патентообладатель КГЭУ, заявл. 20.03.2015; опубл. 20.08.2015, Бюл. № 8. – 7 с.

7. Кашаев Р.С., Темников А.Н., Идиятуллин З.Ш. Способ измерения влажности нефти и нефтепродуктов // Заявка Росс. Федерация, № 95117256/25; заявл. 10.12.1995, опубл. 1997, Бюл. № 28. – 3 с.

8. Кашаев Р.С. Аппаратура и методики ЯМР-анализа нефтяных дисперсных систем [Текст] / Кашаев Р.С. – Lambert Academic Publishing. Saarbruchen. 2012. – 91 с.

9. Опыт внедрения многофазных расходомеров Agar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.agar.ru/technology/introduction_mpfm.php (дата обращения: 12.03.12).

10. Тоски Э., Хансен Б.В., Смит Д. Three Phase Measurements [Текст] / Проспект Schlumberger, Берген, Норвегия, 2007.

11. Albert K., Bayer E. High performance liquid chromatography-nuclear magnetic resonance on-line coupling // Trends in analytical chemistry. – 1988. – V.7, № 8. – P. 288–292.

12. Hahn E.L. // J. Geograph. Res. – 1960. – V.65. – P.776–789.

13. Jiskoot J.J. Considerations for crude oil sampling. «Control and Instrumentation». – 1987. – Т. 19, № 5. – P. 127–128.

14. Kashaev R.S., Temnikov A.N., Idiatullin Z.Sh., Charitonov M.V., Farachov T.I. NMR-Analyser for Automatic Control of Physical-Chemical Parameters of Crude Oil and Bitumen // Ext. Abstracts XXVIII Ampere Congress, Canterbury, England, 1996. – P. 295–296.

15. Kashaev R.S. Oil Disperse Systems Study Using Nuclear Magnetic Resonance Relaxometry (NMRR). // Advances in Energy Research. – 2013. – V.16. – 68 p. E-book «Nova Science Publishers, Inc.» ID 12590, N-Y. USA.

УДК 004.02: 007

МЕТОДЫ РАНЖИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ТРАНСПОРТНЫХ РАСПИСАНИЙ**Клеванский Н.Н., Антипов М.А., Слепцова Л.А., Романова И.В.***ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»,
Саратов, e-mail: nklevansky@yandex.ru*

В статье представлены основные концепции и подходы в реализации задач транспортных расписаний на базе двух схем генерации расписаний. Получение начального расписания по первой схеме с использованием критерия наилучшего распределения ресурсов является базовым для второй схемы – этапа оптимизации. Каждая схема включает два правила приоритетов – эвристические процедуры получения решений на базе идеологии жадных алгоритмов, использующих многокритериальное ранжирование. Предложены основные критерии для правил приоритетов в формировании и оптимизации транспортных расписаний – критерии загрузки и равномерности. Во второй схеме критерий равномерности представлен среднеквадратичным отклонением от среднего интервала между событиями расписаний станций и перегонов. Представлены формализованные процедуры многовекторного ранжирования для всех правил приоритетов. Процедура транспортного планирования использует двухэтапный алгоритм, реализованный в среде СУБД.

Ключевые слова: расписание, заявка, событие, транспортное расписание, жадный алгоритм, правила приоритетов, схема генерации расписаний, среднеквадратичное отклонение, методы ранжирования

RANKING METHODS IN PROBLEMS OF TRANSPORT SCHEDULES**Klevanskiy N.N., Antipov M.A., Sleptsova L.A., Romanova I.V.***Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: nklevansky@yandex.ru*

This paper is demonstrated how basic concepts transport scheduling problems can be solved efficiently by two schedule generation schemes. The first, a set of demands must be developed as initial timetables. A set of local and global resources are available for carrying out the activities of the systems. The solutions obtained by the first scheme algorithm with the best resource allocation rule are used as a baseline to compare those obtained by the latter. The second, the initial timetables must be optimized. Each schedule generation scheme consists of two priority rules – heuristic solution-finding procedures based on greedy ideology. The priority rules use multi-criteria ranking of decision support theory. The algorithm introduces the concept of an adjustable resource allocation factor which can be used to produce schedules. The realizations are used on set of train scheduling tasks. The basic criterion for optimization operations is demanded – criterion of system resource equability. The latter is equal a root-mean-square deviation from a middle value between timetable events. The transport scheduling procedure can be solved efficiently by two-stage algorithm developed in database system.

Keywords: timetable, demand, activity, transport timetable, greedy algorithm, priority rules, schedule generation scheme, root-mean-square deviation, ranking methods

Управление транспортными системами включает иерархически взаимосвязанные проблемы стратегического, тактического и оперативного уровней [4, 9]. Многие проблемы транспортных систем решаются на тактическом уровне [4] в зависимости от расписания регулярного пассажирского транспорта. «Сложность решения задач маршрутизации и формирования расписания определяется жесткостью ограничений на пропускную способность путей и транспортные средства. Одним из представителей транспортных систем с достаточно жесткими ограничениями является железнодорожный транспорт с постоянным сезонным расписанием пассажирских поездов» [4].

Задача формирования железнодорожных расписаний в европейских публикациях рассматривается в двух видах: циклическом и нециклическом [8]. Циклические расписания строго периодичны в пределах суток или части суток, тогда как нециклические расписания, являющиеся

также периодическими, имеют период равный суткам или нескольким суткам. Для формирования и оптимизации железнодорожных расписаний (NP-трудных задач) используются различные подходы, прежде всего в форме эвристики [7–10]. В мультипроектном планировании [6] основной эвристический подход является использование схем формирования расписаний (SGS – schedule generation scheme) и правил приоритетов (PR – priority rules). Приоритетами в этом контексте выступают критерии для определения очередности конкурирующих по ресурсам работ/проектов. Критерии являются скалярными величинами разных характеристик заявок/работ и проектов, включая выделяемые и требуемые ресурсы. Под правилами приоритетов понимаются задаваемые последовательности приемов и методов определения очередности. Основой правил приоритетов является однокритериальное ранжирование скалярных величин

приоритетов. В исследованиях по формированию железнодорожных расписаний подобных подходов не обнаружено.

Целью статьи является представление схем генерации транспортных расписаний и правил приоритетов на основе методов ранжирования в программном формировании расписания движения пассажирского железнодорожного транспорта дальнего следования.

Исследование систем различного рода использует критерии с векторными и многовекторными компонентами. Задачи принятия решений в этом случае сводятся к задачам многокритериального, многовекторного и гипервекторного ранжирования [5].

Для однозначного понимания терминологии введем следующие определения:

– многокритериальным ранжированием является ранжирование критериев – упорядоченных множеств скалярных компонент. Наиболее адекватным многокритериальным ранжированием является «жесткое» ранжирование [5]. Будут различаться прямое (по «возрастанию») и обратное (по «убыванию») многокритериальное ранжирование;

– многовекторным ранжированием является ранжирование критериев – упорядоченных множеств векторных компонент. Многовекторное ранжирование n критериев с k векторными компонентами осуществляется следующим образом: k «жестких» ранжирований соответствующих векторных компонент с формированием рангов; «жесткое» ранжирование n векторов рангов;

– гипервекторное ранжирование – ранжирование критериев – упорядоченных множеств многовекторных компонент. Гипервекторное ранжирование m критериев, которые содержат n многовекторных критериев с k векторными компонентами, осуществляется следующим образом: k «жестких» ранжирований соответствующих векторных компонент с формированием рангов; n «жестких» ранжирований соответствующих векторов рангов многовекторных компонент с формированием рангов; «жесткое» ранжирование m векторов рангов гипервекторных компонент.

Для расчета расписания движения пассажирского железнодорожного транспорта дальнего следования предложены две последовательно применяемые схемы генера-

ции расписаний: SGS_1 – формирование начального расписания; SGS_2 – последующая оптимизация [1].

В каждом цикле SGS_1 используются два взаимосвязанных правила приоритетов PR_{11} и PR_{12} . Стратегия PR_{11} связана с выбором наиболее загруженного по требуемым ресурсам железнодорожной сети маршрута среди маршрутов, не включенных в начальное расписание. Для маршрута, выбранного правилом PR_{11} , в правиле PR_{12} определяется время отправления с начальной станции с обеспечением наибольшей равномерности потребления ресурсов сети.

В каждом цикле SGS_2 также используются два взаимосвязанных правила приоритетов PR_{21} и PR_{22} . Стратегия PR_{21} связана с выбором маршрута, наиболее неравномерного по потреблению ресурсов сети в существующем расписании. Для маршрута, выбранного правилом PR_{21} , в правиле PR_{22} определяется время отправления с начальной станции, по крайней мере не ухудшающее показатели равномерности всего расписания.

Рассмотрим применение схем SGS_1 , SGS_2 и правил приоритетов PR_{11} , PR_{12} , PR_{21} и PR_{22} .

В начале каждого цикла формирования начального расписания (схема SGS_1) осуществляется перерасчет оценок загруженности станций и перегонов сети [2].

$$c1_i = \frac{nt_i - nit_i}{nt - nit}, \quad i = \overline{1, nit_i}, \quad (1)$$

где nt_i – количество поездов, проходящих через i -ую станцию;

nit_i – количество поездов начального расписания, проходящих через i -ую станцию;

nt – количество поездов в интервале расписания;

nit – количество включенных в начальное расписание поездов.

$$c2_j = \frac{nl_j - nil_j}{nt - nit}, \quad j = \overline{1, nil_j}, \quad (2)$$

где nl_j – количество поездов, проходящих через j -ый перегон;

nil_j – количество поездов начального расписания, проходящих через j -ый перегон.

Оценки загруженности станций (1) и перегонов (2) формируют множества первых и вторых векторных компонент критериев загруженности маршрутов

$$\left\{ (c1_{1,k}, c1_{2,k}, \dots, c1_{i,k}, \quad i = \overline{1, n_{k,s}}, \quad k = \overline{1, nr}) \right\}; \quad (3)$$

$$\left\{ (c2_{1,k}, c2_{2,k}, \dots, c2_{i,k}, \quad i = \overline{1, n_{k,s} - 1}), \quad k = \overline{1, nr} \right\}, \quad (4)$$

где nr – количество не включенных в начальное расписание маршрутов;

$n_{k,s}$ – количество станций маршрута r_k .

Скалярная оценка загруженности k -го маршрута по суткам расписания

$$c3_k = \frac{n_k}{n_d}, \quad k = \overline{1, n_r}, \quad (5)$$

где n_k – количество суток отправления поездов k -ого маршрута;
 n_d – количество суток интервала расписания;
 n_r – количество маршрутов железнодорожной сети.

Критерии загруженности маршрутов включают две векторные компоненты и одну скалярную. Для определения самого загруженного маршрута в правиле PR₁₁ применяется многовекторное ранжирование, заключающееся в следующем.

Многокритериальным ранжированием векторов (3) и (4) формируются множества рангов маршрутов по загруженности станций и перегонов

$$\{rank1_k, \quad k = \overline{1, nr}\}; \quad (6)$$

$$\{rank2_k, \quad k = \overline{1, nr}\}. \quad (7)$$

Обратная сортировка выражений (5) порождает множество рангов маршрутов по загруженности суток интервала расписания

$$\{rank3_k, \quad k = \overline{1, nr}\}. \quad (8)$$

Ранги (6, 7, 8) формируют множество векторов рангов маршрутов

$$\text{где } q = q(s_{k,i}, t_{k,i,j}, day_{k,j}) = \begin{cases} 1, & \text{если хотя бы один поезд во } t_{k,i,j} \text{ время дня } day_{k,j} \\ & \text{находится на станции } s_{k,i}; \\ 0 & \text{– в противном случае;} \end{cases}$$

$q \in Q_s$ – множество булевых обозначений событий станций.

Оценки равномерности событий расписания i -ого перегона определяются как

$$k3_{k,i,j} = \frac{nil_i (ti_{suc} + ti_{prec} - 2ti_{k,i,j})}{2 * Interval}, \quad i = \overline{1, n_{k,s}}, \quad k = \overline{1, n_r}, \quad j = \overline{1, n_k}, \quad (12)$$

где ti_{prec} и ti_{suc} – времена начала движения поездов на i -ом перегоне, предшествующих и последующих по отношению ко времени $ti_{k,i,j}$.

Оценки равномерности распределения событий в периодах расписания i -ого перегона на въезде/выезде со станции

$$k4_{k,i,j} = \frac{\sum_{j=1}^{n_d} q(l_{k,i}, s_{k,i}, t_{k,i,j}, day_{k,j})}{n_d}, \quad (13)$$

$$\text{где } q = q(s_{k,i}, t_{k,i,j}, day_{k,j}) = \begin{cases} 1, & \text{если хотя бы один поезд во } t_{k,i,j} \text{ время дня } day_{k,j} \\ & \text{въезжает или выезжает со станции } s_{k,i} \text{ на перегон } l_{k,i}; \\ 0 & \text{– в противном случае;} \end{cases}$$

$q \in Q_l$ – множество булевых обозначений событий перегона.

$$\{ (rank1_k, rank2_k, rank3_k), \quad k = \overline{1, nr} \}. \quad (9)$$

Старший по рангу маршрут, полученный многокритериальным ранжированием векторов (9), является самым загруженным и его следует включить в начальное расписание. Для этого согласно схеме SGS₁ необходимо определение оценок равномерности расписаний перегонов и станций [2].

Оценки равномерности событий расписания i -ой станции определяются как

$$k1_{k,i,j} = \frac{nit_i (ti_{suc} + ti_{prec} - 2ti_{k,i,j})}{2 * Interval},$$

$$i = \overline{1, n_{k,s}}, \quad k = \overline{1, n_r}, \quad j = \overline{1, n_k}, \quad (10)$$

где ti_{prec} и ti_{suc} – времена прибытия на i -ую станцию поездов, предшествующих и последующих по отношению ко времени $ti_{k,i,j}$ в интервале расписания.

Оценки равномерности распределения событий в периодах расписания i -ой станции

$$k2_{k,i,j} = \frac{\sum_{j=1}^{n_d} q(s_{k,i}, t_{k,i,j}, day_{k,j})}{n_d},$$

$$i = \overline{1, n_{k,s}}, \quad k = \overline{1, n_r}, \quad j = \overline{1, n_k}, \quad (11)$$

Согласно схеме SGS_1 осуществляется циклическое накопление множеств векторов значений оценок равномерности (10–13) расписаний перегонов и станций с учетом обязательных ограничений в интервале от 0 до 24 часов с шагом 0,1 часа в пределах суток отправления поездов выбранного правилом PR_{11} маршрута. Каждый вектор идентифицируется временем цикла $ti_{nt+1,1}$ – временем отправления поездов выбранного маршрута с начальной станции, ni – количество маршрутов, включенных в начальное расписание. В состав векторов включаются оценки равномерности станций и перегонов выбранного маршрута, так как изменений этих оценок для других станций и перегонов не будет.

$$\{ti_{ni+1,1}, (k1_{ni+1,i,j}, i = \overline{1, n_{ni+1,s}}, j = \overline{1, n_{ni+1}})\}, \quad (14)$$

$$\{ti_{ni+1,1}, (k2_{ni+1,i,j}, i = \overline{1, n_{ni+1,s}}, j = \overline{1, n_{ni+1}})\}, \quad (15)$$

$$\{ti_{ni+1,1}, (k3_{ni+1,i,j}, i = \overline{1, n_{ni+1,s}}, j = \overline{1, n_{ni+1}})\}, \quad (16)$$

$$\{ti_{ni+1,1}, (k4_{ni+1,i,j}, i = \overline{1, n_{ni+1,s}}, j = \overline{1, n_{ni+1}})\}. \quad (17)$$

Векторы (14–17) определяют критерии равномерности начального расписания для каждого $ti_{ni+1,1}$. Для нахождения $ti_{ni+1,1}$, обеспечивающего наибольшую равномерность начального расписания при включении в него поездов выбранного маршрута, правило PR_{12} должно реализовать многовекторное ранжирование критериев равномерности (14–17).

Многокритериальные ранжирования векторов каждого множества (14–17) формируют множества векторов рангов для начальных времен движения поездов маршрута.

$$\{ti_{ni+1,1}, (rank1, rank2, rank3, rank4), ti_{ni+1,1} = \overline{0, 240}\}. \quad (18)$$

Многокритериальное ранжирование векторов (18) определяет начальное время отправления поездов выбранного маршрута

$$\{(\alpha_{s,1}K1_{1,k}, \alpha_{s,2}K1_{2,k}, \dots, \alpha_{s,k}K1_{i,k}, i = \overline{1, n_{k,s}}, k = \overline{1, nr})\}, \quad (21)$$

где $\alpha_{s,i}$ – коэффициент важности оценки, $\alpha_{s,i} = \frac{nt_i}{\sum_{j=1}^I nt_j}$;

$$\{(\alpha_{l,1}K2_{1,k}, \alpha_{l,2}K2_{2,k}, \dots, \alpha_{l,k}K2_{i,k}, i = \overline{2, n_{k,s}}, k = \overline{1, nr})\}, \quad (22)$$

где $\alpha_{l,i}$ – коэффициент важности оценки, $\alpha_{l,i} = \frac{nl_i}{\sum_{j=1}^J nl_j}$.

в начальном расписании. Включением последнего маршрута в начальное расписание работа схемы генерации SGS_1 завершается.

Оптимизация начального расписания по схеме SGS_2 использует интегральные оценки равномерности расписаний станций и перегонов в виде среднеквадратичных отклонений [3].

Оценка равномерности распределения событий i -ой станции в интервале расписания

$$K1_i = \sqrt{\frac{1}{nt_i} \sum_{j=1}^{nt_i} (Int_i - Inr_{i,j})^2}, \quad i = \overline{1, I}, \quad (19)$$

где $Int_i = \frac{Interval}{nt_i}$, $i = \overline{1, I}$ – среднее значение интервала между прибытиями поездов на i -ую станцию;

$Inr_{i,j} = (ti_{j+1} - ti_j)$, $j = \overline{1, nt_i}$, $i = \overline{1, I}$ – величина интервала между прибытиями на станцию двух ближайших по времени поездов. Для $j = nt_i$ $ti_{j+1} = ti_1$.

Оценка равномерности распределения событий i -ого перегона в интервале расписания

$$K2_i = \sqrt{\frac{1}{nl_i} \sum_{j=1}^{nl_i} (Int_i - Inr_{i,j})^2}, \quad i = \overline{1, J}, \quad (20)$$

где $Int_i = \frac{Interval}{nl_i}$, $i = \overline{1, J}$ – среднее значение интервала между началами движения поездов по i -ому перегону;

$Inr_{i,j} = (ti_{j+1} - ti_j)$, $j = \overline{1, nl_i}$, $i = \overline{1, J}$ – величина интервала между началами движения поездов по i -ому перегону двух ближайших по времени поездов. Для $j = nl_i$ $ti_{j+1} = ti_1$.

В начале каждого цикла схемы SGS_2 осуществляется расчет оценок равномерности распределения событий станций (19) и перегонов (20) в интервале расписания сети, формирующий множества векторных компонент критериев равномерности маршрутов

$$\sum_{i=1}^I \alpha_{s,i} = 1 \quad \sum_{i=1}^J \alpha_{l,i} = 1 .$$

Критерии равномерности маршрутов включают две векторные компоненты, а для определения самого неравномерного маршрута в правиле PR_{21} используется многовекторное ранжирование, заключающееся в следующем.

Раздельное многокритериальное ранжирование векторов (21) и (22) формирует множества рангов маршрутов по равномерности расписаний станций (23) и перегонов (24)

$$\{rank1_k, k = \overline{1, nr}\}, \quad (23)$$

$$\{rank2_k, k = \overline{1, nr}\}. \quad (24)$$

Это позволяет сформировать множество векторов рангов маршрутов

$$\{(rank1_k, rank2_k), k = \overline{1, nr}\}. \quad (25)$$

Многокритериальное ранжирование векторов (25) определяет самый неравномерный маршрут при принятых оценках и критериях равномерности. Он становится очередным кандидатом на перестановку в расписании.

Согласно схеме SGS_2 осуществляется циклическое накопление множеств векторов значений оценок равномерности (21–22) аналогично схеме SGS_1 .

$$\{ti_{ni+1,1}, (\alpha_{s,j} K1_{ni+1,i,j}, i = \overline{1, n_{ni+1,s}}, j = \overline{1, n_{ni+1}})\}, \quad (26)$$

$$\{ti_{ni+1,1}, (\alpha_{l,i} K2_{ni+1,i,j}, i = \overline{1, n_{ni+1,s}}, j = \overline{1, n_{ni+1}})\}. \quad (27)$$

Многокритериальные ранжирования векторов (26, 27) формируют множества векторов рангов для начальных времен движения поездов маршрута

$$\{ti_{ni+1,1}, (rank1, rank2, rank3, rank4), ti_{ni+1,1} = \overline{0, 240}\}. \quad (28)$$

Многокритериальное ранжирование векторов (28) определяет начальное время движения поездов маршрута в оптимизированном расписании железнодорожной сети. Завершение работы SGS_2 определяется выбранной стратегией оптимизации – одноили многопроходной.

Авторы считают, что новыми являются следующие положения и результаты:

- представлены две взаимосвязанные схемы генерации транспортного расписания;
- сформулированы правила приоритетов каждой схемы генерации транспортных расписаний с использованием методов ранжирования теории принятия решений.

Список литературы

1. Клеванский Н.Н., Антипов М.А. Формирование транспортных расписаний // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 4 (16). – С. 71–91.
2. Клеванский Н.Н., Антипов М.А. Формирование начальных расписаний для векторов заявок // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 10–1. – С. 79–85.
3. Клеванский Н.Н., Антипов М.А. Оптимизация начальных транспортных расписаний // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 11–2. – С. 264–269.
4. Лазарев А.А., Мусатова Е.Г., Гафаров Е.Р., Кварацхелия А.Г. Теория расписаний. Задачи управления транспортными системами. – М., Физический факультет МГУ, 2012. – 159 с.
5. Сафронов В.В. Основы системного анализа: методы многовекторной оптимизации и многовекторного ранжирования: монография. – Саратов: Научная книга, 2009. – 329 с.
6. Browning T.R., Yassine A.A. Resource-Constrained Multi-Project Scheduling: Priority Rule Performance Revisited // International Journal of Production Economics. – 2010. – № 126 (2). – P. 212–228.
7. Burdett R. and E. Kozan. A sequencing approach for creating new train timetables // OR Spectrum. – 2010. – № 32 (1). – P. 163–193.
8. Cacchiani V., Toth P. Nominal and Robust Train Timetabling Problems // European Journal of Operational Research. – 2012. – № 219(3). – P. 727–737.
9. Hansen I.A., Pacht J. (eds.): Railway Timetabling & Operations. Analysis – Modelling – Optimisation – Simulation – Performance Evaluation. 2nd edition. Eurailpress. – 2014. – 332 p.
10. Harrod S.S. A tutorial on fundamental model structures for railway timetable optimization // Surveys in Operations Research and Management Science. – 2012. – № 17 (2). – P. 85–96.

УДК 004.032.26:001.891.572

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗИРУЮЩЕГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ДЕМОДУЛЯЦИИ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ БИОНИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Кружков А.С., Насыров Р.В.

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа,
e-mail: danteform@gmail.com, nrash@yandex.ru*

Предложен новый подход к обработке аналогового периодического сигнала и выделения его параметров. Подход заключается в использовании анализирующего процессора, предложенного Л.М. Бакусовым для анализа и преобразования фазы сигнала при фазовой модуляции. Используемый процессор отражает бионический подход в обработке сигналов и данных. Предполагается использование описанного подхода в дальнейшем для работы с аналоговыми сигналами, что позволит уменьшить аппаратную составляющую в схемах связи, передачи данных и мобильных и/или встраиваемых системах. Проведена статистическая оценка свойств ошибки усвоения фазы сигнала. Также оценен тренд изменения фазы. Полученные оценки показывают, что при пакетном режиме передачи накапливающаяся ошибка является несущественной, что при простоте исходной схемы анализа позволяет рекомендовать её для практического применения.

Ключевые слова: цифровая обработка данных, модуляция/демодуляция сигнала, фазовая модуляция, встраиваемые системы, мобильные системы

THE USE OF AN ANALYZING PROCESSOR BASED ON BIONIC APPROACH FOR DIGITAL DEMODULATION OF THE ANALOG SIGNAL

Kruzhkov A.S., Nasyrov R.V.

*Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Ufa State Aircraft Technical University,
Ufa, e-mail: danteform@gmail.com, nrash@yandex.ru*

A new approach to the treatment of periodic analog waveform and selection of its parameters. The approach is to use an analyzing processor, the proposed Bakusov L.M. for the analysis and transformation phase signal for phase modulation. Used CPU reflects the bionic approach in the processing of signals and data. Assumes the use of the approach described later to analog signals, which will reduce the hardware component in communication circuits, data transmission and mobile and/or embedded systems. Conducted statistical evaluation of the properties of the error absorption phase of the signal. Also assessed the trend of change of phase. The estimates show that if the batch transmission mode accumulating the error is not significant that the simplicity of the original scheme of analysis allows to recommend it for practical application.

Keywords: digital signal processing, coding/encoding, phase modulation, embedded systems, mobile systems

В связи с развитием технических устройств беспроводной передачи сигналов в настоящее время становится актуальной разработка мобильных устройств дистанционного мониторинга физиологических параметров, например [10–12]. В качестве целевого назначения таких устройств могут быть: проведение научных исследований, разработки перспективных мобильных медицинских устройств мониторинга состояния биообъекта, а также разработка массовых персональных устройств мониторинга определенных физиологических показателей. Однако при разработке таких устройств ключевой проблемой становится разработка эффективных алгоритмов анализа снимаемых сигналов для выделения информативных составляющих с целью последующего распознавания, оценки или диагностики состояния биообъекта. Такое требование обусловлено существующими ограничениями энергетических и вычислительных ресурсов мобильных устройств. Кроме этого, поскольку снимаемые сигнала

имеют аналоговую природу, а устройства обработки – цифровую, то возникают разные варианты размещения аналого-цифрового преобразователя в канале передачи – приема сигнала [1].

Существующие решения

Для передачи информации в настоящее время используются различные каналы, информация в которых передается в модулированном виде. При этом наибольший практический интерес представляют помехозащищенные каналы. Известно, что помехозащищенность и селективность достигается модуляцией информационного сигнала несущей. В настоящее время наиболее изучены несколько видов модуляции: аналоговая модуляция (АМ), частотная модуляция (ЧМ) и фазовая модуляция (ФМ), а также их комбинированные и специальные виды [1]. Кроме этого также используются цифровую модуляцию как аналогового, так и цифрового сигнала, при этом в общем случае говорят о манипуляции сигналом.

Для получения исходного сигнала модулированный сигнал демодулируют (производят обратное преобразование). Как правило, демодуляцию производят с помощью аналоговых устройств собранных на основе чувствительных элементов к изменению того или иного параметра (реактивных элементов – индуктивности, конденсатора). Основным недостатком таких решений является их сложность в настройке и высокая стоимость.

При применении в цифровых устройствах используются прямые цифровые аналоги аналоговых схем [2]. Среди алгоритмов, используемых для цифровой демодуляции и выявления параметров сигнала, наиболее часто применяются:

1. *CORDIC (COordinate Rotation DIgital Computer)* [7].

2. Квадратурный приемник [9].

3. Схема Костаса [9].

Все цифровые схемы сводятся к использованию квадратурного приемника и вычисления с помощью него параметров сигнала: синфазной составляющей и квадратурной составляющей. Таким образом, цифровые программные решения являются, как правило, ресурсозатратными с точки зрения вычислительной мощности. В условиях, когда аналоговый сигнал в обязательном порядке принимает дискретную форму, отсутствуют веские основания рассматривать его обработку с помощью аналоговых схем. Следовательно, наиболее эффективной с точки зрения авторов является работа с сигналом в цифровом виде и численные методы его обработки.

Постановка задачи

Таким образом, ставится задача разработки метода и алгоритма демодуляции сложного по составу периодического сигнала для выделения информативных составляющих и их параметров, позволяющего использовать его во встроенных системах с небольшими вычислительными ресурсами.

Предлагаемое решение

Поставленная задача вычислений при ограниченных ресурсах в наиболее явном виде решается в природе. Способ построения вычислений показан в работе Бакусова и др. [6], где вводится понятие биопроектор. Отметим, что биопроектор можно рассматривать как считающую структуру

данных, которая эффективно воспроизводит как заданную последовательность в инвариантном масштабе (биопроектор с Лагранжевой структурой), так и располагает анализирующими свойствами – разложением двухмерного сигнала (гармонического $\sin(x)$, x) в 4-мерное пространство ($\cos(x)$, $\sin(x)$, $\cos(x)$, x) при использовании одной гармоники для анализа. Таким образом, анализирующий биопроектор преобразует в результате вычислений исходный сигнал в 4-х мерное пространство в соответствии с заданными параметрами.

Для анализа сигнала был выбран наиболее компромиссный метод модуляции по затратам вычисления и помехоустойчивости – фазовая модуляция [1, 2, 9]. При фазовой модуляции сигнал имеет вид

$$y = A_0 + A(t)\sin(\omega t + \varphi(t)), \quad (1)$$

где $\varphi(t)$ – функция изменения фазы, или, в нашем случае, информационный сигнал.

Имея интерполирующий полином Гаусса [3, 4, 8]:

$$g_n(x) = \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x-x_2) \dots \sin \frac{\omega}{2}(x-x_{2^{*n+1}})}{\sin \frac{\omega}{2}(x_1-x_2) \dots \sin \frac{\omega}{2}(x_1-x_{2^{*n+1}})} * y_1 + \dots + \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x-x_1) \dots \sin \frac{\omega}{2}(x-x_{2^{*n}})}{\sin \frac{\omega}{2}(x_{2^{*n+1}}-x_1) \dots \sin \frac{\omega}{2}(x_{2^{*n+1}}-x_{2^{*n}})} * y_{2^{*n}}, \quad (2)$$

где n – число гармоник сигнала в окне интерполяции.

Возьмем одну гармонику и построим для нее интерполяционный многочлен:

$$g_1(x) = \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x-x_2) * s \in \frac{\omega}{2}(x-x_3)}{\sin \frac{\omega}{2}(x_1-x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_1-x_3)} * y_1 + \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x-x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x-x_3)}{\sin \frac{\omega}{2}(x_2-x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x_2-x_3)} * y_2 + \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x-x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x-x_2)}{\sin \frac{\omega}{2}(x_3-x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_3-x_2)} * y. \quad (3)$$

При перегруппировке каждого из членов (разложении умножения синусов) получаем

$$\frac{\cos\left(\frac{\omega}{2} * (x_3 - x_2)\right) - \cos\left(\frac{\omega}{2} * (x_2 + x_3)\right) * \cos(\omega * x) - \sin\left(\frac{\omega}{2} * (x_2 + x_3)\right) * \sin(\omega * x)}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_3)}$$

для первого члена и т.д. для последующих.

При перегруппировке получаем коэффициенты:

1) перед const:

$$\frac{\cos \frac{\omega}{2}(x_3 - x_2) * y_1}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_3)} + \frac{\cos \frac{\omega}{2}(x_3 - x_1) * y_2}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_2 - x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x_2 - x_3)} +$$

$$+ \frac{\cos \frac{\omega}{2}(x_2 - x_1) * y_3}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_3 - x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x_3 - x_2)}, \quad (4)$$

2) перед cos(ωx)

$$\frac{-\cos \frac{\omega}{2}(x_2 + x_3) * y_1}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_3)} - \frac{\cos \frac{\omega}{2}(x_1 + x_3) * y_2}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_2 - x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x_2 - x_3)}$$

$$- \frac{\cos \frac{\omega}{2}(x_1 + x_2) * y_3}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_3 - x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_3 - x_1)}, \quad (5)$$

3) перед sin(ωx)

$$\frac{-\sin \frac{\omega}{2}(x_2 + x_3) * y_1}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_1 - x_3)} - \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x_1 + x_3) * y_2}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_2 - x_1) * \sin \frac{\omega}{2}(x_2 - x_3)}$$

$$- \frac{\sin \frac{\omega}{2}(x_1 + x_2) * y_3}{2 * \sin \frac{\omega}{2}(x_3 - x_2) * \sin \frac{\omega}{2}(x_3 - x_1)}. \quad (6)$$

При подстановке *sin* в формулы получаем следующий вектор значений (C_const, C_cos, C_sin) – (0, 0, 1). При подстановке $3 + 2\sin - (3, 0, 2)$. И при $\sin(x + 2\pi 45/180) - (0, 0, 71, 0, 71)$.

Такие значения имеют место в «окне интерполяции» (рис. 1), то есть в тех трех точках, представленных интерполяционным многочленом. Интерес представляют динамические параметры «свертки» сигнала процессором во времени – т.е. при «скольжении» окна по сигналу вдоль временной оси.

Основным случаем свертки сигнала при вышеописанных условиях является свертка сигнала представленного одной гармоникой, частота которой равна частоте процессора:

$$y_i = \sin(\omega x_i + \varphi(i)). \quad (7)$$

Положим для простоты, что счет времени представлен натуральным рядом, т.е. в масштабе сигнала:

$$x_1 = \Delta x; x_2 = 2\Delta x; x_3 = 3\Delta x; \dots x_n = n\Delta x; \\ k = ((\omega \Delta x))/2.$$

Отсчеты в окне возьмем симметрично его середине:

$$x_{1\text{окна}} = \Delta x(i - 1); x_{2\text{окна}} = \Delta x i; x_{3\text{окна}} = \Delta x(i + 1);$$

где *i* – отсчет в центре окна.

При свертке сигнала с коэффициентом перед sin(ωx) получаем выражение (8).

При подстановке $\varphi(i - 1) = \varphi(i) = \varphi(i + 1) = \text{const}$ формула сворачивается до cos(φ(i)). Из выведенных соотношений следуют две особенности рассматриваемой схемы: при больших скоростях роста фазы в свертке (8) появляется помеха, влияющая на форму сигнала; результирующий вектор представляет собой полный ортогональный базис гармонического сигнала. Из этого следует, что $A = \sqrt{C_sin^2 + C_cos^2}$; $\text{phase} = \arccos(C_sin/A)$.

$$\frac{-1}{4 \sin^2(k)} \left(\frac{\cos\left(3k + \frac{\varphi(i+1) - \varphi(i-1)}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi(i+1) + \varphi(i-1)}{2}\right)}{\cos(k)} - \cos(\varphi(i)) + \cos(4ki + \varphi(i)) - \frac{\cos\left(4ki + \frac{\varphi(i-1) + \varphi(i+1)}{2}\right) \cos\left(k - \frac{\varphi(i-1) - \varphi(i+1)}{2}\right)}{\cos(k)} \right) \quad (8)$$

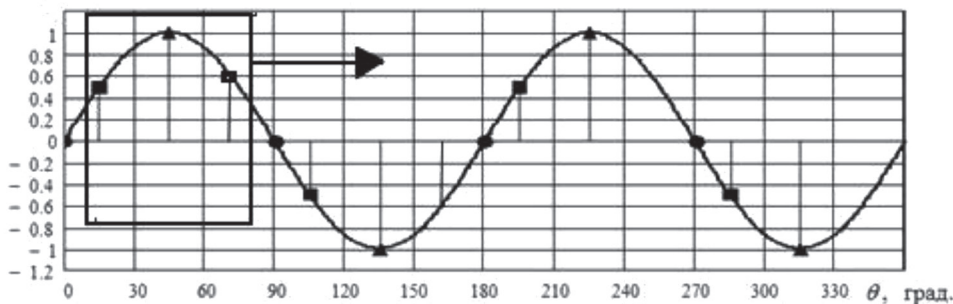


Рис. 1. Пример движения окна интерполяции процессора, построенного для одной гармоники

Экспериментальная проверка

Для проверки работоспособности и эффективности биопроецессора Бакусова был проведен математический эксперимент. В эксперименте основной формой сигнала являлся синусоидальный сигнал с базовой частотой, на распознавание которой настроен анализирующий процессор. Были использованы три способа изменения фазы: фаза являлась константой, линейное нарастание фазы без помех и линейное нарастание фазы в условиях белого шума с отношением сигнал/шум равным 60 дБ. Стоит упомянуть, что также возможны другие варианты фазовой модуляции (более сложные $p(x)$), но в таком случае изменяется вид ошибки процессора – это выражается во влиянии скорости роста фазы на результат вычисления координат 4-мерного вектора.

На рис. 2 представлен пример с линейным трендом роста фазы от 0 до 80 градусов.

На рис. 3 представлен сигнал с линейным трендом роста фазы и помехой (отношение сигнал/шум равно 60 дБ) на формирование фазы.

На рис. 4 представлена фазовая манипуляция сигналом с помехой в передающем канале (отношение сигнал/шум равно 60 дБ).

Очевидно, что фаза сигнала содержит ошибку вычисления и набегающую ошибку. Ошибка вычисления связана с конечной точностью представления чисел. Набегающая ошибка связана с высокочастотной составляющей в многочленах, выражающих синус и косинус, а также с помехами, накладываемыми на сигнал в тракте передачи.

Выявленная особенность будет сказываться при длительных циклах передачи и несущественна при пакетном режиме передачи, который используется в сотовой телефонии. Таким образом, несмотря на наличие таких помех, предложенная методика в целом вполне пригодна для манипуляции сигналом в многосимвольном режиме [5]. С этой же точки зрения стоит оценивать и эффективность алгоритма перед его аналогами.

Заключение

Разработан новый подход к обработке периодического сигнала, который в силу своей вычислительной простоты (вычисления несут рекурсивный характер, обусловленный постоянным приращением угла во время движения окна) может быть применен как во встраиваемых системах,

так и в носимой электронике. Также такой метод может применяться для обработки массивов аналоговых данных, имеющих большую размерность. Была оценена практическая сторона применения метода об-

работки в виде эксперимента с цифровым каналом связи. Определено, что имеющийся тренд изменения фазы позволяет определять параметры сигнала в режиме пакетной передачи данных.

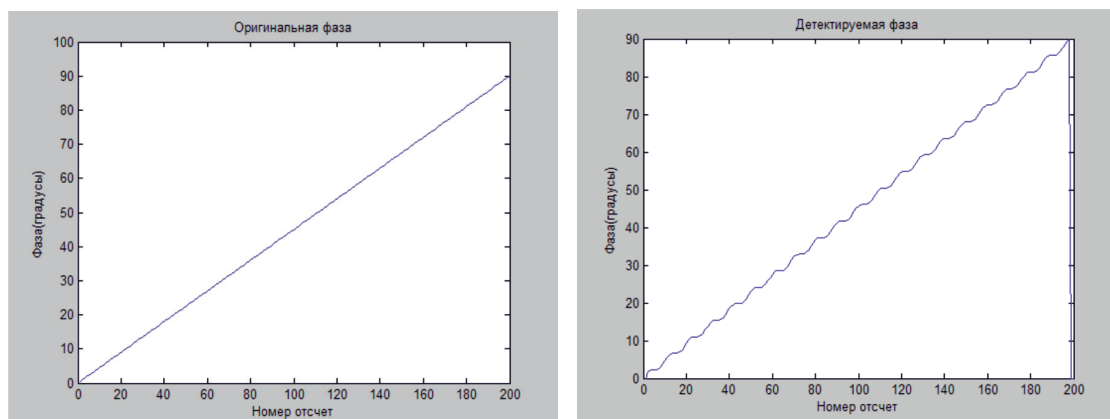


Рис. 2. Фаза сигнала и детектируемая фаза для сигнала с нарастающей фазой без помехи

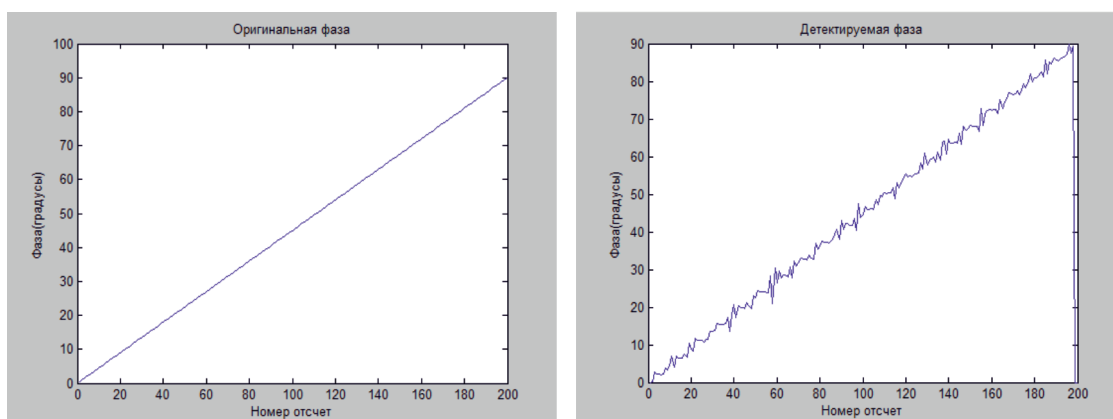


Рис. 3. Фаза сигнала и детектируемая фаза сигнала с нарастающей фазой и помехой вида «белый шум»

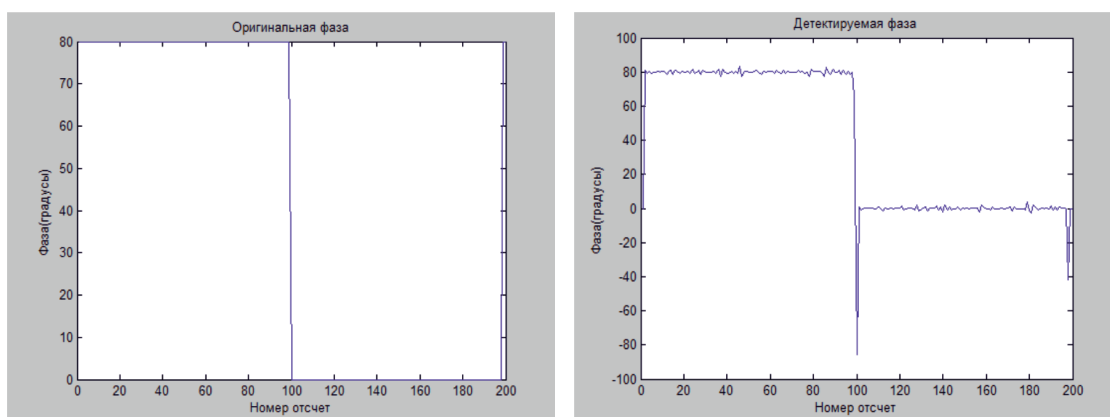


Рис. 4. Фаза сигнала и детектируемая фаза сигнала вида «ступенчатое воздействие» и помехой вида «белый шум»

Список литературы

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов [Текст] / С.И. Баскаков – М.: Высшая школа, 1988. – 448 с.
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А. Оппенгейм, Р. пер. с англ. С.А. Кулешова, под ред. А.С. Нешаева. – М.: Техносфера 2006. – 856 с.
3. Поля Г. Задачи и теоремы их анализа [Текст] / Г. Поля, Г. Сеге. – М.: Наука, 1978. – Ч. 2. отд. 6. – С. 85–90.
4. Турецкий А.Х. Теория интерполирования в задачах [Текст] / А.Х. Турецкий. – Минск: Высшая школа, 1968 – 320 с.
5. Шахматов А.В. Алгоритм цифровой демодуляции фазоманипулированных сигналов с произвольным индексом модуляции, ориентированный на использование цифрового синтезатора частоты [Текст] / А.В. Шахматов // Доклады ТУСУРа – 2011. – № 2 (24), часть 1. – С. 74–77.
6. Бакусов Л.М. Биологические вычисления: общие принципы [Текст] / Л.М. Бакусов, Б.Г. Ильясов, М.Д. Рамазанов, Ш.М. Сафин // Проблемы управления. – 2006. – № 1. – С. 61–68.
7. Захаров А.В. Алгоритмы CORDIC. Современное состояние и перспективы [Текст] / А.В. Захаров, В.М. Хачумов // Программные системы: теория и приложения. – Переславль-Залесский, 2004. – С. 353–372.
8. Абрамовиц М. Справочник по специальным функциям [Текст] / М. Абрамовиц, И. Стиган. – М.: Наука, 1979. – 832 с.
9. Сорохтин Е.М. Алгоритм цифровой демодуляции многопозиционных фазоманипулированных сигналов для реализации в программируемой логике [Текст] / Е.М. Сорохтин, М.М. Сорохтин // Исследования и разработки распределённых программных систем – Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского – 2010. – № 5 (2). – С. 389–392.
10. Croci F., Brignole M., Alboni Petal. The application of a standardized strategy of evaluation in patients with syncope referred to three Syncope Units. *Europace* 2002; 4:351–356.
11. Winkler S., Schieber M., et al. A new telemonitoring system intended for chronic heart failure patients using mobile telephone technology – feasibility study. *Int J Cardiol.* 2011; Nov 17; 153 (1):55–8.
12. Zartner P.A., Toussaint-Goetz N., Photiadis J. et al. Telemonitoring with implantable electronic devices in young patients with congenital heart diseases. *Europace.* 2012; Feb 2. – P.1030–1037.

УДК 62-231.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ШТОКА АКТУАТОРА ДЛЯ РАДИОТЕЛЕСКОПА

Мамаев И.М., Кириллов А.В., Федотов О.В., Филимонов В.Н.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: vano_33reg@mail.ru

Сравнительные экспериментальные исследования радиального биения штока актуатора и анализ его влияния на точность линейного перемещения штока были проведены в ходе ресурсных испытаний двух макетных образцов актуаторов на базе планетарных роликовинтовых исполнительных механизмов в соответствии с техническим заданием. Первый макетный образец актуатора имеет исполнительный механизм с зубчатыми венцами, изготовленными лезвийным способом обработки. Зубчатые венцы второго макетного образца получены электроэрозионным способом. Экспериментальные исследования проводились на стенде, разработанном на базе программно-аппаратного комплекса LabVIEW, позволяющего в автоматизированном режиме управлять электромеханическим приводом актуатора, снимать, обрабатывать и визуализировать данные, поступающие с датчиков положения штока. Анализ полученных экспериментальных данных позволяет предложить технико-технологические решения, направленные на уменьшение радиального биения штока и повышение точности его линейного положения.

Ключевые слова: актуатор, ролико-винтовой механизм, экспериментальные исследования, радиальное биение, точность

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE RADIAL RUNOUT OF AN ACTUATOR ROD FOR A RADIO TELESCOPE

Mamaev I.M., Kirillov A.V., Fedotov O.V., Filimonov V.N.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, e-mail: vano_33reg@mail.ru

Comparative experimental studies of the radial runout of the actuator rod and an analysis of its influence on the accuracy of the rod linear motion were carried out in the course of resource tests of two prototype actuator models based on planetary roller-screw actuators in accordance with the technical specification. The first mockup sample of the actuator has an actuator with serrated crowns made by the blade method of processing. The gear rims of the second prototype are obtained by an EDM. Experimental studies were carried out on a stand developed on the basis of the LabVIEW software and hardware complex, which allows to control the electromechanical drive of the actuator in an automated mode, to remove, process and visualize data coming from the rod position sensors. The analysis of the obtained experimental data makes it possible to propose technical and technological solutions aimed at reducing the radial runout of the rod and increasing the accuracy of its linear position.

Keywords: actuator, roller screw, experimental research, radial runout, accuracy

Назначение и описание конструкции

Для подстройки отражающей поверхности рефлектора радиотелескопа необходимы прецизионные приводы линейного перемещения (домкраты-актуаторы). Разработка и исследование актуатора для радиотелескопа дальней космической связи проводились в рамках НИОКР по заказу ФИАН им. П.Н. Лебедева (г. Москва).

Актуатор выполнен в виде компактного электромеханического привода на базе шагового двигателя с полым ротором и самотормозящегося планетарного роликовинтового исполнительного механизма ПРВМ, который преобразует угловое перемещение вала двигателя в соответствующее по точности прямолинейное перемещение штока актуатора [1].

Конструкция актуатора (рис. 1) построена по схеме ходового цилиндра. Исполни-

тельный ПРВМ состоит из винта 1, резьбовых роликов-сателлитов 2 равной длины с винтом, опорной 3 и ходовой 4 гаек, каждая из которых выполнена в виде полугайки для создания предварительного натяга в резьбовых сопряжениях. Для предотвращения проскальзывания резьб на концах резьбовых роликов нарезаны зубчатые венцы 5, входящие в зацепление с зубчатыми венцами 6 на концах винта и с неподвижным зубчатым венцом (эпициклом) 7 опорной гайки.

Полый магнитный ротор 8 шагового двигателя закреплен на коническом хвостовике винта ПРВМ и находится внутри статора 9 с обмотками. Статор зажат между двумя крышками 10 и 11 корпуса с помощью болтовых соединений. В верхней крышке имеется направляющий цилиндр 12 для прямолинейного перемещения штока 13 актуатора вместе с ходовой гайкой ПРВМ.

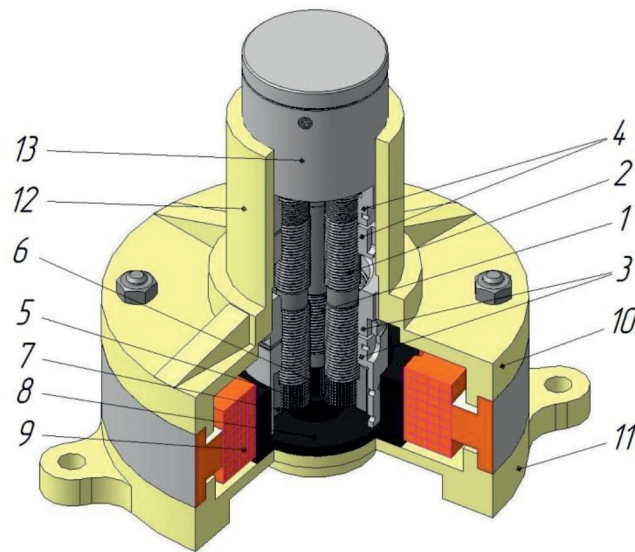


Рис. 1. Конструкция актуатора: 1 – винт, 2 – резьбовые ролики-сателлиты, 3 – опорная гайка, 4 – ходовая гайка, 5 – зубчатые венцы роликов, 6 – зубчатые венцы винта, 7 – эпицикл опорной гайки, 8 – ротор шагового двигателя, 9 – статор шагового двигателя, 10 и 11 – крышки корпуса актуатора, 12 – направляющий цилиндр, 13 – шток актуатора

Цели и задачи исследования

Качество электромеханического привода в основном определяется оптимальной структурой и точностью кинематической цепи исполнительного механизма. Зубчатые венцы ПРВМ имеют малый модуль $m = 0,3-0,4$ мм и работают при малых скоростях и нагрузках, синхронизируя планетарное движение роликов. По своему функциональному назначению ПРВМ относятся к отчетным механизмам. Поэтому из установленных стандартами норм точности определяющей для ПРВМ является кинематическая точность, которая одновременно служит основным эксплуатационным показателем исполнительного ПРВМ и прецизионного электромеханического привода в целом.

В ходе ресурсных испытаний различных макетных образцов актуаторов наряду с периодическими измерениями кинематической точности, КПД, жесткости [1], в соответствии с техническим заданием, были проведены экспериментальные исследования радиального биения штока актуатора и анализ его влияния на точность линейного перемещения штока.

Материалы и методы исследования

Для сравнительных испытаний выбраны два макетных образца актуаторов на базе ПРВМ 30x0,25x10. Оба испытуемых образца имеют средние диаметры резьб ходовой и опорной гаек 30 мм и при рабочем

ходе штока 10 мм позволяют получить за один оборот винта линейное перемещение штока равное четверти шага резьбы (0,25 мм). Вместе с тем каждый из испытуемых образцов имеет конструктивные отличия, определяющие его достоинства и недостатки. Первый – один из ранних образцов с тремя резьбовыми роликами в конструкции. Как и винт, резьбовые ролики имеют разные числа заходов резьб на ходовом и опорном участках (двухвенцовые ролики). Второй – модернизированный образец актуатора содержит в конструкции четыре резьбовых ролика с однозаходной резьбой на обоих участках и винт, у которого отсутствует резьба на ходовом участке.

Необходимость при сборке одновременно размещать длинные резьбовые ролики в ходовой и опорной гайках накладывает ограничение на конструктивные параметры механизмов с высокой редукцией, в которых перемещение ходовой гайки меньше шага резьбы. Так, в модифицированном образце актуатора собираемость конструкции обеспечивается за счет смещения резьбы на опорном участке соответствующего ролика относительно ходового в осевом направлении на величину

$$\Delta P = P(z_{30} - z_3)(i - 1)/n_p,$$

где P – шаг резьбы; z_{30} – число заходов резьбы опорной гайки; z_3 – число заходов резьбы ходовой гайки; n_p – число роликов; $i = 1, 2, \dots, n_p$ – порядковый номер ролика. Числам заходов правых резьб в формуле присваивается положительный знак, левых – отрицательный [2].

Для обоих образцов резьбы винтов и роликов изготавливались на резьбошлифовальных станках без ЧПУ. Следует заметить, что для модифицированного образца с однозаходными резьбами на роликах этот процесс менее трудоемкий и не требует повышенной квалификации станочника.



Рис. 2. Испытательный стенд: 1 – актуатор, 2 – планшайба, 3 – платформа, 4 – блок управления шаговым двигателем, 5 – датчик линейного положения, 6 – шток актуатора, 7 – система первичной обработки данных, 8 – ЭВМ, 9 – оголовок штока актуатора, 10 – линейная направляющая, 11 – кронштейн

Измерения радиального биения штока модифицированного актуатора осуществлялись на испытательном стенде (рис. 2), разработанном на базе программно-аппаратного комплекса LabVIEW [3]. Актуатор 1 установлен на планшайбе 2 массивной жесткой платформы 3. Стенд оснащен блоком управления 4 шагового двигателя, датчиком углового положения винта ПРВМ (на рис. 2 не показан), датчиком линейного положения 5 для измерения радиального биения штока 6 актуатора, системой первичной обработки данных 7 и ЭВМ 8.

Измерительный плунжер датчика линейного положения контактирует с наружной цилиндрической поверхностью оголовка 9 штока в одной точке. Датчик закреплен на подвижной каретке шариковой линейной направляющей 10, рельс которой установлен на неподвижной стойке параллельно продольной оси актуатора. Каретка линейной направляющей вместе с датчиком линейного положения приводится в движение от оголовка штока через кронштейн 11.

Управление работой стенда осуществляется виртуальным прибором, разработанным в среде графического программирования LabVIEW 2013. Блок-схема виртуального прибора состоит из трех взаимосвязанных ветвей графического кода. Первая ветвь кода отвечает за работу шагового двигателя, генерируя управляющие сигналы в соответствии с заданными начальными условиями работы шагового двигателя. Управляющие сигналы поступают в модуль NI 9401 (National Instruments, США), установленный в шасси NI cDAQ-9178. Модуль генерирует цифровой сигнал уровня TTL, поступающий в блок управления шаговым двигателям SMD-42 (ООО «НПФ Электропривод», Санкт-Петербург) и приводящий в движение шаговый двигатель ДШР-110-0,4-1,8 (ОАО «Микмар», Санкт-Петербург). Вторая ветвь кода отвечает за сбор и обработку сигналов с датчиков линейного положения МТ-2571 (Heindenhein, Германия) и углового положения ЛИР119А (СКБ «Измерительные системы», Санкт-Петербург), а также визуализацию по-

лученных данных. В третьей ветви кода производится запись данных в файл.

Измерение радиального биения штока актуатора выполнялось во всем диапазоне рабочего хода ПРВМ (10 мм) без нагрузки на штоке последовательно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через продольную ось актуатора. После снятия экспериментальных данных в одной из плоскостей, актуатор поворачивался на планшайбе на 90 градусов и эксперимент повторялся.

Линейное положение штока актуатора рассчитывалось по показаниям датчика углового положения винта ПРВМ. Для экономии ресурсов ЭВМ цикл генерации и сбора данных, поступающих на счетчики шасси, повторялся через каждые 50 мс, что при линейной скорости штока актуатора 10 мм/мин позволило получить на всем диапазоне хода массив данных из 1200 точек.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 3 видно, что радиальное биение штока модифицированного актуатора при рабочем ходе не превышает 0,014 мм. Ранее было установлено, что радиальное биение штока первого актуатора составляет 0,070...0,080 мм [1].

Повышенное радиальное биение штока первого актуатора можно объяснить, во-первых, технологической сложностью изготовления резьб двухвенцовых роликов на станке без ЧПУ по сравнению с одновенцовыми роликами модифицированного образца. Это повлекло за собой повышенные погрешности геометрических размеров резьбовых поверхностей двухвенцовых роликов. Во-вторых, за счет совершенствования технологии зубчатые венцы сопряжен-

ных деталей модифицированного актуатора изготовлены на электроэрозионном станке с более высокой степенью точности, чем при лезвийной обработке.

Радиальные биения зубчатых венцов приводят к отклонениям осей роликов в радиальном направлении δS_1 , что является причиной осевого смещения ходовой гайки δS_2 относительно номинального положения (рис. 4). В данной конструкции ПРВМ ходовая гайка 1 заодно со штоком перемещается вдоль блока винта 2 с роликами 3, представляющего, по сути, условный винт. Один конец условного винта установлен в упорном подшипнике, функции которого выполняет опорная гайка. Радиальные смещения осей роликов приводят к изменению среднего диаметра резьбы условного винта. В свою

очередь, это вызывает дополнительное осевое перемещение как блока винта с роликами относительно опорной гайки, так и ходовой гайки вместе со штоком относительно блока винта с роликами. В совокупности эти перемещения определяют погрешность осевого перемещения штока актуатора, обусловленную радиальным биением роликов. Исследованиями установлено, что эта погрешность может составлять основную долю суммарной кинематической погрешности ПРВМ без предварительного натяга в гайках. Если зазор в резьбовых сопряжениях ПРВМ выбран за счет предварительного натяга в гайках, то радиальное биение роликов оказывает значительно меньшее влияние на точность линейного перемещения штока актуатора [4–6].

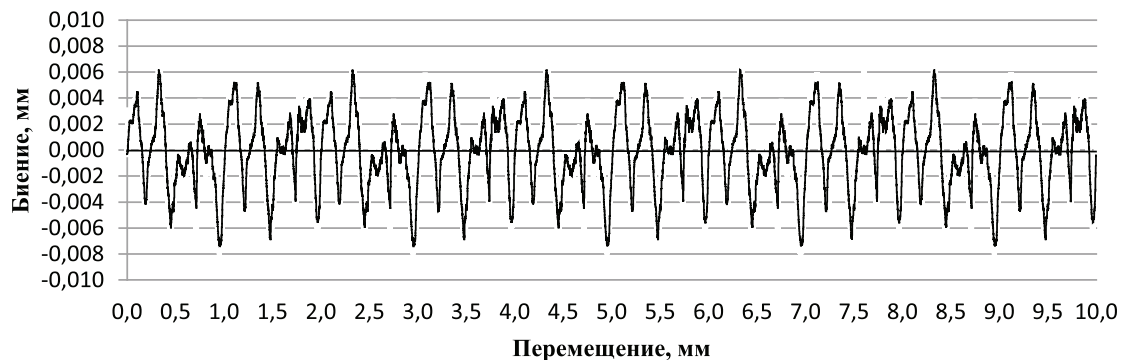


Рис. 3. График радиального биения штока актуатора

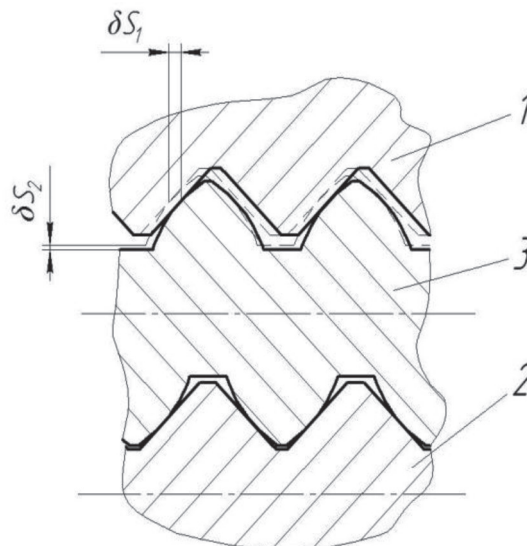


Рис. 4. Схема осевого смещения ходовой гайки при радиальном биении роликов: 1 – ходовая гайка, 2 – винт, 3 – ролики, δS_1 – отклонение осей роликов в радиальном направлении, δS_2 – осевое смещение ходовой гайки

Радиальному биению штока актуатора способствует также зазор между штоком и направляющим цилиндром. Однако при минимизации этого зазора возникают технологические сложности, связанные с изготовлением внутренней цилиндрической поверхности направляющего цилиндра большой длины с малыми допусками на отклонение размеров и форм. Кроме того, увеличиваются потери на трение в направляющей скольжения штока, то есть снижается КПД актуатора. С другой стороны, при выборке повышенного зазора между штоком и направляющим цилиндром под действием радиальной силы 650 Н, возникающей на штоке в эксплуатационных условиях, происходит изгиб блока винта с роликами, что также повышает потери на трение в сопряженных резьбах ПРВМ и может привести даже к его заклиниванию. Поэтому целесообразно не минимизировать зазор между штоком и направляющим цилиндром, а изготавливать их с оптимальными допусками, гарантирующими такой зазор в направляющей скольжения штока, при котором радиальная сила на штоке полностью уравнивается реакциями только со стороны корпуса и направляющего цилиндра.

Заключение

Совершенствование технологии изготовления резьб и зубчатых венцов ПРВМ, а также изготовление направляющей скольжения штока с оптимальными допусками позволили в 4 раза снизить радиальное биение штока модифицированного актуатора. При этом погрешность его линейного перемещения соответствует 3 классу точности согласно стандарту Part 3 ISO 3408-3, DIN.690151, вместо 5–7 классов точности, достигнутых при изготовлении более ранних образцов актуаторов [1, 4].

Перспективным техническим решением указанной проблемы может быть установ-

ка во внутренней полости направляющего цилиндра шариковой втулки, снабженной каналом рециркуляции шариков [7]. Шариковая втулка имеет большое число точек контакта выстроенных в линию шариков с наружной цилиндрической поверхностью штока актуатора и, по сути, представляет собой линейный подшипник качения большой жесткости. Замена направляющей скольжений штока на направляющую качения обеспечивает достаточную жесткость конструкции, которая позволяет передавать радиальную силу, действующую на шток, через направляющий цилиндр на корпус актуатора без снижения КПД исполнительного механизма даже при минимальном зазоре в направляющей.

Список литературы

1. Рябов К.В. Разработка и исследование актуатора для радиотелескопа с активным рефлектором / К.В. Рябов, О.В. Федотов, В.Н. Филимонов // Вестник машиностроения. – 2014. – № 6. – С. 14–20.
2. Патент 2339332 Российская Федерация, МПК А 61 В 17/66, F 16 Н 25/22, 1/34. Ортопедический аппарат остеосинтеза / Козырев В.В.; заявитель и патентообладатель Козырев Вячеслав Васильевич. – № 2006103056/14; заявл. 02.02.2006; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33 (П.ч.). – 2 с.
3. Трэвис Дж., Кринг Дж. LadVIEW для всех. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.
4. Козырев В.В. Конструкции роликовинтовых передач и методика их проектирования: учеб. пособие. – Владимир: Редакционно-издательский комплекс ВлГУ, 2004. – 102 с.
5. Козырев В.В. Исследование влияния геометрических погрешностей зубчатых венцов на кинематическую погрешность передачи с длинными резьбовыми роликами / В.В. Козырев, С.О. Худяков // Вестник машиностроения. – М.: Машиностроение, 2005. – № 8. – С. 15–19.
6. Морозов В.В. Кинематическая точность ролико-винтовых механизмов / В.В. Морозов, А.В. Жданов // Вестник машиностроения. – М.: Машиностроение, 2015. – № 3. – С. 19–25.
7. Патент на полезную модель 154534 Российская Федерация, МПК F 16 Н 1/00. Электромеханический привод поступательного перемещения / Мамаев И.М., Крылов А.В., Рябов К.В., Филимонов В.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – № 2014146824/11; заявл. 20.11.14; опубл. 27.08.15, Бюл. № 24 (П.ч.). – 2 с.

УДК 004.93'1/.8

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

¹Маркова С.В., ^{2,3}Жигалов К.Ю.

¹Московский университет МВД им. В.Я. Кикотя, Москва;

²Институт проблем управления Российской академии наук, Москва;

³НОУ ВО Московский технологический институт, Москва, e-mail: kshakalov@mail.ru

Нейронная сеть представляет собой математическую модель и ее воплощение в виде программной либо программно-аппаратной реализации, которая выполнена на основе моделирования деятельности биологических нейронных сетей, которыми являются сети нейронов в биологическом организме. Научный интерес к данной структуре возник потому, что исследование ее модели позволяет получать информацию о некоторой системе. То есть подобная модель может иметь практическую реализацию в ряде отраслей современной науки и техники. В статье рассматриваются вопросы, затрагивающие тему применения нейронных сетей для построения систем идентификации изображений, имеющих широкое применение в системах обеспечения безопасности. Подробно исследованы вопросы, связанные с темой алгоритма распознавания изображения и его применения. Кратко приведена информация о методике обучения нейронных сетей.

Ключевые слова: нейронные сети, обучение с помощью нейронных сетей, распознавание изображений, парадигма локального восприятия, системы безопасности

NEURAL NETWORK APPLICATION FOR PURPOSES OF RECOGNITION OF IMAGES

¹Markova S.V., ^{2,3}Zhigalov K.Yu.

¹Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia, Moscow;

²V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow;

³Moscow Technological Institute, Moscow, e-mail: kshakalov@mail.ru

A neural network is a mathematical model and its embodiment in the form of software or software and hardware implementation, which is based on modeling the activities of biological neural networks, which are networks of neurons in a biological organism. The scientific interest in this structure has arisen from the fact that the study of the model allows to obtain information about a system. That is, such a model can have practical implementation in several branches of modern science and technology. In the article the questions touching on a theme of application of neural networks for construction of systems of identification of the images, having wide application in systems of maintenance of safety are considered. The questions connected with the theme of the algorithm of image recognition and its application are studied in detail. Brief information is given on the method of training neural networks.

Keywords: neural networks, training by using of neural networks, image understanding, a paradigm of local perception, a security arrangement

На сегодняшний день технологический и научно-исследовательский прогресс охватывает все новые горизонты, стремительно прогрессируя. Один из них – это моделирование окружающего естественного мира при помощи математических алгоритмов. В данном аспекте существуют тривиальные, например моделирование колебаний моря, и крайне сложные, нетривиальные, многокомпонентные задачи, например моделирование функционирования человеческого мозга. В процессе исследования данного вопроса было выделено отдельное понятие – нейронная сеть. Нейронная сеть представляет собой математическую модель и ее воплощение в виде программной либо программно-аппаратной реализации, которая выполнена на основе моделирования деятельности биологических нейронных сетей, которыми являются сети нейронов в биологическом организме. Научный интерес к данной структуре возник потому,

что исследование ее модели позволяет получать информацию о некоторой системе. То есть подобная модель может иметь практическую реализацию в ряде отраслей современной науки и техники.

Краткая история развития нейронных сетей

Стоит отметить, что изначально понятие «нейронная сеть» берет свое начало в работе американских математиков, нейролингвистов и нейропсихологов У. Маккалока и У. Питтса (1943 г.), где авторы впервые упоминают о ней, дают ей определение и производят первую попытку построения модели нейронной сети [1]. Уже в 1949 г. Д. Хебб предлагает первый алгоритм обучения. Далее был ряд исследований в области нейронного обучения, и первые рабочие прототипы появились примерно в 1990–1991 гг. прошлого столетия. Тем не менее вычислительных мощностей оборудования

того времени не хватало для достаточно быстрой работы нейронных сетей. К 2010 году мощности GPU видеокарт сильно увеличились и появилось понятие программирования непосредственно на видеокартах, что существенным образом (в 3–4 раза) увеличило производительность компьютеров. В 2012 г. нейросети впервые победили на чемпионате ImageNet, чем и ознаменовалось их дальнейшее бурное развитие [2, 3] и появление термина Deep Learning.

В современном мире нейронные сети имеют колоссальный охват, ученые считают исследования, проводимые в области изучения поведенческих особенностей и состояний нейронных сетей, крайне перспективными. Перечень областей, в которых нейронным сетям нашлось применение, огромен. Это и распознавание и классификация образов, и прогнозирование, и решение аппроксимационных задач, и некоторые аспекты сжатия данных, анализа данных и, конечно, применение в системах безопасности различного характера.

Исследование нейронных сетей сегодня активно происходит в научных сообществах разных стран. При подобном рассмотрении она представлена в качестве частного случая ряда методов распознавания образов, дискриминантного анализа, а также методов кластеризации.

Следует также отметить, что в течение последнего года на стартапы в области систем распознавания изображений было выделено финансирование более чем за предыдущие 5 лет [4], что говорит о достаточно большой востребованности данного типа разработок на конечном рынке.

Применение нейронных сетей для распознавания изображений

Рассмотрим стандартные задачи, решаемые нейронными сетями в приложении к изображениям [4]:

- идентификация объектов;
- распознавание частей объектов (например, лиц, рук, ног и т.д.);
- семантическое определение границ объектов (позволяет оставлять только границы объектов на картинке);
- семантическая сегментация (позволяет разделять изображение на различные отдельные объекты);
- выделение нормалей к поверхности (позволяет преобразовывать двумерные картинки в трехмерные изображения);
- выделение объектов внимания (позволяет определять то, на что обратил бы внимание человек на данном изображении).

Стоит отметить, что задача распознавания изображений имеет яркий характер,

решение данной задачи является сложным и неординарным процессом. При выполнении распознавания в качестве объекта может быть человеческое лицо, рукописная цифра, а также множество других объектов, которые характеризуются рядом уникальных признаков, что существенно осложняет процесс идентификации.

В настоящем исследовании будет рассмотрен алгоритм создания и обучения распознаванию рукописных символов нейронной сети. Изображение будет считано одним из входов нейронной сети, а один из выходов будет задействован для вывода результата.

На данном этапе необходимо кратко остановиться на классификации нейронных сетей. На сегодняшний день основных видов три [5]:

- сверточные нейронные сети (CNN);
- рекуррентные сети (deep learning);
- обучение с подкреплением.

Один из наиболее частых примеров построения нейронной сети – это классическая топология нейронной сети. Такая нейронная сеть может быть представлена в качестве полносвязного графа, характерной ее чертой является прямое распространение информации и обратное распространение сигнализации об ошибке. Данная технология не обладает рекурсивными свойствами. Иллюстративно нейронную сеть с классической топологией можно изобразить на рис. 1.

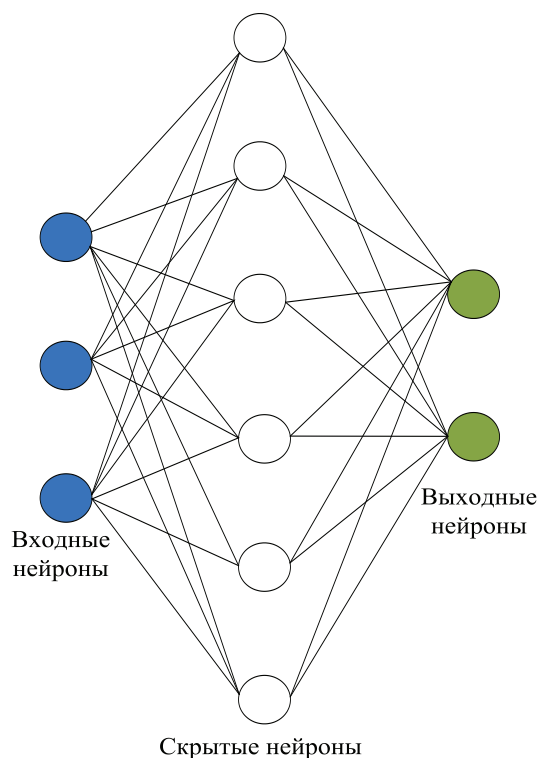


Рис. 1. Нейронная сеть с простейшей топологией

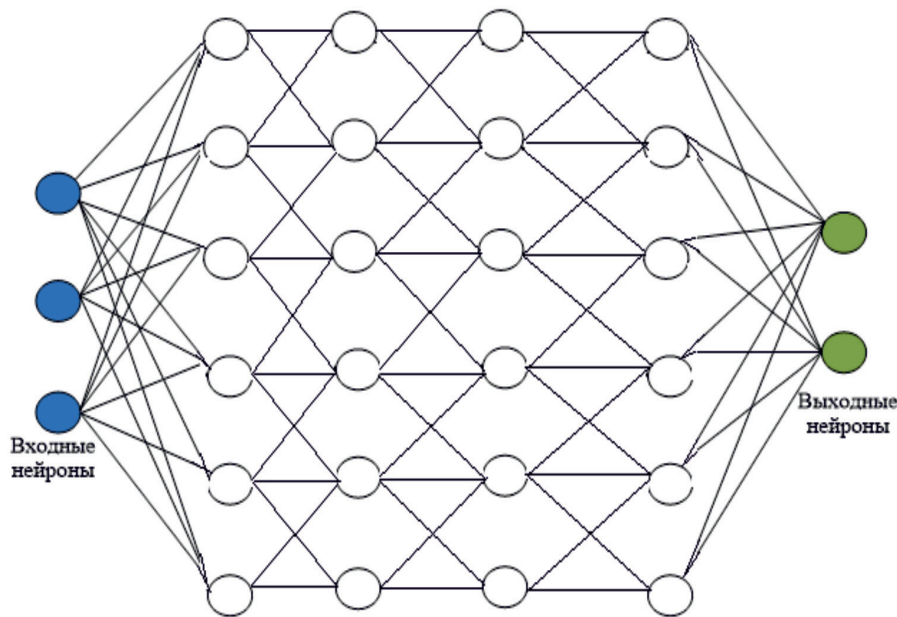


Рис. 2. Нейронная сеть с 4-мя слоями скрытых нейронов

Один из явно существенных минусов данной топологии сети – избыточность. За счет избыточности при подаче данных в виде, например, двумерной матрицы на вход можно получить одномерный вектор. Так, для изображения рукописной латинской буквы, описанной при помощи матрицы размером 34×34 , потребуется 1156 входов. Это говорит о том, что вычислительные мощности, затрачиваемые на реализацию программно-аппаратного решения данного алгоритма окажутся слишком большими.

Проблема была решена американским ученым Яном Ле Куном, который провел анализ работ лауреатов Нобелевской премии в области медицины T. Wiesel и D. Hubel [1, 5, 6]. В рамках исследования, проведенного ими, в качестве объекта исследования выступила зрительная кора головного мозга кошки. Анализ результатов показал, что в коре присутствует ряд простых клеток, а также ряд сложных клеток. Простые клетки реагировали на полученное от зрительных рецепторов изображение прямых линий, а сложные – на поступательное движение в одном направлении. В результате был выработан принцип построения нейронных сетей, называемый сверточным. Идея данного принципа заключалась в том, что для реализации функционирования нейронной сети используется чередование сверточных слоев, которые принято обозначать *C – Layers*, субдискретизирующих слоев *S – Layers* и полносвязных слоев *F – Layers* на выходе из нейронной сети.

В основе построения сети подобного рода лежат три парадигмы – это парадигма локального восприятия, парадигма разделяемых весов и парадигма субдискретизации.

Суть парадигмы локального восприятия заключается в том, что на каждый входной нейрон подается не вся матрица изображения, а ее часть. Остальные части подаются на другие входные нейроны. В данном случае можно наблюдать механизм распараллеливания, при помощи подобного метода можно сохранять топологию изображения от слоя к слою, многомерно обрабатывая его, то есть в процессе обработки может использоваться некоторое множество нейронных сетей.

Парадигма разделяемых весов говорит о том, что для множества связей может быть использован небольшой набор весов. Данные наборы имеют также название «ядра». Для конечного результата обработки изображений можно сказать, что разделяемые веса положительно влияют на свойства нейронной сети, при исследовании поведения которой повышается способность нахождения инвариантов в изображениях и фильтровать шумовые компоненты, не производя их обработку.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что при применении процедуры свертывания изображения на базисе ядра явится выходное изображение, элементы которого будут главной характеристикой степени соответствия фильтру, то есть произойдет генерация карты признаков. Данный алгоритм приведен на рис. 3.

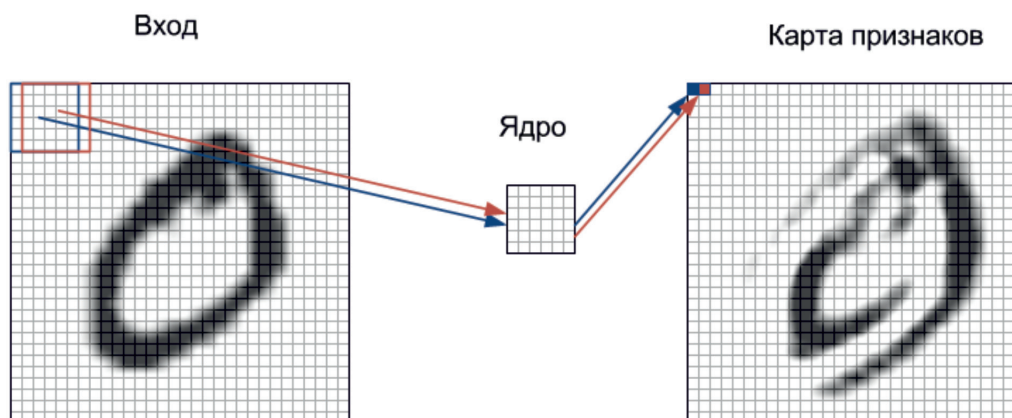


Рис. 3. Алгоритм генерации карты признаков

Парадигма субдискретизации состоит в том, что происходит уменьшение входного изображения за счет уменьшения пространственной размерности его математического эквивалента – n -мерной матрицы. Необходимость субдискретизации выражается в инвариантности к масштабу исходного изображения. При применении методики чередования слоев появляется возможность генерации новых карт признаков из уже имеющихся, то есть практическая реализация данного метода заключается в том, что будет приобретена способность вырождения многомерной матрицы в векторную, а затем и вовсе в скалярную величину.

Реализация обучения нейронной сети

Существующие сети делятся на 3 класса архитектур с точки зрения обучения:

- обучение с учителем (перцептон);
- обучение без учителя (сети адаптивного резонанса);
- смешанное обучение (сети радиально-базисных функций).

Один из наиболее важных критериев оценки работы нейронной сети в случае распознавания изображения – это качество распознавания изображений. Стоит отметить, что для количественной оценки качества распознавания изображения при помощи функционирования нейронной сети чаще всего применяется алгоритм средне-квадратической ошибки [6]:

$$E^p = \frac{1}{2} (D^p - o(I^p, W))^2 \quad (1)$$

В данной зависимости E^p – p -ая ошибка распознавания для пары нейронов,

D^p – ожидаемый выходной результат нейронной сети (обычно сеть должна стремиться к распознаванию на 100%, но

этого на практике пока не происходит), а конструкция $O(I^p, W)$ – квадрат выхода сети, который зависит от p -ого входа и набора коэффициентов веса W . В данную конструкцию входят и ядра свертки, и весовые коэффициенты всех слоев. Просчет ошибки заключается в вычислении среднего арифметического значения для всех пар нейронов.

В результате анализа была выведена закономерность, что номинальное значение веса, когда значение ошибки будет минимальным, можно рассчитать исходя из зависимости (2):

$$W_{\min} = W_c - \left(\frac{d^2 E(W_c)}{dW^2} \right)^{-1} \frac{dE(W_c)}{dW} \quad (2)$$

Из данной зависимости можно сказать, что задача вычисления оптимального веса есть арифметическая разность производной функции первого порядка ошибки по весу, разделенная на производную функции ошибки второго порядка [5].

Приведенные зависимости дают возможность тривиального вычисления ошибки, которая находится в выходном слое. Вычисление ошибки в скрытых слоях нейронов можно реализовать при помощи метода обратного распространения ошибки. Основная идея метода заключается в распространении информации, в виде сигнализации об ошибке, от выходных нейронов к входным, то есть по направлению, обратному по отношению к распространению сигналов по нейронной сети [6].

Стоит также отметить, что обучение сети производится на специально подготовленных базах изображений, классифицированных на большое количество классов, и занимает достаточно большое время.

На сегодняшний день крупнейшей базой является ImageNet (www.image_net.org) [6]. Она имеет бесплатный доступ для академических учреждений.

Заключение

В результате вышеизложенного стоит отметить, что нейронные сети и алгоритмы, реализованные на принципе их функционирования, могут находить свое применение в системах распознавания дактилоскопической карты для органов внутренних дел. Часто именно программная компонента программно-аппаратного комплекса, направленного на распознавание такого уникального сложного изображения, как рисунок, являющийся идентификационными данными, решает возложенные на нее задачи не в полной мере. Программа, реализованная на базе алгоритмов, в основу которых входит нейронная сеть, будет значительно эффективнее.

Подводя итог можно резюмировать следующее:

- нейронные сети могут находить применение, как в вопросе распознавания изображений, так и текстов;
- данная теория дает возможность говорить о создании нового перспективного класса моделей, а именно моделей на основе интеллектуального моделирования;
- нейронные сети способны к обучению, что говорит о возможности оптимизации процесса из функционирования. Такая возможность является крайне важной опцией для практической реализации алгоритма;
- оценка алгоритма распознавания образов при помощи исследования нейронной сети может иметь количественное значение, соответственно, имеются механизмы подстройки параметров до необходимого значения за счет вычисления нужных весовых коэффициентов.

На сегодняшний день, дальнейшее исследование нейронных сетей представляется перспективной областью исследования, которая будет успешно применяться в еще большем количестве отраслей науки и техники, а также деятельности человека. Основной упор в развитии современных систем распознавания сейчас сдвигается в область семантической сегментации 3D изображений в геодезии, медицине, прото-

типировании и прочих сферах деятельности человека – это достаточно сложные алгоритмы и это связано:

- с отсутствием достаточного количества баз данных эталонных изображений;
- отсутствие достаточного количества свободных экспертов для первоначального обучения системы;
- изображения хранятся не в пикселях, что требует дополнительных ресурсов как от компьютера, так и от разработчиков.

Следует также отметить, что на сегодняшний день существует большое количество стандартных архитектур построения нейронных сетей, что существенно облегчает задачу построения нейронной сети с нуля и сводит ее к подбору подходящей конкретной задаче структуре сети.

В настоящее время на рынке существует достаточно большое количество инновационных компаний, занимающихся распознаванием изображений с использованием нейросетевых технологий обучения системы. Доподлинно известно, что они достигли точности распознавания изображений в районе 95 % при использовании базы данных в 10 000 изображений. Тем не менее все достижения относятся к статичным изображениям, с видеорядом в настоящий момент все гораздо сложнее.

Список литературы

1. Yann LeCun, J.S. Denker, S. Solla, R.E. Howard and L. D. Jackel: Optimal Brain Damage, in Touretzky, David (Eds), *Advances in Neural Information Processing Systems 2* (NIPS*89). – 2000. – 100 p.
2. Жигалов К.Ю. Методика фотореалистичной векторизации данных лазерной локации с целью дальнейшего использования в ГИС // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2007. – № 6. – С. 285–287.
3. Ranzato Marc'Aurelio, Christopher Poultney, Sumit Chopra and Yann LeCun: Efficient Learning of Sparse Representations with an Energy-Based Model, in J. Platt et al. (Eds), *Advances in Neural Information Processing Systems* (NIPS 2006). – 2010. – 400 p.
4. Жигалов К.Ю. Подготовка техники к использованию в системах автоматизированного управления строительства автодорог // *Естественные и технические науки*. – М., 2014. – № 1 (69). – С. 285–287.
5. Y. LeCun and Y. Bengio: Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series, in Arbib, M. A. (Eds) // *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*. – 2005. – 150 p.
6. Y. LeCun, L. Bottou, G. Orr and K. Muller: Efficient BackProp, in Orr, G. and Muller K. (Eds) // *Neural Networks: Tricks of the trade*. – 2008. – 200 p.

УДК 004.4'236/.588

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ»

Морозова Н.В., Эркенова М.У.

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия»,
Черкесск, e-mail: nadja_19_09@mail.ru*

Настоящая статья посвящена разработке виртуального информационного учебного пособия по дисциплине «Структуры и алгоритмы» для обучающихся по направлениям подготовки 09.03.03 Прикладная информатика и 09.03.04 Программная инженерия. Виртуальное информационное пособие представляет собой сайт, созданный в системе управления контентом CMS MODx. В качестве инструментальных средств для создания виртуального учебного пособия применялись язык веб-программирования php, СУБД MySQL, веб-сервер Apache, каскадные таблицы стилей css. Это пособие позволит обучающимся лучше усвоить материал, подготовиться к самостоятельным работам, а также закрепить знания, умения, навыки, полученные из теоретического курса дисциплины. Сайт создан сначала на локальном сервере и после перенесен на сервер хостинг-провайдера. Для сайта был создан свой дизайн, были заполнены основные информационные разделы, созданы страницы, заполнены вкладки, добавлен контент, поиск по сайту. Для посетителя сайта разработка авторов является максимально простой, интуитивной и предназначенной для возможности быстрого поиска информации. Простота, удобство в работе с системой справедливо и для пользователя или администратора сайта, которому предстоит в будущем добавлять новые разделы, блоки при разработке шаблона. Сайт позволяет легко наращивать дополнительный функционал, размещать новую информацию, подключать новые разделы.

Ключевые слова: виртуальное, информационное, алгоритмы, структура

DEVELOPMENT OF VIRTUAL INFORMATION EDUCATIONAL HANDBOOK ON DISCIPLINE «STRUCTURES AND ALGORITHMS»

Morozova N.V., Erkenova M.U.

The Federal State Budget Educational Institution Higher Education North Caucasus State Humanities and Technology Academy, Cherkessk, e-mail: nadja_19_09@mail.ru

This article is devoted to the development of a virtual information manual on the discipline «Structures and algorithms» for students in the areas of training 09.03.03 Applied Informatics and 09.03.04 Software Engineering. A virtual information aid is a site created in the content management system CMS MODx. As a tool for creating a virtual tutorial, the web programming language php, MySQL DBMS, Apache web server, cascading style sheets css were used. This manual will allow learners to better learn the material, prepare for independent work, and also to consolidate knowledge, skills, habits, obtained from the theoretical course of discipline. The site was created first on the local server and after it was transferred to the server of the hosting provider. For the site, its design was created, the main information sections were filled, pages were created, tabs were added, and the site search was added. For the visitor of the site, our development is as simple as possible, intuitive and designed for the ability to quickly find information. Simplicity, convenience in working with the system is also true for the user or administrator of the site, who will have to add new sections and blocks in the future when developing the template. The site allows you to easily increase additional functionality, post new information, connect new sections.

Keywords: virtual, information, algorithms, structure

Дистанционное обучение в образовательном учреждении предполагает как посещение аудиторных занятий, так и самостоятельную работу. Технологии дистанционного обучения в образовании применяются для представления, передачи, хранения и обработки информации.

В процессе обучения важную роль играют технологии передачи информации от преподавателя к студенту [1].

Создание электронных учебников позволяет студентам получить доступ к обучающим материалам преподавателя из любой удаленной точки. Технологии дистанционного обучения позволяют наглядно представить теоретический материал [2].

Компьютерные программы применяют в учебном процессе и во время взаимодей-

ствия с обучаемым [3, с. 18]. Компьютерная учебная программа может входить в состав автоматизированной обучающей системы или быть создана с применением инструментальных средств.

С развитием технологий обучения в среде Интернет появляются сетевые программно-методические комплексы, включающие кроме учебно-методического материала (учебного пособия, руководства по изучению дисциплины, тестов, практикумов и т.п.) и возможность дистанционного взаимодействия между участниками учебного процесса (через электронную почту, форумы) [3, с. 42]. Важнейшим элементом данной технологии становится программное обеспечение [4, 5] и, в частности, педагогические программные сред-

ства – компьютерные учебные программы, программы поддержки текущей деятельности преподавателя, инструментальные программы, программы управления процессом обучения.

Разработка сетевых информационных электронных пособий по дисциплинам и их использование в системе образования приобретает особую актуальность.

Электронные пособия позволяют самостоятельно, без помощи преподавателя, не только получить образовательную информацию и найти ответы на интересующие пользователя вопросы, но и наглядно представить её, донести до студента, визуализировать мысли, знания, облегчая тем самым процесс обучения. Электронные учебные пособия могут быть созданы с помощью алгоритмических языков, инструментальных средств общего назначения, средств мультимедиа, гипертекстовых и гипермедиа средств.

Цель исследования

Целью данной работы является создание виртуального информационного учебного пособия по дисциплине «Структуры и алгоритмы», чтобы студенты могли эффективно приобретать необходимые знания и навыки по этой дисциплине без негативных последствий для физического и психического здоровья со стороны компьютера и интернета.

Реализация данной цели требует решения следующих задач:

- изучить основные принципы создания и средства реализации электронных учебников;
- изучить средства для разработки сайта: языки HTML, PHP; СУБД MySQL, Web-сервер Apache, функциональные возможности CMS MODx;
- провести сравнительный обзор систем управления контентом;
- разработать структуру и выполнить дизайн виртуального информационного учебного пособия;
- составить методическое руководство по работе с пособием;
- разместить сайт в сети Интернет.

В процессе создания виртуального информационного учебного пособия были использованы материалы учебно-методического комплекса по дисциплине «Структуры и алгоритмы» (лекции, лабораторные работы, видеоуроки, вопросы к зачету и экзамену, требования по оформлению курсовой работы, дистрибутивы программ). Этот курс относится к блоку обязательных дисциплин для обучения студентов по направлениям подготовки 09.03.03 Прикладная информатика и 09.03.04 Программная

инженерия. Преподавание курса направлено на формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков применения базовых алгоритмов обработки информации к решению прикладных задач. В конце курса, для закрепления полученных знаний по дисциплине «Структуры и алгоритмы», студенты прошли тестирование по всему пройденному лекционному материалу, выполнили расчетно-графические, лабораторные работы и сдали экзамен.

В качестве программной оболочки для реализации виртуального информационного пособия в виде сайта была выбрана CMS MODx. ModX проявляет свои замечательные возможности, когда вы хотите создать уникальный веб-сайт с активными страницами, которые вы проектируете сами [6].

Существуют четыре этапа создания сайта: создание дизайна, верстка страниц, создание движка (написание скриптов), размещение в интернете [7, с. 6]. Верстка страниц – это процесс преобразования картинка, которую нарисовали вы или дизайнер в HTML и CSS код [7, с. 9]. После того как сайт полностью готов, его нужно разместить в интернете, для того чтобы его увидели пользователи глобальной сети [7, с. 11].

Сначала был создан веб-сайт на базе статических HTML страниц, но для обновления информации в разделах сайта, визуального представления, добавления новых страниц в меню каждая страница требовала редактирования кода и обновления вручную, что создавало неудобство и отнимало много времени. Поэтому структура представления сайта была изменена посредством панели администратора системы управления контентом «CMS MODx». При помощи CSS были заданы точные характеристики практически всех элементов Web-страницы. Внедрение в HTML программ на языке JavaScript позволит «оживить» Web-страницу, сделать ее интерактивной. Используя PHP, можно изменять HTML-код, получаемый Web-браузером, в зависимости от вводимых пользователем данных, типа и версии используемого Web-браузера и других факторов [8, с. 18]. Все поступившие данные записываются в БД и одновременно отправляются на электронную почту администраторов, для обеспечения обратной связи со студентами. Поддержка единого шаблона обеспечила возможность одновременного внесения изменений в оформление, сделав веб-ресурс более гибким и удобным в использовании как пользователями, так и администраторами.

Разрабатываемый сайт состоит из следующих страниц: главная, РГР, лекции по направлению подготовки ПИЮ, ПИЭ, лекции по направлению подготовки Программная инженерия, лабораторные работы по направлению подготовки Программная инженерия, вопросы к зачету, задания к контрольной работе, выполнение курсовых работ, вопросы к экзамену, список литературы, программы (дистрибутивы), дополнительные материалы (видеоуроки и презентации к лекциям). Шаблон главной страницы сайта показан на рис. 1. Код данного сайта целиком и полностью написан в html с использованием MODx. Чтобы просмотреть сайт, пользователю необходимо иметь компьютер, модем, выход в интернет. Первая страница, на которую попадает пользователь, называется главной (рис. 2). Как и планировалось на этапе постановки задачи, сайт содержит форму поиска, навигационное меню.

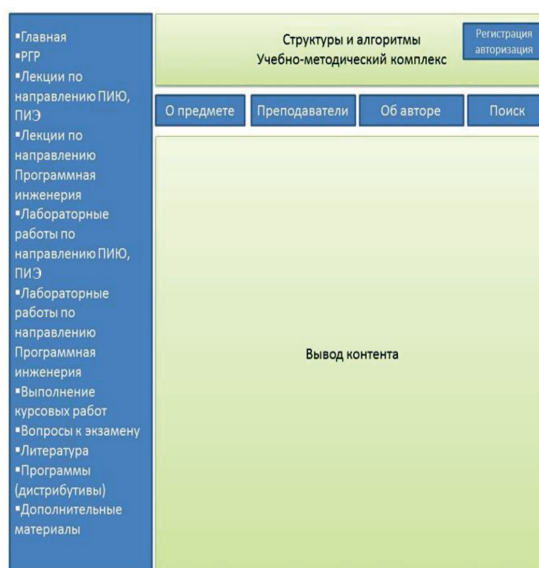


Рис. 1. Шаблон главной страницы сайта

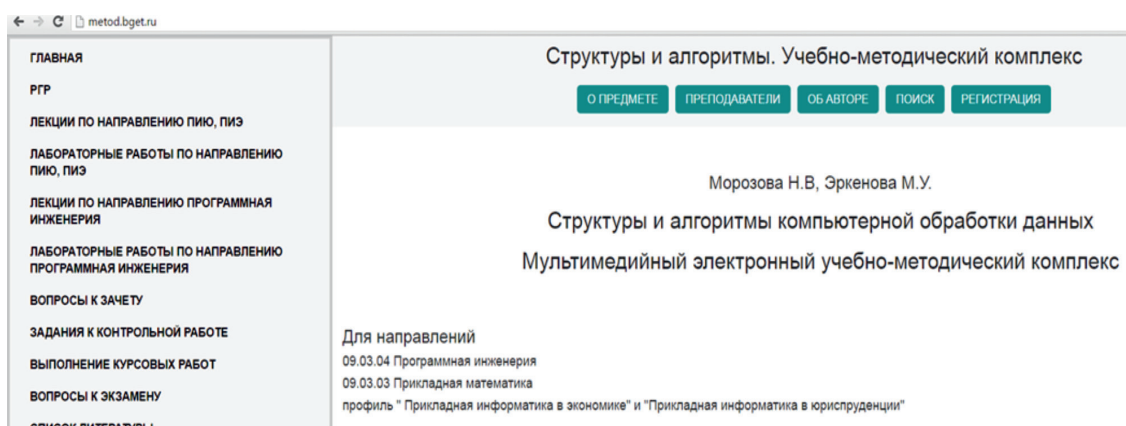


Рис. 2. Главная страница сайта

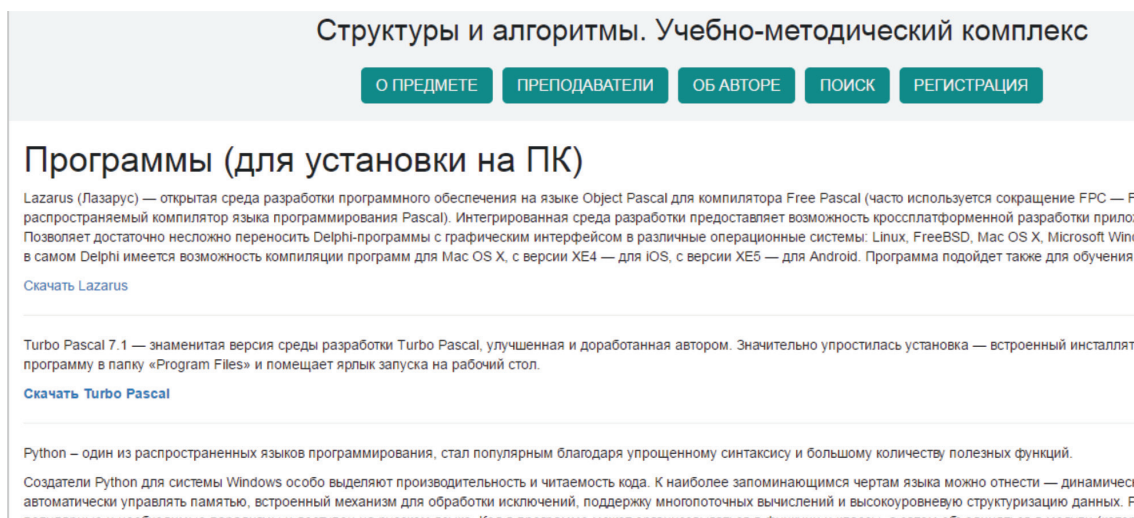


Рис. 3. Страница «Программы»

На рис. 3 представлена страница «Программы (дистрибутивы)». Здесь содержатся программы для установки на ПК. На странице «Дополнительные материалы» содержатся видеуроки по Turbo Pascal.

Вид регистрационной формы для нового пользователя показан на рис. 4. Для того чтобы получить доступ к обучению на сайте необходимо зарегистрироваться в системе. Переход на страницу регистрации осуществляется щелчком по ссылке «Регист-

рация» в правой части страницы. Открывается форма регистрации. Пользователь должен заполнить все поля формы и нажать на кнопку «Регистрация». Программа проверяет наличие введенного логина в базе данных. Логин должен быть уникальным. При успешной проверке происходит регистрация, и данные из формы записываются в базу данных. Теперь пользователь может войти в систему, просто осуществив ввод логина и пароля в левой части формы.

Рис. 4. Вид регистрационной формы

Рис. 5. Страница сайта для прохождения тестирования

Для реализации виртуального информационного пособия в виде сайта были выбраны средства для разработки сайта: языки HTML, PHP; СУБД MySQL, Web-сервер Apache, в качестве программной оболочки – CMS MODx. Сайт создан сначала на локальном сервере и после перенесен на сервер хостинг-провайдера. Для сайта был создан свой дизайн, были заполнены основные информационные разделы, созданы страницы, заполнены вкладки, добавлен контент, поиск по сайту. После тестирования сайта на хостинге подтвердилось предположение, что сайт будет быстро загружаться. Авторы получили в итоге приятный дизайн, быструю загрузку сайта, логичный и необходимый функционал.

Выводы

В данной работе создано виртуальное информационное учебное пособие в помощь преподавателям и студентам Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии, предназначенное для компьютерного изучения теоретического курса «Структуры и алгоритмы». Пособие позволит обучающимся лучше усвоить материал, подготовиться к самостоятельным работам, а также закрепить знания, умения, навыки, полученные из теоретического курса дисциплины. Для проверки усвоенных знаний существует специально разработанный тест. Зарегистрированные пользователи могут проходить тест онлайн (рис. 5).

Главные преимущества электронной формы представления учебной информации для самостоятельной работы студентов – это компактность, большие выразительные возможности в представлении учебного материала (видео, виртуальная реальность), интерактивность, низкая стоимость. Электронное пособие обеспечивает проведение занятий различного типа, а также самостоятельное изучение учебного курса [9].

Для посетителя сайта наша разработка является максимально простой, интуитивной и предназначенной для возможности

быстрого поиска информации. Простота, удобство в работе с системой справедливо и для пользователя или администратора сайта, которому предстоит в будущем добавлять новые разделы, блоки при разработке шаблона. Сайт позволяет легко наращивать дополнительный функционал, размещать новую информацию, подключать новые разделы.

Список литературы

1. Майстренко А.В. Информационные технологии в науке, образовании и инженерной практике [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 220100, 230400, 240700, 260100, всех форм обучения / Майстренко А.В., Майстренко Н.В. – Электрон. текстовые данные. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. – 97 с.
2. Рогачев А.Ф., Процюк М.П. Проблемы моделирования экономической эффективности в экономике знаний / А.Ф. Рогачев, М.П. Процюк // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2013. – № 4 (131). – С. 189–195.
3. Кручинин В.В. Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Кручинин, Ю.Н. Тановицкий, С.Л. Хомич. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 154 с.
4. Исаев И.В., Рогачев А.Ф. Проблемы ранжирования функциональных характеристик интерфейса системы поддержки принятия решений в сфере эколого-экономического менеджмента / И.В. Исаев, А.Ф. Рогачев // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9–3. – С. 560–564.
5. Гагарин А.Г. Опыт создания прикладного программного обеспечения: монография / А.Г. Гагарин, А.Ф. Рогачев; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Департамент науч.-технологической политики и образования, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Волгоградская гос. с.-х. акад. – Волгоград, 2011. – 192 с.
6. Введение в CMS MODx [Электронный ресурс] // Документация по CMS MODx: сайт, 2013. – URL: <http://modx4you.ru/modx-documents/intro.html> (дата обращения 20.05.2017).
7. Русаков М. Как сделать сайт-визитку своими руками / М. Русаков. – Интернет-издание, 2016. – 172с.
8. Прохоренок Н.А. HTML, JavaScript, PHP и MySQL. Джентльменский набор Web-мастера / Н.А. Прохоренок. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 912 с.
9. Факторные модели оценки финансово-экономической эффективности организации / Ф.М.-Г. Топсahalова [и др.]. – М.: «Перо», 2015. – 204 с.

УДК 62-531.7

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ В БУРОВОМ ИНСТРУМЕНТЕ С РАЗНОВАРАЩАЮЩИМИСЯ БУРОВЫМИ КОРОНКАМИ

Пищухин А.М.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: pishchukhin55@mail.ru

Работа посвящена исследованию фрикционных автоколебаний, возникающих в новой конструкции бурового инструмента с двумя буровыми коронками – кольцевой и круговой, вращающимися в разные стороны. Такая конструкция позволяет снять реактивный момент со шланга при шланго-кабельном бурении, более устойчиво держит направление разбуривания и меньше нагружает стенки скважины. Механизм возникновения автоколебаний связан с тем, что сила трения покоя выше силы резания породы, поэтому возникают колебания типа «stick-slip» («прилипание-скольжение»). Имеющаяся в литературе постановка задачи, представляющей смычковые музыкальные инструменты, была адаптирована для исследования крутильных колебаний в буровом инструменте. При этом дополнительным отличием разработанной модели является наличие сил трения, приложенных к обоим элементам колеблющейся двухмассовой системы. С помощью метода А.А. Воронова показано, что дополнительная сила трения смещает фазовый график кольцевой буровой коронки в зависимости от направления угловой скорости ее колебаний. Дальнейшее исследование подтвердило возможности управляемого изменения спектра возникающих автоколебаний, путем изменения соотношения и геометрии расположения масс элементов конструкции, жесткости соединений этих элементов, коэффициента демпфирования, а также скорости вращения с целью конструктивной оптимизации рассматриваемого бурового инструмента и повышения его динамических характеристик. Компьютерное моделирование подтвердило возникновение устойчивых колебаний.

Ключевые слова: фрикционные автоколебания, разнотвращающиеся буровые коронки, крутильные колебания, буровой инструмент, полигармонические колебания

THE STUDY OF SELF-OSCILLATIONS IN THE DRILLING TOOL WITH ROTATING IN OPPOSITE DIRECTIONS DRILL BITS

Pischukhin A.M.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: pishchukhin55@mail.ru

Work is devoted to research of frictional self-oscillations of the drilling tool in the emerging new design with two drill bits – ring and circular, rotating in opposite directions. This design allows you to remove the reactive torque from the hose when the hose-cable drilling more stable holding drilling direction and less load on the borehole wall. The mechanism of occurrence of oscillation due to the fact that the force of static friction higher cutting forces breed, and there are fluctuations in the type of «stick-slip». Available in the literature statement of the problem, which represents stringed musical instruments, has been adapted for the study of torsional vibrations in the drilling tool. This additional feature of the developed model is the presence of friction forces applied to both elements of the two-mass vibrating system. With Voronov AA method It shows that the additional frictional force shifts the phase graph of the ring drill bit depending on the direction of the angular velocity of its oscillations. Further study confirmed the possibility of changes in the spectrum managed oscillations occurring by changing the ratio of mass and geometry of the arrangement, the rigidity of the compounds of structural elements, the damping coefficient, as well as the speed of rotation with a view to optimizing the structural considered drilling tool and increase its dynamic characteristics. Computer modeling has confirmed the occurrence of stable oscillation.

Keywords: frictional self-oscillations, rotating in opposite directions drill bits, torsional oscillations, drilling tools, polyharmonic fluctuations

В технических устройствах со сложной механикой [6, 15, 20] почти всегда есть место для возникновения автоколебаний. Изучением колебаний, возникающих в процессе бурения, занимались многие ученые [4].

При работе шарошечного долота различают следующие колебательные процессы, обеспечивающие динамическое воздействие на забой [18]:

а) высокочастотные, появление которых вызвано зубчатостью шарошек;

б) среднечастотные, природа которых связана с изменением во времени числа взаимодействующих с поверхностью забоя скважины зубьев долота;

в) низкочастотные, обусловленные возникновением вследствие неоднородности строения горных пород и их дефектности ухабов на забое скважины.

В процессе бурения эти колебания могут привести к ухудшению основных показателей. Опасность любых автоколебаний в том, что они ведут к разрушению, износу деталей бурового инструмента, увеличению технологических зазоров, повышенной и нерациональной трате энергии [11]. При этом уменьшить амплитуду этих колебаний наиболее эффективно можно согласованием конструкции и массогабаритных показателей, но только при знании спектра частот [1–3, 5, 12].

С другой стороны, колебательные процессы, возникающие в системе «долото – забой», способны интенсифицировать бурение [13, 17]. Моделирование и расчет возникающего при этом напряженно-деформированного состояния приведены в [8, 9, 12, 21].

Наконец, знание спектра частот возникающих автоколебаний позволяет снизить помехи при использовании нового способа передачи информации с забоя [19] посредством механико-гидравлического (МГ) канала связи о таких параметрах забойного процесса, как частота вращения долота и его шарошек, амплитуда осевых колебаний корпуса долота, твердости разбуриваемых горных пород и т.д.

В устройстве для реализации способа бурения разновращающимися буровыми коронками, находящемся под разносторонней и интенсивной нагрузкой в технологическом процессе, главную роль играют крутильные колебания. В этом инструменте разное направление вращения буровым коронкам придано для снятия реактивного момента со шланга при шланго-кабельном бурении. Из-за наложения колебаний на такую систему управление ей становится особенно сложным [10].

Теория

Для снятия реактивного момента, возникающего при бурении скважины, было разработано специальное устройство [7]. В этом устройстве забой разбуривается двумя коронками – круговой и кольцевой, вращающимися в разные стороны. При этом в зависимости от загруженности разбуриваемая ими площадь перераспределяется в сторону увеличения для слабонагруженной коронки и уменьшения площади, разбуриваемой перегруженной коронкой. Перераспределение производится автоматически при появлении разности в угловых скоростях вращения коронок с помощью дифференциального механизма и винтовой линии с углом наклона α , преобразующими изменения скорости вращения коронок в вертикальное движение поводков, одновременно поворачивающих буровые коронки круговой и кольцевой частей и меняющих площади их разбуривания, а вместе с ними перераспределяющих величину реактивных моментов.

Схемой, моделирующей механизм возникновения автоколебаний в рассматриваемом буровом инструменте, являются упруго-скрепленные сплошной и полый цилиндры, лежащие на вращающихся диске и кольце соответственно, изображенные на рис. 1.

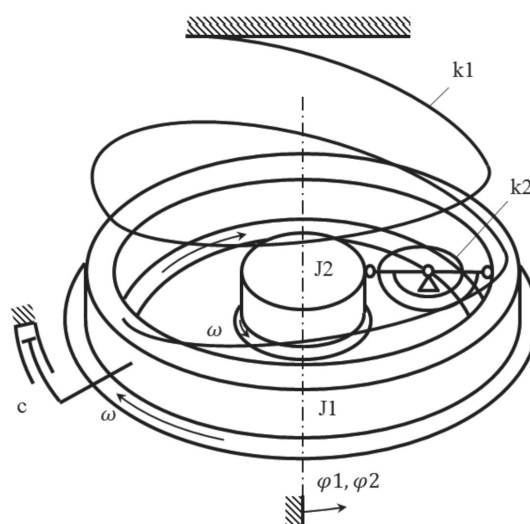


Рис. 1. Модель автоколебательной системы

При этом пружина k_2 с двумя стержнями имитирует сателлит дифференциального механизма, связывающий держатели буровых коронок (солнечные колеса) и позволяющий им вращаться в разные стороны.

Схема является обращенной по отношению к процессу бурения, при котором вращаются модельные цилиндры, несущие в нижней части буровые коронки, а дно забоя неподвижно. Трение происходит между буровыми коронками и забоем.

Качественное объяснение механизма возбуждения автоколебаний в таких схемах было высказано Рэлеем [16] на примере смычковых инструментов. Он считал, что «способность смычка поддерживать колебания струны связана с тем, что трение при средних скоростях меньше, чем при малых».

Опираясь на исследование прямолинейных автоколебаний в двухмассовой системе [16], проанализируем крутильные колебания в заявленном буровом инструменте. Механические модели, в которых возникают автоколебания под действием трения скольжения получили название «stick-slip» («прилипание-скольжение»), в силу того, что в них наблюдается два вида движения: когда цилиндры неподвижны относительно вращающихся диска или кольца и когда они скользят по ним.

Рассматриваемая модель состоит из двух соосных цилиндров – полого и сплошного с моментом инерции $J1$ и $J2$ соответственно. Полый цилиндр с моментом инерции $J1$ соединен с неподвижной опорой невесомой круговой пружиной с жесткостью $k1$, а сплошной цилиндр с моментом инерции $J2$ соединен с полым цилиндром с моментом

инерции J_1 двумя стержнями, связанными друг с другом пружиной жесткости k_2 . Цилиндр J_2 находится на вращающемся с угловой скоростью ω диске, а цилиндр J_1 – на кольце, вращающемся с той же угловой скоростью в противоположную сторону. Повороты цилиндров из положения, в котором пружины не деформированы, обозначим φ_1 и φ_2 (рис. 1). Между первым цилиндром и неподвижной опорой действует сила вязкого трения с коэффициентом c , а между цилиндрами и вращающимся диском и кольцом действует сила трения скольжения f .

Примем кусочно-постоянную модель трения скольжения с коэффициентом трения в виде [16]

$$\tilde{f} = \begin{cases} f_s & \text{при } \dot{\varphi}_2 < \omega \\ f_s & \text{при } \dot{\varphi}_2 = \omega \text{ и } f_* > f_r \\ f_* & \text{при } \dot{\varphi}_2 = \omega \text{ и } |f_*| \leq f_r; f_* = k_2 (\varphi_2 - \varphi_1) \\ -f_s & \text{при } \dot{\varphi}_2 = \omega \text{ и } f_* < -f_r \\ -f_s & \text{при } \dot{\varphi}_2 > \omega \end{cases}$$

Здесь точка сверху означает дифференцирование по времени координаты второго груза (для первого груза имеют место такие же соотношения), f_s и f_r – коэффициенты трения скольжения и покоя, пропорциональные нормальному давлению, причем коэффициент трения скольжения не больше коэффициента трения покоя ($f_s \leq f_r$).

Уравнения движения исследуемой системы

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 + c \dot{\varphi}_1 + k_1 \varphi_1 - k_2 (\varphi_2 - \varphi_1) = -\tilde{f},$$

$$J_2 \ddot{\varphi}_2 + k_2 (\varphi_2 - \varphi_1) = \tilde{f}. \quad (1)$$

В отличие от работы [16], постановка этой задачи относится к крутильным колебаниям и отличается наличием трения в обоих уравнениях правой части. Уравнения решаются для случая

$$J_2 = \varepsilon J_1, f = \varepsilon \tilde{f},$$

где ε – малая положительная величина.

Материалы и методы исследования

Как показано в той же работе, второе уравнение описывает нелинейные незатухающие колебания с периодом

$$T + \tau = 2\pi + \frac{2(\mu - 1)}{\omega} - 2\arcsin \left(\frac{(\mu - 1)/\omega}{\sqrt{[(\mu - 1)/\omega]^2 + 1}} \right).$$

Он зависит от отношения $(\mu - 1)/\omega$ (разности коэффициентов трения покоя и скольжения $\{\mu = f_r/f_s\}$ к угловой скорости ленты). Сразу можно сделать вы-

вод: чем меньше угловая скорость ленты ω , тем в большем диапазоне изменяется период при изменении μ , и чем больше угловая скорость ленты, тем в меньшем диапазоне изменяется период при изменении μ .

Первое уравнение в (1) в безразмерных координатах и после подстановки решения второго уравнения примет вид уравнения вынужденных колебаний при наличии трения скольжения

$$\ddot{\tilde{\varphi}}_1 + 2c_1 \dot{\tilde{\varphi}}_1 + \rho^2 \tilde{\varphi}_1 = (\mu - 1) \cos t + \omega \sin t - f,$$

при $0 \leq t \leq T$,

$$\ddot{\tilde{\varphi}}_1 + 2c_1 \dot{\tilde{\varphi}}_1 + \rho^2 \tilde{\varphi}_1 = 2 - \mu + (t - T)\omega - f,$$

при $T \leq t \leq T + \tau$, \quad (2)

где $c_1 = c\rho / 2\sqrt{k_1 J_1}$ и $\rho^2 = \varepsilon k_1 / k_2$.

Для нахождения решения уравнений (2) можно применить метод, описанный в [14]. Примем

$$f = \begin{cases} \delta \rho^2 & \text{при } \dot{\tilde{\varphi}}_1 < \omega; \\ 0 & \text{при } \dot{\tilde{\varphi}}_1 = \omega; \\ -\delta \rho^2 & \text{при } \dot{\tilde{\varphi}}_1 > \omega. \end{cases}$$

Тогда левая часть уравнений примет вид

$$(\ddot{\tilde{\varphi}}_1 + \delta) + 2c_1 (\dot{\tilde{\varphi}}_1 + \delta) + \rho^2 (\tilde{\varphi}_1 + \delta), \text{ при } \dot{\tilde{\varphi}}_1 < \omega;$$

$$(\ddot{\tilde{\varphi}}_1 - \delta) + 2c_1 (\dot{\tilde{\varphi}}_1 - \delta) + \rho^2 (\tilde{\varphi}_1 - \delta), \text{ при } \dot{\tilde{\varphi}}_1 > \omega. \quad (3)$$

Отсюда следует, что левая часть уравнения (2) описывает затухающие колебания, фокус которых сдвинут по оси ординат в фазовых координатах на величину δ влево от начала координат в верхней части фазовой плоскости и вправо – в нижней части. При этом необходимо помнить, что когда $\dot{\varphi}_1 = \omega$, сила трения останавливает первый цилиндр по отношению к вращающемуся диску и он движется с его угловой скоростью, при этом трение как слагаемое в правой части уравнений (2) пропадает.

Ввиду громоздкости получающихся формул движение без силы трения скольжения на первом грузе было исследовано в [16] численно. Показано, что при $c_1 > 0$ во всех трех возможных случаях ($c^2 < \rho^2$, $c^2 = \rho^2$ и $c^2 > \rho^2$) наблюдается устойчивость вынужденных колебаний первого груза при всех значениях параметров ρ , μ , ω . При малых c скорость стремления фазовых траекторий к вынужденному движению мала, а при его увеличении возрастает. Эта скорость увеличивается при возрастании μ , уменьшении ω и не зависит от ρ .

Для качественного анализа решения уравнений (2) с левой частью в виде (3) была использована программа MBTU [3] с моделирующей схемой, изображенной на рис. 2.

Поведение первого (кольцевого) цилиндра описывается колебательным звеном, переходной процесс запускается ступенчатыми сигналами и синусоидальными в качестве вынуждающих, то есть описывающих воздействие внутреннего цилиндра, блоки для графического вывода информации, нанесенные на схему в указанных местах, предусмотрены для диагностики. Буквой А на схеме помечены ключи, изменяющие прохождение входных сигналов при удовлетворении пороговых условий. При этом управляющим является средний входной сигнал – когда он превышает заданное пороговое значение, выходной сигнал переключается с верхнего входного по схеме на нижний. Ключи реализуют изменение уравнений при пересечении аргументами осей координат фазовой плоскости.

Результат – колебания второго звена – выводится и оценивается на фазовой плоскости, при этом для организации второй координаты используется дифференцирующее звено.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученный график переходного процесса в фазовых координатах (см. рис. 3) показывает, что колебания со временем входят на установившийся цикл, представля-

ют полигармоническое поведение первого груза со сложным спектром. Хотя, в соответствии со схемой рис. 2, случай превышения цилиндрами угловой скорости вращения кольца и пониженной по сравнению с ним скоростью необходимо рассматривать отдельно (на рис. 3 это отражено сдвигом графика на уровне 1), а решения «сшивать», все же периоды главных гармоник легко можно оценить.

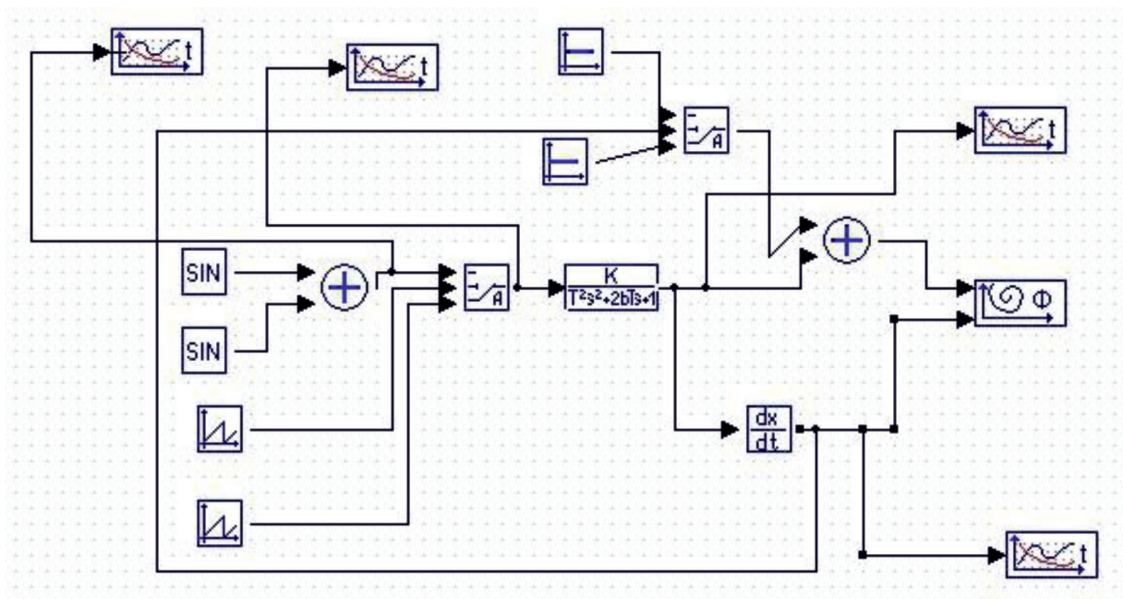


Рис. 2. Моделирующая схема в МВТУ 3.7

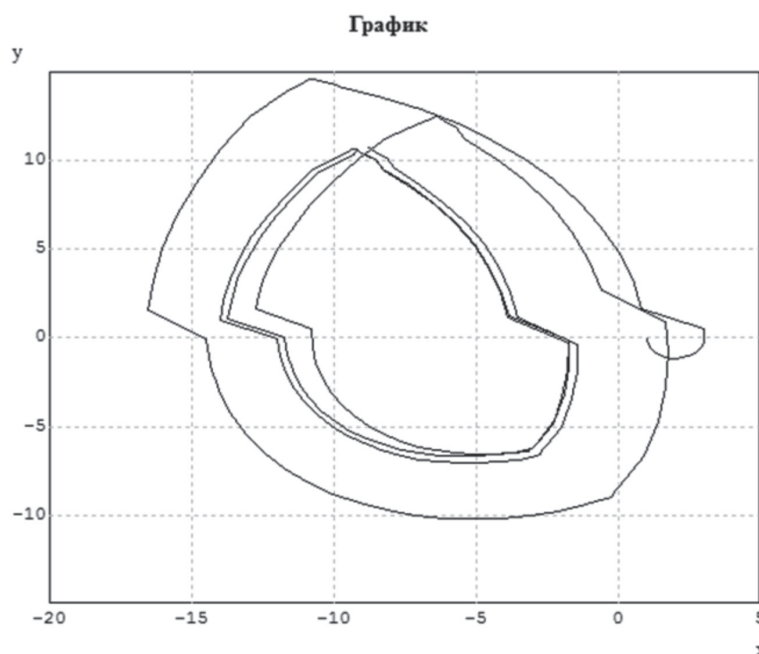


Рис. 3. График вынужденных колебаний первого цилиндра в фазовых координатах

Кроме того, в [16] численно доказано, что при различных значениях параметров, кроме случая отсутствия вязкого трения, в котором требуется дополнительное исследование, вынужденные колебания первого цилиндра устойчивы, причем скорость сходимости соседних фазовых траекторий к предельному циклу прямо пропорционально зависит от разности коэффициентов трения покоя и скольжения и обратно пропорционально от угловой скорости дисков.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о возможности управляемого численного определения и изменения спектра возникающих автоколебаний. Последнее возможно путем изменения соотношения и геометрии расположения масс элементов конструкции, жесткости соединений этих элементов, коэффициента демпфирования, а также скорости вращения с целью конструктивной оптимизации рассматриваемого бурового инструмента и, соответственно, целенаправленного изменения его динамических характеристик. Исследование можно продолжить в направлении возникновения вынужденных колебаний, связанных с неоднородностями буримой породы.

Список литературы

1. Балицкий П.В. Взаимодействие бурильной колонны с забоем скважины. – М.: Недра, 1975. – 293 с.
2. Габдрахимов М.С. и др. Динамика бурильного инструмента при проводке вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин. – СПб.: Недра, 2011. – 242 с.
3. Козлов, О.С., Кондаков Д.Е., Скворцов Л.М. и др. Программный комплекс для исследования динамики и проектирования технических систем // Информационные технологии. – 2005. – № 9. – С. 20–25.
4. Марчик Н.А. и др. Характеристика вибрационных процессов установок глубокого бурения и методы их снижения / в сб. Разработка рудных месторождений. – 2010. – вып. 93. – 4 с.
5. Миннивалеев Т.Н. Разработка забойной гидромеханической системы компенсации колебаний давления промышленной жидкости дисс. канд. тех. наук. – Уфа, 2014. – 136 с.
6. Пищухин А.М. Конструирование сложного технологического оборудования на основе метасистемного подхода / А.М. Пищухин, В.П. Попов // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. Сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2015. – С. 34–40.
7. Пищухин А.М., Пищухина Т.А. Совершенствование технологии шланго-кабельного бурения // Бурение и нефть. – 2015. – № 11. – С. 46–47.
8. Пищухин А.М., Колотвин А.В. О постановке и решении краевой задачи бурения скважины разновращающимися буровыми коронками // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 9 (184). – С. 153–157.
9. Пищухин А.М. Компьютерное моделирование динамики взаимодействия бурового инструмента с разновращающимися коронками с забоем / Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2015. – Т. 1. – С. 440–441.
10. Пищухин А.М., Соловьев Н.А. Система координатно-параметрического управления бурением разновращающимися буровыми коронками // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2017. – № 3. – С. 16–21.
11. Пяльченков В.А., Пяльченков В.А. Исследования разрушений и повреждений твердосплавного вооружения шарошечных долот // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. URL: <https://www.science-education.ru/tu/article/view?id=19339>.
12. Симонянц С.И. О влиянии динамической нагрузки на колебания частоты вращения вала турбобура // Тр. ВНИИБТ. – 1980. – вып. 50. – С. 49–54.
13. Санников Р.Х., Мавлютов М.Р., Канбекова Р.В. Вынужденные продольные колебания бурильного инструмента с учетом хрупкого разрушения забоя // Изв. вузов. Нефть и газ. – 1980. – № 12. – С. 15–20.
14. Теория автоматического управления. Ч. II. Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высш. шк., 1986. – 504 с.
15. Тугов В.В., Пищухин А.М., Трибунский А.В. Оптимальное управление готовностью системы сбора и подготовки нефти к использованию // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – № 3. – С. 3–5.
16. Хизгияев С.В. Автоколебания двухмассового осциллятора с сухим трением // ПММ. – 2007. – Т. 71. Вып. 6. – С. 1004–1013.
17. Шадрин А.В. Теоретические и экспериментальные исследования волновых процессов в колонне труб при бурении скважин малого диаметра из подземных горных выработок: дис... д. тех. наук. – Томск, 2014. – 272 с.
18. Шигин А.О., Гилёв А.В. Разработка идеализированной модели бурения горных пород с различными физико-механическими свойствами // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3–3. – С. 665–667.
19. Шлык Ю.К., Мавлютов М.Р., Санников Р.Х. Механико-гидравлический канал связи с забоем при турбинном бурении. – Тюмень: «Вектор Бук», 1999. – 200 с.
20. Юнин Е.К. Основы механики глубокого бурения / Е.К. Юнин, В.К. Херай. – М.: Недра, 2010. – 163 с.
21. Umbetkulova A.B. Modelling of drill string nonlinear longitudinal-transverse vibrations and their analysis // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2017. – V 1, № 365. – P. 255–265.

УДК 004.652.4

РЕАЛИЗАЦИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО МЕТОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Розанова Е.А., Ключко И.Л.

*ФГОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,
e-mail: elena.legenzova@vvsu.ru*

Условия современного производства требуют оперативных и доступных способов разработки новых конструктивных решений, поэтому исследования для поиска нетрудоемких методов проектирования одежды являются актуальными. Целью данной работы является разработка конструкторской базы данных для построения базовых и исходных модельных конструкций женской плечевой одежды с использованием блочно-модульного метода. При модульном проектировании одежды в качестве структурной элементарной и формообразующей части конструкции принят конструктивный модуль – часть типовой конструкции, обладающая определенной функциональной и информативной независимостью и унифицированная по принципу построения. Макроалгоритм построения конструкции представлен в виде отдельных алгоритмов описания конструктивных модулей, выделенных внутри блок-секций, связанных между гибкой связью. В результате создана программа построения базовых и исходных модельных конструкций в диалоговом режиме с использованием графического и справочного интерфейса, которые позволяют выбрать оптимальное проектное решение из нескольких альтернативных значений модулей. Особенностью базы данных является наличие каталога с математическим описанием вариантов построения вертикальных формообразующих срезов для различной степени прилегания изделия. Высокая скорость построения конструкций, удобство интерфейса, комфортность интерактивного общения позволяют применять данную проектирующую систему на малых предприятиях и в моделирующих организациях, а также для индивидуального домашнего пользования.

Ключевые слова: база данных, конструктивный модуль, система автоматизированного проектирования, алгоритм, блок-секция, формообразующий срез, сплайн-функция, базовая конструкция, исходная модельная конструкция

REALIZATION OF MODULAR METHOD IN DEVELOPMENT OF DESIGN DATABASE

Rozanova E.A., Klochko I.L.

Vladivostok State University of Economy and Service, Vladivostok, e-mail: elena.legenzova@vvsu.ru

Analysis of the existing systems of designing clothes showed that their use significantly reduces laboriousness building constructions, however, a significant portion of the overhead associated with program development and writing algorithm. In the practice of designing clothes (in small production, teaching, individual production) is often necessary to use expressways and the methods available for the development of baseline or baseline model structures, hence the relevance of research for finding the minimum labour-intensive methods of their development. The aim of the research is to improve the process of computer-aided design of clothes. Meet the challenge of rapid building of new constructions enables modular design. In line with the intended purpose designed program to shape the integrated design of a database to build a base and source of model structures using a modular method, which eliminates the need for step-by-step calculation of constructive points and line segments that greatly simplifies the process. As a constructive module adopted part type design has a specific functional and informative independence and unified on principle (for example, a shoulder cut, cut armholes). Makroalgoritm building design submitted as separate algorithms describe constructive modules allocated within a block-sections, connected by a flexible coupling. The design process is interactive, using graphic and background interface that significantly reduces the time choice design solution. Feature of the database is a directory with a mathematical description of variants of construction of vertical forming slicers to varying degrees of seal products. High speed building designs, ease of interface, interactive communication allows the use of the proektirujushhuju system on small businesses and organizations, as well as modeling for individual home use. Feature of the database is a directory with a mathematical description of variants of construction of vertical forming slicers to varying degrees of seal products.

Keywords: database, constructive module, computer-aided design, algorithm, block-section, mass cut, spline function, basic design, initial model construction

Современный этап развития производства на предприятиях швейной промышленности определяется большой заинтересованностью в эффективном использовании достижений науки и техники, освоении нового рыночного сегмента по внедрению информационных технологий, соответствующих техническому и производственному потенциалу предприятий.

В большинстве исследований по созданию систем автоматизированного про-

ектирования одежды (САПРО) основное внимание уделяется проработке структурного звена САПРО – подсистеме проектирования лекал, основное назначение которой – проектирование базовых и исходных модельных конструкций. [3]. На сегодняшний день существует достаточно много автоматизированных систем проектирования одежды: GRAFIS, Julivi, Fan Real, Cameo, Лeko и т.п. Основные функции у них во многом схожи, различаются внешний вид,

дополнительные опции и стоимость. Цена, как правило, зависит от набора блоков или дополнительных модулей, а также может меняться с появлением обновлений [1]. Приведенные системы позволяют значительно сократить трудоемкость построения конструкций, однако значительная часть временных затрат связана с освоением программы и написанием алгоритма [5]. В практике проектирования одежды (в условиях малого производства, в учебном процессе, в индивидуальном производстве) часто возникает необходимость использования оперативных и доступных способов разработки базовых (БК) или исходных модельных конструкций (ИМК), что обуславливает актуальность исследований по поиску минимально трудоемких методов разработки конструкций. Анализ существующих конструкторских баз данных (БД) показал, что решить задачу оперативного построения новых конструкций позволяет модульное проектирование [3].

Цель исследования

Целью данной работы является разработка автоматизированного способа построения конструктивных основ на основе использования блочно-модульного метода.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является процесс выбора конструктивно-технического решения изделия. При выполнении работы были использованы методы математического моделирования, теории алгоритмизации и объектно-ориентированного программирования, теории поискового конструирования, эвристический подход к моделированию трудноформализуемых процессов.

Результаты исследования и их обсуждение

На базе кафедры дизайна и технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса разработана программа по формированию интегрированной конструкторской базы данных «Милена» для построения базовых (БК) и исходных модельных конструкций (ИМК) с использованием блочно-модульного метода, который исключает необходимость поэтапного расчета конструктивных точек и отрезков, что значительно упрощает процесс (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2010620295).

Для формирования интегрированной конструкторской базы данных были решены следующие основные проектные задачи:

- определение структурной единицы, обладающей информационной независимостью;
- определение варибельности решения блок-секций;

– способ представления информации о конструктивных модулях, не имеющих известных формализованных описаний;

– создание информационной базы для формирования конструктивно-технического решения БК и ИМК;

– поиск программно-технического обеспечения для функционирования интегрированной конструкторской базы данных.

В качестве структурной элементарной и формообразующей единицы конструкции принята блок-секция – часть типовой конструкции, обладающая определенной функциональной и информативной независимостью и унифицированная по принципу построения. Вследствие того, что процесс принятия решения в проектировании одежды возможен только в интерактивном режиме и имеет множество альтернатив, не всегда ограничиться вариантами построения функциональных элементов [6]. Функциональные элементы представляют собой конечное множество деталей конструкции (одинаковые функциональные описания) и варианты их построения (альтернативные функциональные описания), т.е. модули, а также способы построения вариантов (алгоритмы описания модулей).

Определив варианты конструктивно-технического решения БК и ИМК, можно составить концептуальную структурную схему для выбора способа построения ИМК (рис. 1).

Макроалгоритм построения конструкции в этом случае будет представлен в виде отдельных алгоритмов описания конструктивных модулей (например, плечевой срез, срез проймы), выделенных внутри блок-секций, связанных между собой гибкой связью. Для организации данных в БД выбран реляционный подход, который основан на матричной системе и обеспечивает альтернативный выбор проектных решений [2].

При решении графических задач в области автоматизированного проектирования одежды необходимо определить способ представления графических объектов и создать комплекс алгоритмов обработки геометрической информации. Большая часть линий внешнего контура блок-секции задается прямыми, построение которых возможно при определении координат начальной и конечной точек. Внешние контуры конструкции включают также и криволинейные срезы (горловина переда и спинки, проймы переда и спинки), внутренние контуры – вертикальные формообразующие срезы (боковые срезы, вытачки, рельефы, срезы бочков). Для создания автоматизированной БД необходимо рассмотреть способы математического описания криволинейных срезов проймы и верти-

кальных формообразующих срезов, которые являются трудноформализуемыми, так как их невозможно описать с помощью известных графических примитивов (дуга, прямая). Данная задача является интерполяционной.

Как известно, самым эффективным и универсальным методом решения подоб-

ных задач являются сплайн-функции [4]. Для описания верхних участков проймы и вертикальных формообразующих срезов применен эрмитов кубический сплайн, нижние участки проймы и срезы горловины описываются традиционно с помощью фрагментов окружности.

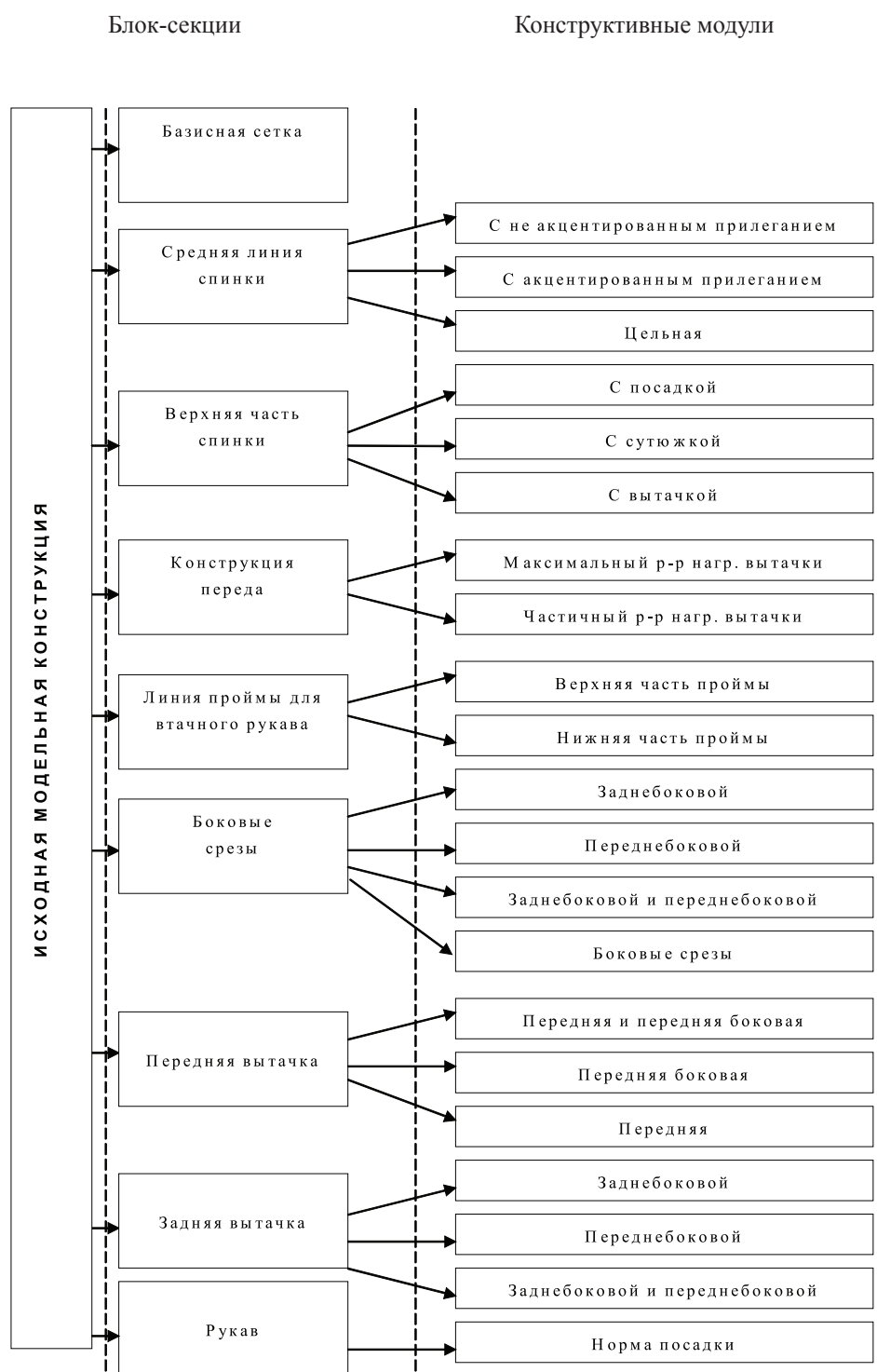


Рис. 1. Концептуальная схема выделения конструктивных модулей и модульных блок-секций

Информационной базой для разработки базовых и исходных модельных конструкций послужил анализ графических изображений различных конструктивных форм за период более 60 лет. В процессе изучения и анализа ведущих силуэтных форм в женской одежде была выполнена репрезентативная выборка линий проймы, что позволило сформировать таблицы качественных и количественных характеристик для описания криволинейных срезов проймы и вертикальных формообразующих срезов, которые взяты за основу для математического описания и для последующего задания отдельно взятой кривой в интегрированной конструкторской подсистеме в виде базы данных. Анализ графических изображений позволил также систематизировать параметры для задания криволинейных срезов проймы и вертикальных формообразующих срезов в зависимости от формы верхних участков переда и спинки и степени прилегания по основным конструктивным уровням и установить величину силуэтных прибавок в зависимости от степени прилегания (эта зависимость отражена на рис. 2). Полученные результаты являются основой для создания информационного обеспечения проектируемой БД.

В качестве целевой платформы разработки интегрированной конструкторской базы данных выбран графический пакет прикладных программ Autodesk AutoCad. В качестве хранилища данных выбрана ре-

ляционная модель базы данных Microsoft Access (MSA), которая входит в поставку программного пакета Microsoft Office, получившего широкое распространение как у нас в стране, так и за рубежом.

Успешное функционирование интегрированной конструкторской базы данных предусматривает:

- удобный интерфейс для работы пользователя;
- возможность поэтапного построения чертежей конструкций и их редактирование, как в процессе построения, так и по его завершению;
- возможность вывода на печать в натуральном виде;
- защита алгоритмов от несанкционированного доступа и разрушения.

Особенности функционирования БД «Милена»:

1. Наличие справочного поля по выбору проектного решения конструктивного модуля в зависимости от объемно-пространственной формы изделия. Выбор конструктивно-технического решения изделия предполагает решение ряда альтернативных задач. Несмотря на то, что создание объемно-силуэтной формы – процесс творческий, существует ряд ограничений, в рамках которых осуществляется выбор проектного решения. Альтернативные значения модулей получены по результатам анализа различных конструктивных форм. На рис. 2 представлен вариант диалогового окна БД.

Рис. 2. Диалоговое окно выбора конфигурации и построения модуля линии проймы

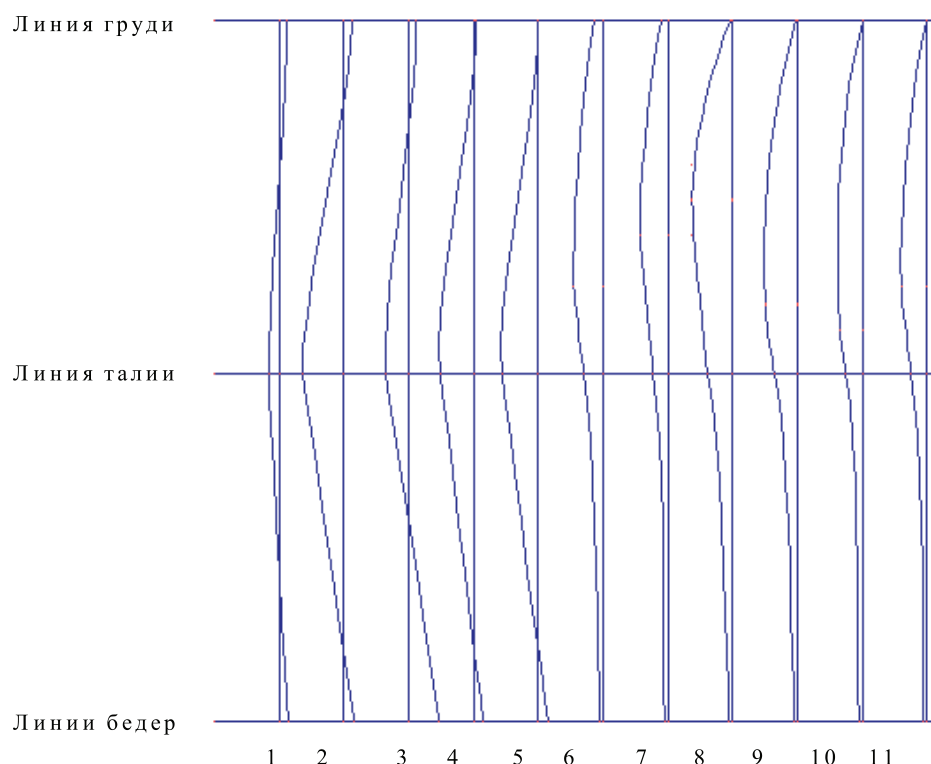


Рис. 3. Репрезентативный ряд вертикальных конструктивных членений

Построение линии проймы выполняется путем задания в соответствующем поле диалогового окна числового значения коэффициента выпуклости сплайна, которое вводится с клавиатуры. Сборка из конструктивных модулей обеспечивает получение достаточно большого числа вариантов целого. По сравнению с традиционным процессом «ручного» проектирования это дает конструктору возможность перебрать большое количество вариантов внешнего вида конструктивного решения проектируемой модели, до тех пор, пока не будет достигнут результат близкий к желаемому. Это обеспечивается рядом функций, вызываемых из меню, далее выбор элементов конструкции осуществляется посредством ряда вложенных диалоговых окон.

2. Наличие базы репрезентативных вертикальных формообразующих срезов. Для формализованного описания криволинейных срезов использован экспериментальный метод оценки на основе количественной и качественной характеристики, в которой каждому термину соответствует определенная степень кривизны. На рис. 3 представлен фрагмент вертикальных конструктивных членений.

Данные кривые были получены и состыкованы с использованием эрмитова кубического сплайна. Наличие такой базы позволяет значительно сократить трудоемкий процесс выбора и построения средств формообразования. Формирование алгоритма построения БК на каждую модель разработано на основе данных технического описания и анкет тестирования базовых конструкций. Исходные модельные конструкции разработаны на основе полученных ранее базовых конструкций с последующим выбором способа членения и вариантов оформления вертикальных формообразующих срезов в соответствии с техническим описанием ИМК.

Заключение

Использование предложенной системы проектирования базовых и исходных модельных конструкций для разработки женской плечевой одежды показало высокую эффективность при выборе проектного решения. Преимущество использования конструкторской базы данных «Милена» обусловлено следующими критериями: значительное сокращение времени на разработку конструкций (до 5 минут); четкая формулировка исходной информации на проектирование, что

обеспечивает объективность выбора конструктивных параметров; возможность получения конструктивных основ различных объемно-силуэтных форм; высокое качество получения проектно-конструкторской документации; удобный интерфейс; комфортность интерактивного общения за счет использования справочной системы и наличия базы вертикальных формообразующих срезов, совместимость с другими подсистемами САПРО (разработка эскиза, техническое моделирование, градация, разработка лекал). Теоретические и практические результаты исследований используются в учебном процессе ВГУЭС при выполнении лабораторных работ, в рамках курсового и дипломного проектирования, в научно-исследовательской работе студентов. Разработанная конструкторская база данных может применяться самостоятельно или быть интегрирована с действующими системами автоматизированного проектирования одежды на предприятиях и в моделирующих организациях, а также для индивидуального домашнего пользования.

Список литературы

1. 8 программ для конструирования и моделирования одежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.be-in.ru/ideas/37129-vosem-programm-dlya-konstruirovaniya-i-modelirovaniya-odezhdy/>, (дата обращения: 01.04.2017).
2. Кириллов В.В. Введение в реляционные базы данных [Текст] / В.В. Кириллов, Г.Ю. Громов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 464 с.
3. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды): Учебное пособие / Г.И.Сурикова, О.В.Сурикова, В.Е.Кузьмичев и др. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015 – 336 с.
4. Сплайн-функции и их приложения [Текст]: Сб. науч. тр. / РАН, СО, Ин-т математики им. С.Л. Соболева; ред. Ю.С. Завьялов, ред. В.Л. Мирошниченко. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1997. – 228 с.
5. Сравнительный анализ принципов разработки модельных конструкций в различных САПР одежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-printsipov-razrabotki-modelnyh-konstruktsiy-v-razlichnyh-sapr-odezhdy>, (дата обращения: 01.04.2017).
6. Шершнева Л.П. Конструирование одежды (теория и практика) [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов / Л.П. Шершнева, Л.В. Ларькина. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 288 с. – (Высшее образование).

УДК 681.511.46/.5.015.23:62-523.3

ПРОЕКЦИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЧИСЛОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА С УЧЁТОМ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСА

Со Нэй Лин Аунг, Акименко Д.А.

Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Калуга, e-mail: akimenko@kaluga.ru, soenla@gmail.com

В статье рассматривается подход, основанный на проекционных методах, к решению задачи определения оптимальных числовых значений конструктивных параметров электрогидравлического следящего привода с учётом влияния характеристики насоса. Проекционный метод позволил свести поставленную задачу к задаче условной оптимизации на множестве допустимых значений искомым параметров целевой функции, которая определяет меру близости реального выходного сигнала, зависящего от искомым параметров, к заданному эталонному. Проекционный метод позволил заменить операции над функциями на операции над векторами и матрицами, что значительно упрощает вычисления целевого критерия, при этом нелинейное уравнение баланса расходов рабочей жидкости заменяется степенным рядом с удержанием линейных слагаемых с уточнением точки линеаризации на каждом шаге процесса оптимизации. Эффективность построенного вычислительного алгоритма продемонстрирована на примере уточнения некоторых параметров привода по экспериментальным результатам. В качестве уточняемых параметров рассматривались параметры, существенно зависящие от условий эксплуатации, а именно коэффициенты вязкого трения подвижных частей привода и параметры рабочей жидкости.

Ключевые слова: проекционный метод, система управления, электрогидравлический следящий привод, математическая модель, параметры, матричный оператор, оптимизация, целевая функция

PROJECTION METHOD FOR CALCULATING THE OPTIMAL NUMERICAL VALUES OF PARAMETERS OF ELECTROHYDRAULIC SERVO DRIVE WITH CHARACTERISTICS OF PUMP

Soe Nay Lynn Aung, Akimenko D.A.

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, e-mail: akimenko@kaluga.ru, soenla@gmail.com

The article discusses the approach based on the projection methods for solving the problem of determining the optimal numerical values of design parameters of electrohydraulic servo drive taking into account the influence of characteristics of the pump. Projection method allowed to reduce the task to a constrained optimization problem on the set of admissible values of the unknown parameters of the objective function that defines the similarity measure of real output signal depending on unknown parameters, to a given reference. Projection method allowed for the replacement of operations on functions operations on vectors and matrices, which greatly simplifies the computation target criterion, with a nonlinear balance equation of the flow rates of the working fluid is replaced by a power series retaining the linear terms, specifying the points of linearization in each step of optimization process. The efficiency of the constructed computational algorithm is demonstrated by refinement of some parameters of the drive according to the experimental results. As refinable parameters considered the parameters, considerably dependent on the operating conditions, namely, the coefficients of viscous friction of the moving parts of the drive and the parameters of the working fluid.

Keywords: projection method, control system, electrohydraulic servo drive, mathematical model, parameters, operational matrix, optimization, objective function

Электрогидравлические следящие приводы нашли широкое применение в качестве силовых устройств в системах управления различными объектами и технологическими процессами, и, следовательно, качество таких систем управления будет зависеть от динамики привода. Поэтому при проектировании систем управления повышаются требования к динамическим показателям приводов, а также к адекватности математической модели привода. В случае решения задачи проектирования известна структура привода и в качестве определяемых параметров выступают геометрические размеры отдельных элементов, числовые значения

которых определяются из условия обеспечения динамических характеристик привода, соответствующих техническому заданию. В случае построения адекватной математической модели часто известна структура модели, и задача идентификации сводится к задаче уточнения числовых значений некоторых параметров модели. В обоих случаях можно сформулировать следующую задачу. Известна структура привода; известен закон изменения напряжения, подаваемого на вход; известен (задан) закон перемещения выходного звена привода. Требуется определить числовые значения параметров привода из условия максимального приближения сигнала на

выходе модели привода к заданному. В качестве меры близости можно взять функционал

$$J(P) = \left[\int_0^T (y_3(t) - y_p(t, P))^2 dt \right]^{1/2}, \quad (1)$$

где $y_3(t)$ – заданный закон изменения выходной координаты; $y_p(t, P)$ – сигнал на выходе привода; P – множество искомых параметров.

При проектировании привода в качестве искомых конструктивных параметров часто выступают такие, как площадь рабочей поверхности поршня, которая определяется диаметром штока и внешним диаметром поршня, условный диаметр золотникового пропорционального распределителя, жесткость позиционной нагрузки и параметры настройки усилителя и датчика обратной связи, а также параметры регуляторов, вводимых для улучшения динамики привода. В случае задачи параметрической идентификации к уточняемым параметрам можно отнести параметры, существенно зависящие от температуры и условий эксплуатации: коэффициенты вязкого трения подвижных частей привода, характеристики рабочей жидкости (её плотность и модуль объемной упругости), параметры, характеризующие процесс течения жидкости, а также коэффициенты настройки некоторых элементов привода (электронного усилителя и датчика обратной связи).

Однако в случае использования управляемого насоса в качестве источника давления выход $y_p(t, P)$ будет зависеть от характеристики такого насоса, которая определяется такими величинами, как номинальная подача насоса при отсутствии нагрузки и номинальное давление. Последний показатель можно определить из требований к максимальному усилию, развиваемому гидроприводом, а номинальную подачу определяют со значительным запасом, что может отразиться на стоимости привода в целом. Поэтому данный показатель насоса также можно определить из условия обеспечения требуемых динамических показателей привода, которое в дальнейшем будет определяться в требованиях как желаемый показатель насоса. Следовательно, к уравнению баланса расходов необходимо добавить характеристику насоса, которая показывает значение текущего давления нагнетания от подачи рабочей жидкости, отдаваемой потребителю.

Ниже рассматривается подход к определению числовых значений конструктивных параметров и настраиваемых параметров электрогидравлического следящего

привода (ЭГСП) с учётом характеристики насоса с использованием проекционных методов. Проекционный метод, или метод матричных операторов, нашёл широкое применение в силу ряда достоинств, к которым можно отнести переход от рассмотрения временных функций к их спектральным характеристикам, представляющим собой коэффициенты Фурье относительно элементов выбранного базиса, что позволяет заменить операции над функциями операциями над матрицами и даёт возможность реализации на электронно-вычислительных машинах и, тем самым, позволяет упростить решения задач анализа и синтеза. Кроме того, проекционный метод обладает хорошей сходимостью и обеспечивает требуемую точность расчёта, что отражено в соответствующей литературе, указанной в [3, 4].

Математическая модель привода

Конструктивно ЭГСП состоит из исполнительного гидродвигателя – гидроцилиндра; пропорционального золотникового распределителя; электронного усилителя в прямой цепи и датчика обратной связи, контролирующего текущее положение выходного звена – штока гидроцилиндра. Соответственно, математическая модель привода будет включать уравнения описывающие процессы, протекающие в распределителе и гидроцилиндре, а также уравнение баланса расходов рабочей жидкости, протекающей через распределитель, и уравнение обратной отрицательной связи.

Модель пропорционального золотникового распределителя и обратной связи можно представить уравнением

$$m_3 \frac{d^2}{dt^2} x(t) + (K_3^{BT} + K_{\text{моч}} K_{\text{эмп}} A_3) \frac{d}{dt} x(t) + (C_3 + C_r) x(t) = K_{\text{эу}} K_{\text{эмп}} A_3 (u(t) - K_{\text{ос}} y(t)), \quad (2)$$

где $u(t)$ – напряжение, подаваемое на вход привода; $x(t)$ – перемещение золотника гидравлического дросселирующего распределителя, причём $|x(t)| \leq x_{\text{max}}$ (x_{max} – максимальная ширина открываемой буртом золотника щели); $y(t)$ – перемещение штока гидроцилиндра; $K_{\text{эу}}$ – коэффициент передачи электронного усилителя; $K_{\text{ос}}$ – коэффициент передачи обратной связи (датчика); $A_3 = \frac{\pi}{4} d_3^2$ – площадь торца золотника, а d_3 – его диаметр; m_3 – масса золотника; K_3^{BT} – коэффициент вязкого трения между золотником и втулкой; C_3 – суммарная жесткость пружин, на которые опирается золотник; C_r – жесткость гидравлической пружины; $K_{\text{эмп}}^r$ – коэффициент передачи первого ка-

скада электрогидравлического усиления (ЭГУ), включающего электромеханический преобразователь (ЭМП), распределитель сопло-заслонка; $K_{\text{мос}}$ – коэффициент передачи местной обратной связи, обусловленной особенностями протекающих процессов. Замена ЭМП и распределителя сопло-заслонка пропорциональным звеном возможна в силу быстроты протекающих в них процессов по сравнению с процессом движения золотника распределителя, что подтверждается соответствующим моделированием.

Уравнение движения выходного звена гидроцилиндра имеет вид

$$m_{\text{гн}} \frac{d^2}{dt^2} y(t) + K_{\text{гн}}^{\text{вт}} \frac{d}{dt} y(t) + C_{\text{гн}} y(t) = A_{\text{гн}} p(t) - F_{\text{н}}(t), \quad (3)$$

где $p(t)$ – перепад давления на поршне гидроцилиндра; $F_{\text{н}}(t)$ – внешняя нагрузка, действующая вдоль оси штока; $m_{\text{гн}}$ – масса подвижных частей гидроцилиндра; $K_{\text{гн}}^{\text{вт}}$ – коэффициент вязкого трения гидроцилиндра; $C_{\text{гн}}$ – коэффициент позиционной нагрузки; $A_{\text{гн}}$ – площадь рабочей поверхности поршня.

Уравнение баланса расходов рабочей жидкости, протекающей через распределитель, имеет вид [1, 2]:

$$K_3 x(t) \sqrt{\frac{1}{2} (p_{\text{н}} - p_{\text{сл}} - p(t) \text{sign}(x))} = \frac{V}{2E} \frac{d}{dt} p(t) + A_{\text{гн}} \frac{d}{dt} y(t), \quad (4)$$

где K_3 – удельная проводимость окон золотникового дросселирующего распределителя; V – объём полостей гидроцилиндра и подводящих трубопроводов; E – модуль объёмной упругости рабочей жидкости; $p_{\text{н}}$ – давление нагнетания; $p_{\text{сл}}$ – давление в дренажной линии.

В приведённом уравнении давление нагнетания $p_{\text{н}}$ не является постоянной величиной, а зависит от расхода жидкости, отдаваемой насосом потребителю. В случае использования неуправляемого насоса данная зависимость несущественна и ей можно пренебречь, при использовании насоса с управлением зависимость $p_{\text{н}}(Q)$ существенна и будет влиять на динамику привода. Поэтому при составлении уравнения баланса расходов данный факт необходимо учитывать. В результате уравнение примет вид [5]:

$$\frac{V}{2E} \frac{d}{dt} p(t) = \frac{1}{4} K_3 x(t) \left[-\alpha_p K_3 x(t) \text{sign}(x) + \sqrt{\alpha_p^2 K_3^2 x^2(t) + 8(p_{\text{ном}} - p_{\text{сл}} - p(t) \text{sign}(x))} \right] - A_{\text{гн}} \frac{d}{dt} y(t), \quad (5)$$

где $\alpha_p = (1 - k_p) p_{\text{ном}} / (k_Q Q_{\text{ном}})$, $p_{\text{ном}}$ и $Q_{\text{ном}}$ – соответственно номинальные давление и расход насоса, k_Q и k_p – коэффициенты, характеризующие жесткость расходных характеристик гидронасоса и предохранительного клапана соответственно.

Таким образом, получим следующую модель ЭГСП:

$$\left\{ \begin{aligned} m_3 \frac{d^2}{dt^2} x(t) + (K_3^{\text{вт}} + K_{\text{мос}} K_{\text{эмп}} A_3) \frac{d}{dt} x(t) + (C_3 + C_{\text{г}}) x(t) &= K_{\text{эу}} K_{\text{эмп}} A_3 (u(t) - K_{\text{ос}} y(t)); \\ \frac{Vd}{2Edt} p(t) &= \frac{1}{4} K_3 x(t) \left[-\alpha_p K_3 x(t) \text{sign}(x) + \sqrt{\alpha_p^2 K_3^2 x^2(t) + 8(p_{\text{ном}} - p_{\text{сл}} - p(t) \text{sign}(x))} \right] - A_{\text{гн}} \frac{d}{dt} y(t); \\ m_{\text{гн}} \frac{d^2}{dt^2} y(t) + K_{\text{гн}}^{\text{вт}} \frac{d}{dt} y(t) + C_{\text{гн}} y(t) &= A_{\text{гн}} p(t) - F_{\text{н}}(t). \end{aligned} \right. \quad (6)$$

В случае использования регуляторов систему уравнений (6) необходимо дополнить соответствующими уравнениями.

Расчёт оптимальных значений параметров привода

Очевидно, что полученная модель привода является существенно нелинейной, что затрудняет применение проекционных ме-

тодов для решения задач анализа и синтеза (в нашем случае задачи определения числовых значений конструктивных параметров привода из условия обеспечения требуемых динамических характеристик).

Линеаризуем уравнение расходов путём представления в виде степенного ряда с удержанием линейных слагаемых. В результате получим

$$Q_3(x, p) \approx Q_{30} + k_{Qx}(x(t) - x_0) - k_{Qp}(p(t) - p_0) = \tilde{Q}_{30} + k_{Qx}x(t) - k_{Qp}p(t), \quad (7)$$

где $\tilde{Q}_{30} = Q_{30} - k_{Qx}x_0 + k_{Qp}p_0$; $Q_{30} = Q_3(t) \Big|_{\substack{x=x_0, \\ p=p_0}}$.

$$k_{Qx} = \left| \frac{\partial Q_3(x, p)}{\partial x} \right|_{\substack{x=x_0, \\ p=p_0}} = \left| \frac{1}{4} \frac{k_3 \left(-k_3 \alpha_p x_3(t) \text{sign}(x) + \sqrt{k_3^2 \alpha_p^2 x^2(t) + 8(p_{\text{ном}} - p_{\text{сл}} - p(t) \text{sign}(x))} \right)^2}{\sqrt{k_3^2 \alpha_p^2 x^2(t) + 8(p_{\text{ном}} - p_{\text{сл}} - p(t) \text{sign}(x))}} \right|_{\substack{x=x_0, \\ p=p_0}},$$

$$k_{Qp} = \left| \frac{\partial Q_3(x, p)}{\partial p} \right|_{\substack{x=x_0, \\ p=p_0}} = \left| \frac{k_3 x(t) \text{sign}(x)}{\sqrt{k_3^2 \alpha_p^2 x^2(t) + 8(p_{\text{ном}} - p_{\text{сл}} - p(t) \text{sign}(x))}} \right|_{\substack{x=x_0, \\ p=p_0}}.$$

Очевидно, что значения коэффициентов k_{Qx} , k_{Qp} и постоянной составляющей \tilde{Q}_{30} зависят от выбора x_0 и p_0 .

В результате систему уравнений (6) можно записать в виде

$$\begin{cases} m_3 \ddot{x}(t) + (K_3^{\text{вТ}} + K_{\text{мос}} K_{\text{эмП}} A_3) \dot{x}(t) + (C_3 + C_r) x(t) = K_{\text{эу}} K_{\text{эмП}} A_3 (u(t) - K_{\text{ос}} y(t)); \\ \frac{V}{2E} \dot{p}(t) + k_{Qp}(x_0, p_0) p(t) = k_{Qx}(x_0, p_0) x(t) + Q_{30}(x_0, p_0) - A_{\text{тц}} \dot{y}(t); \\ m_{\text{тц}} \ddot{y}(t) + K_{\text{тц}}^{\text{вТ}} \dot{y}(t) + C_{\text{тц}} y(t) = A_{\text{тц}} p(t) - F_{\text{н}}(t). \end{cases} \quad (8)$$

Кроме того предполагается, что привод работает в режиме, при котором выполняются ограничения

$$|x(t)| \leq x_{\text{макс}}; |p(t)| \leq p_{\text{ном}} - p_{\text{сл}}.$$

Выбрав некоторый ортонормированный базис $\Phi(t) = [\phi_1(t), \dots, \phi_l(t)]^T$ и переходя к рассмотрению спектральных характеристик сигналов [3, 4] в выбранном базисе, получим следующую систему уравнений в операторной форме

$$\begin{cases} C^x = A_{\text{эу}}(P)(C^u - K_{\text{ос}} C^y); \\ C^p = A_{\text{тц}}(P)(K_{Qx}(x_0, p_0) C^x + C^{Q_{30}}(x_0, p_0) - A_{\text{ос}}(P) C^y); \\ C^y = A_{\text{гд}}(P)(A_{\text{тц}} C^p - C^{F_{\text{н}}}), \end{cases} \quad (9)$$

где $A_{\text{эу}}(P)$ – матричный оператор в выбранном базисе, эквивалентный передаточной функции $W_{\text{эу}}(s) = \frac{K_{\text{эу}} K_{\text{эмП}} A_3}{m_3 s^{2\text{вТ}} + (K_3 + K_{\text{мос}} K_{\text{эмП}} A_3) s + C_3 + C_r}$; $A_{\text{тц}}(P)$ – эквивалентный

$W_{\text{тц}}(s) = \frac{1}{V / 2E \cdot s + k_{Qp}(x_0, p_0)}$; оператор $A_{\text{ос}}(P)$ эквивалентен $W_{\text{ос}}(s) = A_{\text{тц}} s$; оператор $A_{\text{гд}}(P)$ эквивалентен $W_{\text{гд}}(s) = \frac{1}{m_{\text{тц}} \cdot s^2 + K_{\text{тц}}^{\text{вТ}} s + C_{\text{тц}}}$; P – множество определяемых параметров привода.

Из системы (9) находим спектральную характеристику C^y , которая определяется зависимостью

$$C^y(P, x_0, p_0) = A_{\text{yu}}(P) C^u + A_{\text{yQ}}(P) C^{Q_{30}} + A_{\text{yF}}(P) C^{F_{\text{н}}}, \quad (10)$$

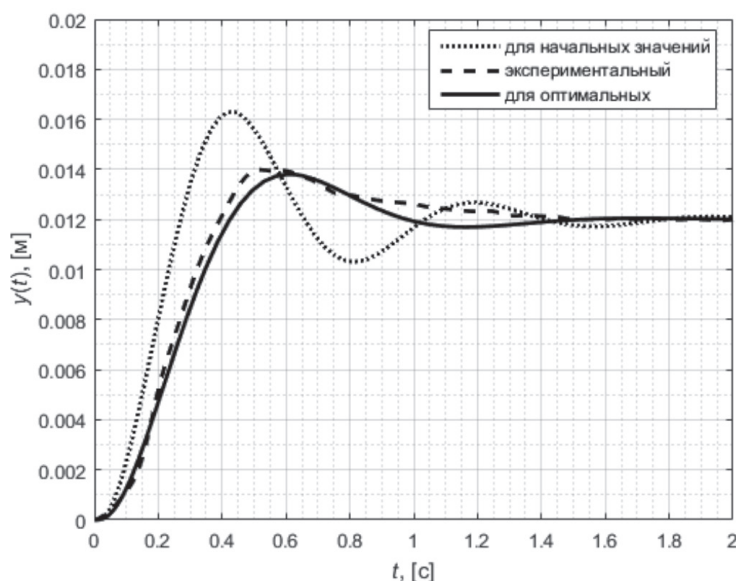
где

$$\begin{aligned} A_{\text{yu}}(P) &= A_{\text{y}}^{-1}(P)(K_{Qx}(x_0, p_0) A_{\text{тц}} A_{\text{гд}}(P) A_{\text{тц}}(P, x_0, p_0) A_{\text{эу}}(P)); \\ A_{\text{yQ}}(P) &= A_{\text{y}}^{-1}(P)(A_{\text{тц}} A_{\text{гд}}(P) A_{\text{тц}}(P, x_0, p_0)); \quad A_{\text{yF}}(P) = -A_{\text{y}}^{-1} A_{\text{гд}}(P); \\ A_{\text{y}}(P) &= \mathbf{I} + A_{\text{тц}} A_{\text{гд}}(P) A_{\text{тц}}(P, x_0, p_0)(K_{Qx} K_{\text{ос}} A_{\text{эу}}(P) + A_{\text{ос}}(P)). \end{aligned}$$

Тогда [3], функционал (1) примет вид

$$J(P, x_0, p_0) = \left[\int_0^T (y_{\text{экс}}(t) - y(t, P, x_0, p_0))^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} =$$

$$= \left[(C^{y_{\text{экс}}} - C^y(P, x_0, p_0))^T \cdot (C^{y_{\text{экс}}} - C^y(P, x_0, p_0)) \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (11)$$



Графики выходного сигнала привода

Следовательно, задача определения числовых значений конструктивных параметров сводится к задаче условной оптимизации функционала (11) на множество допустимых значений параметров P .

Однако критерий $J(P, x_0, p_0)$ зависит от точки линеаризации расходно-перепадной характеристики распределителя x_0 и p_0 . Как показано в [5], значения x_0 и p_0 можно уточнить на каждом шаге итерации поискового алгоритма методом последовательных приближений.

Изложенный выше подход использован для уточнения числовых значений некоторых параметров модели ЭГСП, представленной системой уравнений (6). Реакция привода на ступенчатое воздействие с конечным значением 10 В представлена на рисунке. В качестве уточняемых параметров привода рассматривались следующие: плотность рабочей жидкости ρ и модуль объёмной упругости E , которые зависят от марки используемой рабочей жидкости и количества растворенного в жидкости воздуха; коэффициенты вязкого трения $K_3^{\text{вт}}$ и $K_{\text{гц}}^{\text{вт}}$, существенно зависящие от температуры; коэффициенты $K_{\text{эмп}}$ и $K_{\text{мос}}$, зависящие от ряда

параметров, не подлежащих измерению; коэффициент расхода щели золотникового распределителя μ , зависящего от геометрии щелей золотника и втулки (в справочной литературе задаётся в виде диапазона значений). При решении поставленной задачи использовался базис блочно-импульсных функций с удержанием 200 элементов, время расчёта составило порядка одной минуты при решении задачи на компьютере на базе процессора CPU Intel Core i3 2.10GHz, RAM 4.0 GB. Алгоритм реализован в системе MATLAB® (The MathWorks Inc.) версии 8.6 (R2015b). На рисунке представлены графики выходного сигнала привода для начальных (справочных) значений уточняемых параметров и для найденных оптимальных значений.

Заключение

Применение проекционных методов позволило свести задачу определения оптимальных числовых значений параметров ЭГСП с учётом влияния характеристики насоса к задаче условной оптимизации на множестве допустимых значений искомых

(уточняемых) параметров. Переход от исходной модели привода, представленной системой дифференциальных уравнений (8), к операторной форме записи (11) значительно упрощает расчёт целевой функции (1). Эффективность построенного алгоритма подтверждена результатами решения задачи уточнения числовых значений некоторых параметров привода на основе экспериментальных данных. Предложенный подход также может быть использован для решения задач синтеза или параметрической идентификации целого класса нелинейных систем управления и объектов, к которым относится электрогидравлический следящий привод.

Список литературы

1. Гамынин Н.С. Гидравлический привод систем управления. – М.: Машиностроение, 1972. – 376 с.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Под ред. Т.М. Башта. – М.: Альянс, 2011. – 424 с.
3. Матричные методы расчета и проектирования сложных систем автоматического управления для инженеров / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 664 с.
4. Методы инженерного синтеза сложных систем управления: аналитический аппарат, алгоритмы приложения в технике. В двух частях / под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012.
5. Со Нэй Лин Аунг, Акименко Д.А. Проекционный метод анализа электрогидравлического следящего привода с учётом характеристики насоса // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 2. – С. 87–92.

УДК 678.028.294

ВЛИЯНИЕ ОКСИДОВ ЦИНКА, ЖЕЛЕЗА И ТИТАНА НА РЕОКИНЕТИКУ ОТВЕРЖДЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ 1,3-ДИНИТРИЛОКСИД-2,4,6-ТРИЭТИЛБЕНЗОЛОМ

Стасюк В.В.

АО «ФНПЦ «Алтай»», Бийск, e-mail: ISVVI@yandex.ru

В работе исследовано влияние оксидов цинка, титана и железа на процесс отверждения связующих 1,3-динитрилоксид-2,4,6-триэтилбензолом. В качестве связующих использовались бутадиеновый каучук, пластифицированный нефтяным маслом, и бутадиен-нитрильный каучук, пластифицированный нитроэфиром. Для данных связующих влияние добавки на процесс отверждения характеризуется общей динамикой развития процесса с незначительными различиями по степени воздействия. Установлено проявление сильного ингибирующего действия нанодисперсного оксида титана TiO_2 на процесс вулканизации вплоть до полной блокировки реакции. Дополнительно отмечается влияние окиси титана на процесс сшивания связующего, что приводит к неравномерной вулканизации и ухудшению механических характеристик смеси. Окись железа Fe_2O_3 , с размером частиц до 200 мкм, не повлияла на реокинетику процесса, что позволило сделать вывод об инертности добавки при данной дисперсности. Применение нанодисперсного оксида цинка ZnO незначительно ускорило процесс сшивания вулканизата.

Ключевые слова: отверждение, относительная вязкость, живучесть, время гелеобразования, связующее

INFLUENCE OF ZINC OXIDE, IRON OXIDE AND TITANIUM OXIDE ON RHEOKINETIC OF POLYMER BINDER SOLIDIFICATION WITH 1,3-DINITRILOXIDE-2,4,6-TRIETHYLBENZOL

Stasyuk V.V.

Federal Science-Production Centre «Altay», Biysk, e-mail: ISVVI@yandex.ru

The article is devoted to searching of influence some oxides on polymer binder vulcanization. For experiments were used two base blends, that include nitrile-butadiene rubber plastifying in nitro ester and butadiene rubber plastifying in transformer oil. For low temperature (30–50 C°) solidification was chosen vulcanizing agent 1,3-dinitriloxid-2,4,6-triethylbenzol. All measuring was done on Heplers viscosimeter for immersion method with glass ball on loaded metal rod. Results have a comparable effect for two polymer binders. Nanoscale titan oxide showed strong inhibition with total block of reaction with added 10% mass. matter or more. Vulcanization process slowed more than 2 times with 2,5% mass. filler, but because of chemical interaction mechanical property was worsened. Adding iron oxide, which had polydispersed distribution less 200 microns, not changed solidification process and characterized as an inert component. The uses 10% mass. of nanosized zinc oxide accelerate the crosslinking.

Keywords: vulcanization, viscosity, vitality, polymer binder, jelling time

В настоящее время для улучшения качества или получения необходимых свойств материалов на базе каучуков выделяются такие направления, как введение твердых наполнителей [4], низкомолекулярных каучуков [3] или применение радиационной вулканизации. Например, с целью повышения упругих и прочностных свойств силиконового каучука вводится наноразмерный порошок диоксида кремния тароксил [2]. Применение в качестве добавок оксидов металлов, в частности оксида титана, цинка, является перспективным направлением модификации полимерных композиций. Наполнители способны взаимодействовать как с каучуком, так и с отвердителем. Так происходит вулканизация полихлоропрена окислами металлов [7] за счет протекания реакции замещения без раскрытия двойных связей. Модификация кристаллических наполнителей путем нанесения инертной

полимерной пленки на поверхность, подробно рассмотренная в работе [1], является одним из способов блокирования нежелательных реакций. Однако применение данной технологии возможно лишь при наличии данных о взаимодействии компонентов в отверждающейся системе. В работе [6] показана возможность блокировки активности отвердителя 1,3-динитрилоксид-2,4,6-триэтилбензола (ТОН-2) нанодисперсным порошком алюминия $AlEX_3$, $\gamma-Al_2O_3$ и рядом других добавок, что убедительно показало необходимость проведения дальнейших исследований в данном направлении.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования выбраны бутадиеновый каучук, пластифицированный нефтяным маслом (СВ-1), и бутадиен-нитрильный каучук, пластифицированный нитроэфиром (СВ-2). В качестве наполнителей применялись нанопорошки оксида цинка и 80% анатазного оксида титана. Оксид железа имел

полидисперсное распределение с размером частиц менее 200 мкм. Во всех опытах количество отверждающего агента ТОН-2 составляло 0,2 % по массе сверх 100 % от массы связующего.

Определение вязкости полимерной массы проводилось на реовискометре Геплера. Приготовленная смесь помещалась в измерительный стаканчик, который закреплялся в водяной рубашке. Установка температурного режима осуществлялась с помощью термостата TERMEX «BT3-1». Время выхода на рабочий температурный режим составляет порядка 10 минут. С учетом рассеяния тепловой энергии рубашкой во внешнюю среду термостатом поддерживается температура с отклонением в 0,1–0,3 °С от заданного значения.

Обычно выделяют две ступени в ходе процесса сшивания полимерной массы. Вначале происходит рост разветвленности макромолекул, а на втором этапе формируется сетка, охватывающая весь объем материала [5]. В процессе отверждения время релаксации деформаций и напряжений на первой стадии отверждения не влияет на результаты измерений вязкости. Однако в процессе формирования трехмерной сетки данные характеристики возрастают на порядки. Поэтому все опыты проводились с одной нагрузкой, и в зависимости от стадии отверждения, времени наблюдения постепенно уменьшался участок падения шарика от 30 мм до 1 мм для получения наиболее достоверных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Модификация смесей на основе СВ-1 и СВ-2 оксидом титана TiO_2 приводит к значительным изменениям процесса вулканизации. На рис. 1 отражены реокинетические

кривые, полученные для СВ-1 и при его наполнении разным содержанием TiO_2 .

Из представленного графика видно ярко выраженное влияние оксида титана на активность отверждающего агента ТОН-2. Введение в состав 5% и более данного наполнителя приводит к незначительному росту вязкости и практически полной блокаде отвердителя. Добавление 2,5% TiO_2 увеличило живучесть в 2,6 раза, однако следует отметить уменьшение коэффициента скорости в стадии гелеобразования по сравнению с чистым связующим. Данный факт указывает не только на сильно выраженный ингибирующий эффект, но и на химическое взаимодействие с компонентами продукта. Стоит отметить, что в резиновой промышленности диоксид титана применяется в белых и цветных резинах на основе каучуков общего назначения в качестве стойкого к действию света белого пигмента [4]. Однако галоген содержащие титановые системы в промышленности используют для ускорения процесса сшивания и регулирования содержания цис-1,4-звеньев в полибутадиенах от 60 до 90% [4].

Для связующего СВ-2 введение оксида титана привело к результатам, схожим с СВ-1. Отверждение проводилось при температуре $T = 30\text{ °C}$, поэтому, учитывая время отверждения, на рис. 2 приведены графики развития процесса отверждения и при контрольных замерах спустя продолжительное время.

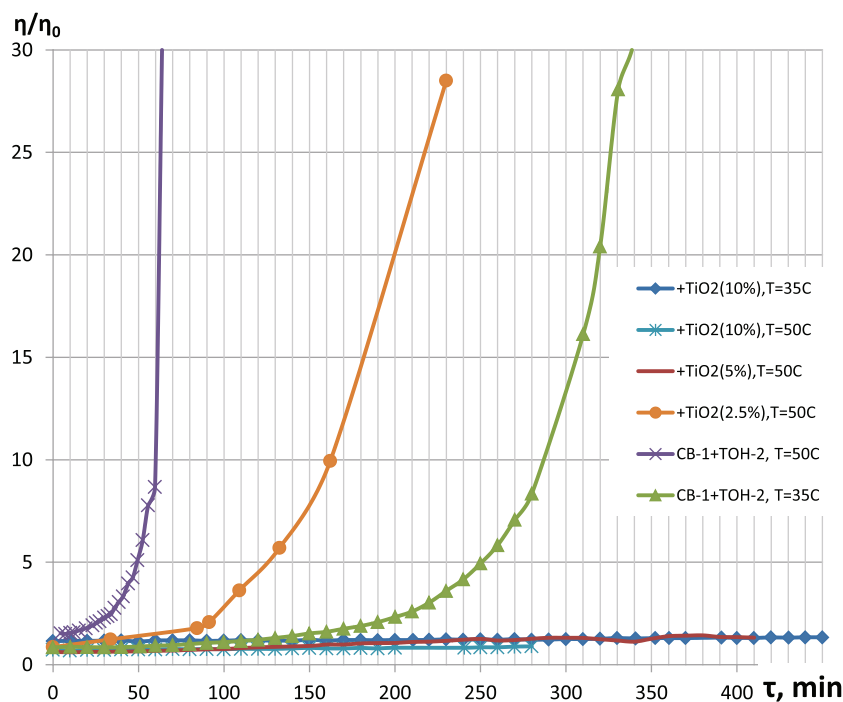


Рис. 1. Реокинетические кривые составов на основе СВ-1

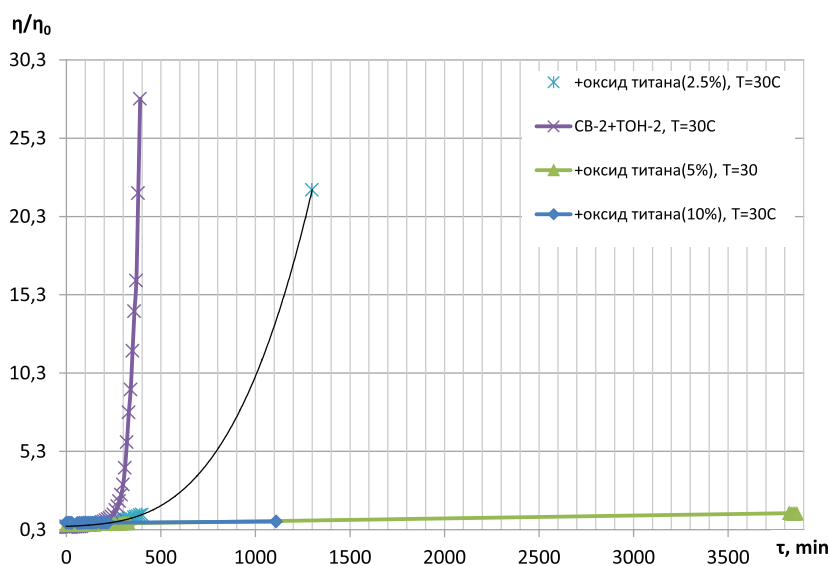


Рис. 2. Реокинетические кривые отверждения композиций на основе СВ-2

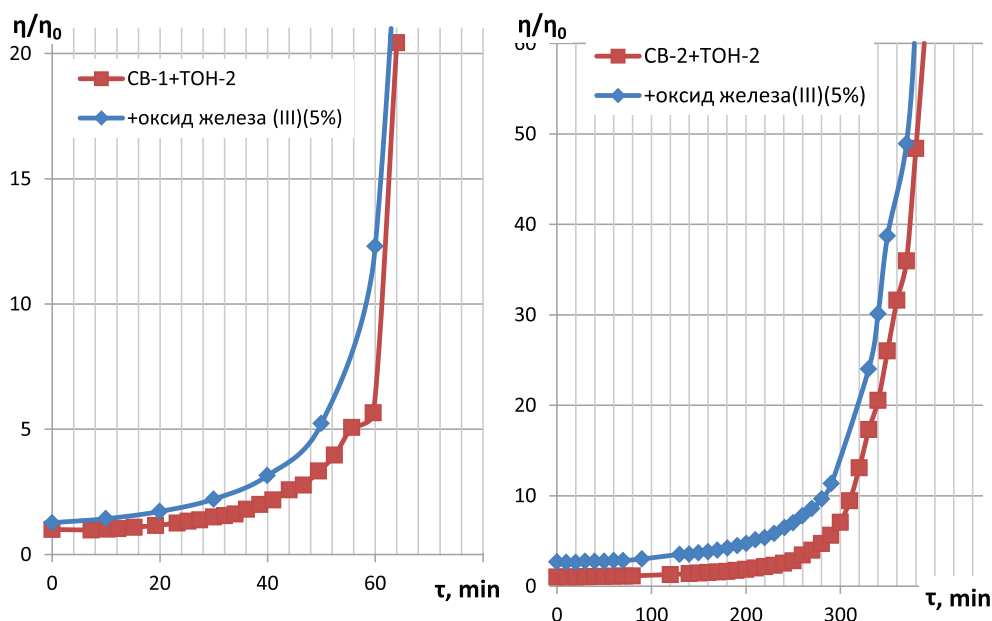


Рис. 3. Изменение относительной вязкости связующих и их модификации 5% оксида железа при температурном режиме для СВ-1 – $T = 50^{\circ}\text{C}$ и для СВ-2 – $T = 30^{\circ}\text{C}$

Из полученных данных видно, что введение в состав 10% мас. TiO_2 приводит к повышению вязкости за счет наполнителя и отсутствию роста вязкости, т.е. процесс вулканизации связующего не наблюдается. При уменьшении количества оксида титана вдвое наблюдается незначительный рост вязкости до показателя с максимальным значением наполнителя за время более 8 ча-

сов. За время наблюдения наблюдался линейный рост вязкости, что осуществлялось за счет роста полимерных цепочек. При модификации состава 2,5% TiO_2 наблюдается как минимум двукратное замедление процесса сшивки образца. Механические характеристики ухудшились по сравнению с чистым вулканизатом, что является следствием блокировки ТОН-2 оксидом титана.

Добавление 5% Fe_2O_3 не привело к изменениям в скорости отверждения, что характеризует данный компонент как инертный наполнитель. Наглядное сравнение приведено на рис. 3. Несовпадение графиков вызвано ростом вязкости смеси при наполнении.

Для СВ-2 характерно аналогичное поведение смеси при введении того же количества оксида железа, как и для СВ-1.

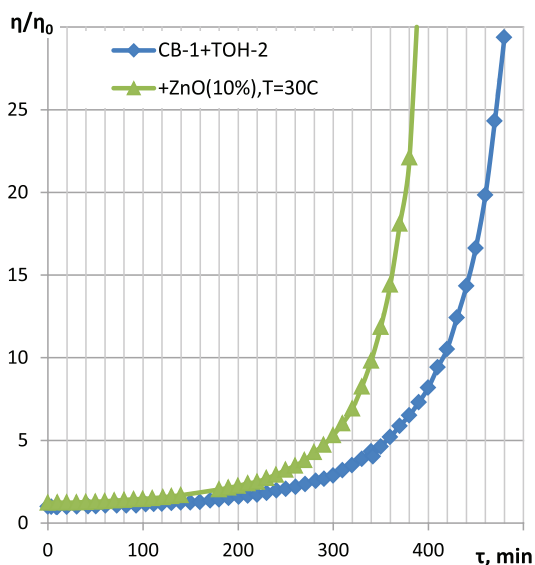


Рис. 4. Реокинетические кривые отверждения СВ-1 и его модификации

Введение в связующее СВ-1 10% оксида цинка катализировало процесс вул-

канизации, что отображено на рис. 4. По сравнению с базовой смесью время сшивания модифицированной версии сократилось приблизительно на 70 мин ($\approx 20\%$). Следует отметить, что данный компонент применяется в качестве активатора серной вулканизации всех диеновых каучуков, вулканизирующего агента хлоропrenoвых каучуков, либо как теплоустойкий и теплопроводный инертный наполнитель (используемые дозировки составляют 1–5 мас. ч. на 100 мас. ч.) [4].

Введение оксида цинка незначительно ускорило отверждение смеси на базе СВ-2 по сравнению с чистой композицией без добавок, что указывает на каталитическую активность добавки. Эксперимент проводился при температуре 30 и 45 °С для 10% добавки, а для 5% – только 30 °С. Однако данный компонент приводит к уменьшению прочности вулканизата в целом. Уменьшение количества добавки до 5% привело к наложению кривой отверждения на значения базового состава. Следует также отметить, что ZnO (3–5 мас. ч.) используется в качестве активатора вулканизации бутадиен-нитрильного каучука [4].

На рис. 5 для сравнения приведены кривые процесса вулканизации СВ-2 и его модификации оксидом цинка. Наличие частиц окиси цинка привело к увеличению сопротивления композиции внешнему физическому воздействию. Сравнивая относительное замедление процесса отверждения смесей на базе СВ-1 и СВ-2, можно отметить большую чувствительность к добавке первого каучука.

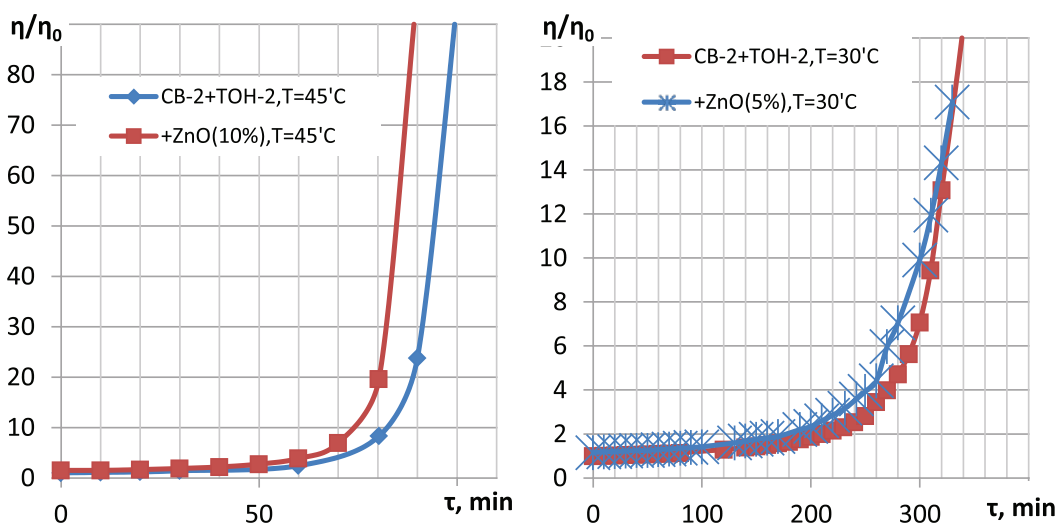


Рис. 5. Реокинетические кривые отверждения СВ-2 и модификаций с (10% мас.) ZnO при $T = 45^\circ\text{C}$ (слева) и с (5% мас.) ZnO при $T = 30^\circ\text{C}$ (справа)

Обобщенные данные по процессу отверждения смесей

Связующее	Добавка	Отвердитель	Температура T, °C	t _{гел} , мин	t _{5η} , мин
СВ-1 (100%)	–	ТОН-2 (0,2%)	30; 50	420 (7 ч); 60 (1 ч)	265;40
	TiO ₂ (10%)		35; 50	–	–
	TiO ₂ (5%)		50	–	–
	TiO ₂ (2,5%)		50	145 (2,42 ч)	95
	ZnO (10%)		30	360 (6 ч)	200
	Fe ₂ O ₃ (5%)		50	60 (1 ч)	40
СВ-2 (100%)	–	ТОН-2 (0,2%)	30; 45	320 (5,33 ч); 86 (1,43 ч)	240; 65
	TiO ₂ (10%)		30	–	–
	TiO ₂ (5%)		30	–	–
	TiO ₂ (2,5%)		30	800 (6,25 ч)	600
	ZnO (10%)		45	76 (1,27 ч)	50
	ZnO (5%)		30	320 (5,33 ч)	220
	Fe ₂ O ₃ (5%)		30	320 (5,33 ч)	230

Аналитические данные, рассчитанные по графикам, представлены в таблице, где приведены время гелеобразования (t_{гел}, мин) и живучесть композиции (t_{5η}, мин). Указанные в одной строке температуры, при которых проводилось отверждение связующих, расположены в соответственном порядке для времени гелеобразования и живучести смеси. Компоновка смесей указана в процентах по массовому содержанию относительно связующего.

Расчет в процентах относительных значений времени гелеобразования связующих СВ-1/СВ-2 с одной добавкой позволил получить сравнительный коэффициент влияния наполнителя равный 0,968 для окиси титана и 0,969 для оксида цинка. Данные значения показывают, что относительное влияние приведенных наполнителей для связующего СВ-2 проявляют большую активность по сравнению с СВ-1.

Полученные данные наглядно демонстрируют изменение процесса отверждения композиций на основе бутадиенового и бутадиен-нитрильного каучуков при введении модификаторов, что позволяет учесть влия-

ние добавок или задать приемлемое время вулканизации.

Список литературы

1. Баранова Н.В., Кленько А.В., Косточко А.В. Модификация наполнителей нитраминного типа нитрильными и уретановыми эластомерами / Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – вып. 18. – С. 90–95.
2. Бардаханов С.П., Завьялов А.П., Зобов К.В. и др. Влияние добавки наноразмерного порошка диоксида кремния тароксил на прочностные и упругие свойства каучука // Каучук и резина. – 2009. – № 05. – С. 5.
3. Ворончихин В.Д., Дубков К.А., Иванов Д.П. и др. Влияние добавки низкомолекулярных каучуков на свойства смесей и резин // Каучук и резина. – 2009. – № 05. – С. 25–28.
4. Большой справочник резинщика. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты / Под ред. С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозова. – М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. – 744 с.
5. Малкин А.Я., Куличихин С.Г. Реология в процессах образования и превращения полимеров. – М.: Химия, 1985. – 240 с.
6. Попок В.Н., Пивоваров Ю.А., Бычин Н.В. Влияние микро-, нанодисперсных порошков алюминия и пассивирующих добавок на реокинетику отверждения 1,3-динитрилоксид-2,4,6-триэтилбензолом и механические характеристики композиций на основе каучука СКД // Бутлеровские сообщения. – 2015. – Т. 44, № 12. – С. 120–131
7. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Госхимиздат, 1963. – 528 с.

УДК 678.073

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

¹Тарановская Е.А., ²Полигаева Н.А., ²Слугин В.В.

¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: taranov-elena@mail.ru;

²ФГАОВ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, e-mail: conata07@list.ru

В статье описаны композиционные материалы на основе хитозана, их свойства и область применения. Наиболее широко такие композиционные материалы используются в медицине в качестве транспортеров лекарственных средств, в качестве заменителей костной ткани и интеросорбентов. Так как композиты на основе хитозана обладают высокой сорбционной способностью, то в статье предложено использовать композиты на основе хитозана для очистки сточных вод. Стоимость на рынке хитозана высока (более 4 тыс рублей за кг), поэтому в статье предложено создавать композиционные сорбционные материалы на основе хитозана и отходов сельхозпереработки, которые позволят снизить себестоимость и повысить сорбционные свойства. В качестве отходов сельхозпереработки предложено использовать карбонизированный остаток обмолота проса, который обладает высокими сорбционными свойствами. Получены композиты, где в качестве связующего используется хитозан, а в качестве наполнителя – карбонизированный остаток обмолота проса с различным содержанием (10%; 20%; 30%; 40% от общей массы). Построены изотермы адсорбции ионов тяжелых металлов на полученных композиционных сорбционных материалах с различным содержанием наполнителя и рассчитаны значения максимальной сорбционной емкости. Определены механические свойства (истираемость и измельчаемость) полученных композиционных сорбционных материалов и определено, что лучшими характеристиками обладает сорбционный композиционный материал с добавкой наполнителя в количестве 20%. Проведено математическое описание процесса сорбции ионов тяжелых металлов полученных композитов.

Ключевые слова: композиционные материалы, биополимер – хитозан, карбонизированный остаток обмолота проса

INFLUENCE OF FILLER ADDITIVE ON THE PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON CHITOSANE

¹Taranovskaya E.A., ²Politaeva N.A., ²Slugin V.V.

¹Orenburg State University, Orenburg, e-mail: taranov-elena@mail.ru;

²St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, e-mail: conata07@list.ru

The article describes composite materials based on chitosan, their properties and field of application. Most widely, such composite materials are used in medicine as transporters of medicines, as substitutes for bone tissue and interosorbents. Since composites based on chitosan possess high sorption ability, it is proposed to use composites based on chitosan for wastewater treatment. The cost in the market of chitosan is high (more than 4 thousand rubles per kilogram), therefore it is proposed to create composite sorption materials based on chitosan and agricultural processing waste that will reduce the cost price and increase sorption properties. As a waste of agricultural processing, it is proposed to use the carbonized residue of threshing of millet, which has high sorption properties. Composites are obtained, where chitosan is used as a binder, and as a filler is a carbonized residue of threshing of millet with different contents (10%, 20%, 30%, 40% of the total mass). Adsorption isotherms of heavy metal ions were constructed on the obtained composite sorption materials with different filler content and the values of the maximum sorption capacity were calculated. The mechanical properties (withering and grinding properties) of the composite materials obtained were determined and it was determined that the sorption composite material with a filler additive of 20% had the best characteristics. A mathematical description of the process of sorption of heavy metal ions of the composites obtained is carried out.

Keywords: composite materials, biopolymer – chitosan, carbonized threshing residue of millet

Композитный материал, композит – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с четкой границей раздела между ними. В большинстве композитов (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу (или связующее) и включенные в неё армирующие элементы (или наполнители). В композитах конструкционного назначения армирующие элементы обычно обеспечивают необходимые механические характеристики материала (прочность,

жёсткость и т.д.), а матрица обеспечивает совместную работу армирующих элементов и защиту их от механических повреждений и агрессивной химической среды. Композитные материалы, представляющие собой гетерофазные системы, полученные из двух или более компонентов с сохранением индивидуальности каждого отдельного компонента. Композит является неоднородным в макромасштабе и неоднородным в микромасштабе [1].

Композиционные материалы на основе хитозана в последние годы широко исполь-

зуются в медицине. Нано- и микрочастицы биосовместимого хитозана были использованы для микрокапсулирования препарата карведилола, который применяется при болезнях сердца, гипертонии (рис. 1). Это помогло устранить нежелательные побочные эффекты при приеме лекарства.

Нанокompозиты на основе хитозана важны для регенеративной медицины и тканевой инженерии костей и хрящей. Биоразлагаемый, биосовместимый хитозан, обладающий антибактериальными и заживляющими свойствами, всё чаще используют при создании каркасов. Для повышения механической прочности добавляют наночастицы CaP или CaCO₃, нановолокна гидроксиапатита. Нанокompозит из волокон хитозана и наночастиц CaCO₃ можно использовать для регенерации хрящей. При добавлении 4 вес.% наночастиц диаметр волокон увеличился с 72 нм до 140 нм, модуль Юнга вырос с 16 до 912 МПа. Присутствие наночастиц сделало матрицу более шероховатой, и это создало благоприятные условия для адгезии и пролиферации (роста) клеток на каркасе (рис. 2).

Особый интерес представляют нанокompозиты хитозан-графен. Добавление графена (или его производных) улучшает не только механические, но также термические и электрические свойства. Благодаря большой активной поверхности, твердости, геометрической форме графен обеспечивает необходимую связь между компонентами нанокompозита. Положительно влияет присутствие дополнительных функциональных групп (например, кислородсодержащих в случае оксида графена, GO). Добавление всего нескольких весовых процентов GO значительно улуч-

шает сорбцию ионов тяжелых металлов в водных растворах. Аэрогель GO-хитозан оказался чрезвычайно эффективным сорбентом тетрациклина (сорбционная емкость = 1,13*10³ мг/г). Более того, его можно многократно использовать. Это очень важно, поскольку в наши дни загрязнение воды фармацевтическими антибиотиками представляет реальную опасность и для человека, и для микроорганизмов. В ряде работ показано, что нанокompозитные адсорбенты с магнитными свойствами, полученные при добавлении наночастиц Fe₃O₄, эффективно удаляют различные ядовитые красители [2].

В патенте РФ № 2376019 авторы разработали композит на основе хитозана, трикальцийфосфата и карбоната аммония, полученный авторами композиционный материал предназначен для пластической реконструкции поврежденных костных материалов в организме человека. В работе получен ряд составов биокompозиционных материалов на основе вспененных стекломатриц и гидрогелей – поливинилового спирта и хитозана. Изучено влияние природы полимерных гидрогелей на свойства полимер-минеральных биокompозитов. Установлено, что пористые биокompозиты, содержащие хитозан, обладают повышенной прочностью и водостойкостью в сравнении с биокompозитами, содержащими поливинилового спирта [3].

Макропористые полимерные гидрогели были получены путем сополимеризации акриловых производных поливинилового спирта с N,N-диэтиламиноэтилметакрилатом (ДЭМАА) в воднозамороженных системах. Исследовано влияние условий реакции на выход и свойства образующихся гидрогелевых систем [4].

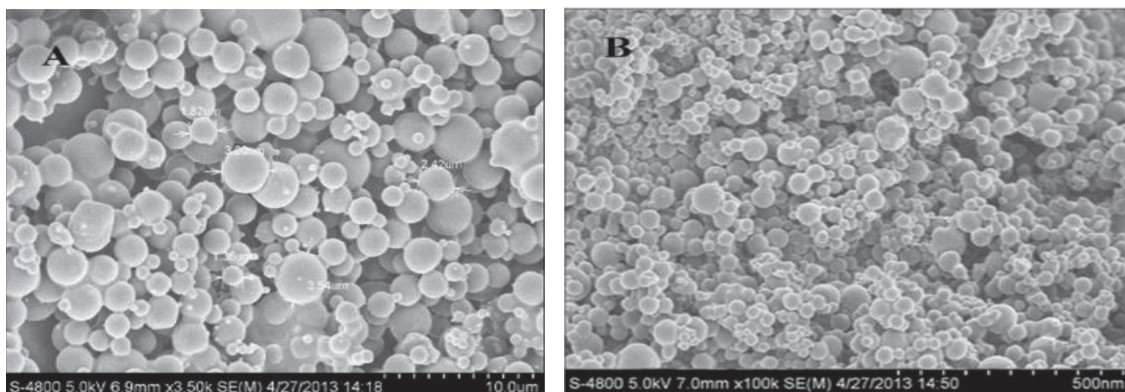


Рис. 1. SEM изображения микрокапсул с лекарством (слева) и наночастиц хитозана (справа)

В зарубежной литературе встречаются работы, посвященные использованию хитозана для очистки сточных вод, но использование чистого хитозана экономически нецелесообразно ввиду его большой стоимости выше 4 тыс. рублей за кг. Поэтому работы направленные на создание композитов, где в качестве связующего используется хитозан, а в качестве наполнителя – отходы агропромышленного комплекса, являются актуальными и имеют практическое значение.

Цель данной работы – создание композиционного материала на основе биополимера хитозана и карбонизированного остатка обмолота проса, обладающего высокими сорбционными свойствами по отношению к ионам тяжелых металлов.

Для получения композита использовали хитозан, полученный по запатентованной методике [5] на предприятии ООО «Хитозановые технологии» из отходов переработки промышленных ракообразных, а именно панциря ходильных конечностей камчатского королевского краба.

Хитин, превращающийся впоследствии в хитозан, в панцире ракообразных, образует волокнистую структуру и связан с белками, имея вид хитин-белкового комплекса и являясь нерастворимым полиме-

ром – не поддается выделению из панциря напрямую. Для его получения необходимо последовательно отделить белковую и минеральную составляющие панциря, т.е. перевести их в растворимое состояние и удалить. Для получения хитина и его модификаций с воспроизводимыми характеристиками необходимо исчерпывающее удаление белковой и минеральной части компонентов панциря.

Процесс выделения хитина традиционно проводили химическим способом, который состоит из следующих стадий:

– стадия **деминерализации** проводится для удаления минеральных веществ, которые закрывают доступ реагентов к хитину. Процесс осуществляется обработкой измельченного панциря раствором соляной кислоты, которая растворяет минеральные примеси – главным образом карбонат кальция и магния;

– стадия **депротенирования** проводится с целью разрушения хитин-белкового комплекса с последующим удалением из панциря белков и липидов. Это достигается путем обработки измельченного панциря раствором гидроксида натрия.

В основе получения хитозана лежит реакция отщепления от структурной единицы хитина ацетильной группировки:

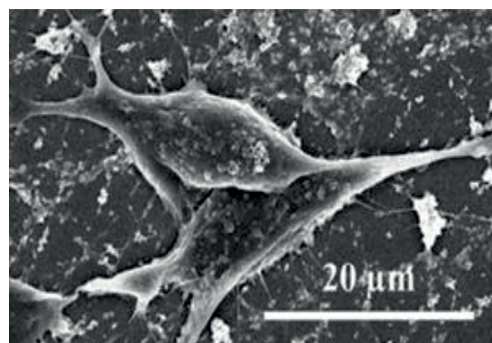
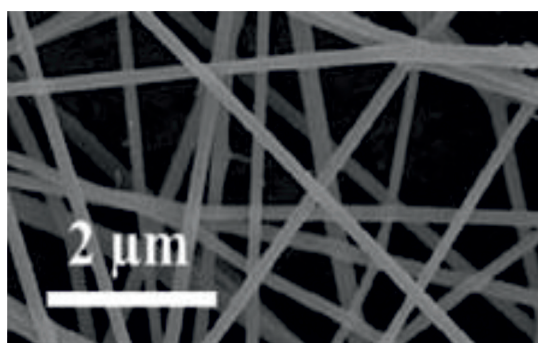
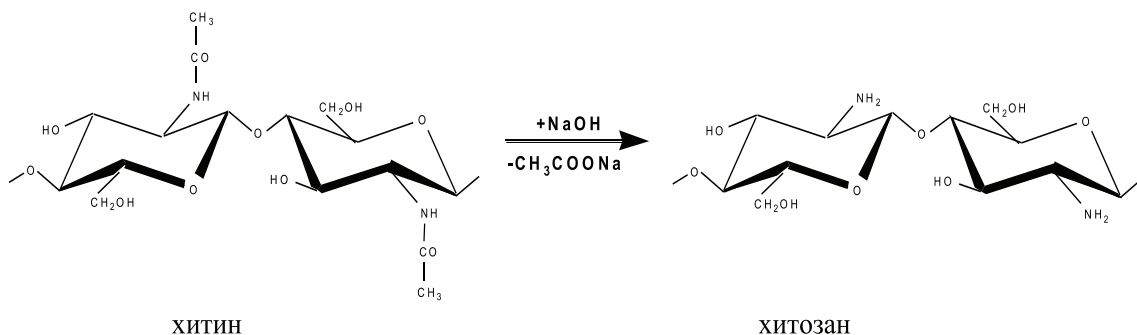


Рис. 2. Слева: SEM изображение нановолокон хитозан/ПВА с добавлением 4 вес. % наночастиц CaCO_3 . Справа: рост клеток хондрогенной клеточной линии ATDC5 на нанокompозите (4-ый день)

Транс-расположение в элементарном звене макромолекулы хитина заместителей (ацетамидной и гидроксильной групп) у С2 и С3 обуславливает значительную гидролитическую устойчивость ацетамидных групп. Поэтому отщепление ацетамидных групп удается осуществить лишь в сравнительно жестких условиях. Реакция деацетилирования сопровождается одновременным разрывом гликозидных связей полимера, т.е. уменьшением молекулярной массы, изменением надмолекулярной структуры, степени кристалличности.

Полученный по данной технологии хитозан обладает следующими характеристиками: насыпная плотность = 0,2738 кг/см³ кг/м³, влажность 13,8%, средневязкостная молекулярная масса ММ = 420 кДа (килодальтон), степень деацетилирования СД = 80%. В статье [6] было показано, что данный хитозан обладает высокими сорбционными свойствами по отношению к ИТМ.

Для получения композита в качестве наполнителя использовали карбонизированный остаток обмолота проса. В работах [7–8] показано, что при термической обработке отходов сельхозпереработки при $T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 20 мин образуются пористые структуры ($D_{\text{пор}}$ от ~0,8 до ~4–5 нм), которые обладают высокими сорбционными свойствами: $A_{\text{ИТМ}} \approx 17$ мг/г, удельная поверхность $S_{\text{уд}} = 188$ м²/г, суммарный объем пор по воде $V_{\text{пор}} = 0,3$ см³/г.

Для получения композиционного материала – хитозан-просо (КМХП) изначально готовят 6%-ный раствор хитозана с уксусной кислотой, для этого к 940 мл 3%-ной уксусной кислоты при постоянном перемешивании постепенно в течение 1 часа добавляют 60 г хитозана. Смесь перемешивают в течение 4–5 часов до полного растворения хитозана. Затем в смесь добавляют порошок измельченного карбонизированного остатка обмолота проса в количестве 10; 20; 30; 40% от общей массы. Полученную смесь перемешивают до однородного состояния в течение 1 часа и вливают через дозатор в 5%-ный раствор едкого натрия (NaOH). Сформированные гранулы выдерживают в течение суток в растворе щелочи NaOH, с последующей промывкой водой до значений pH 7,0–7,5 и высушивают при комнатной температуре в течение суток. В результате были получены композиты в форме гранул черного цвета, диаметром 3–5 мм.

Полученные гранулы исследовали на способность извлекать ионы тяжелых металлов (Pb²⁺, Cd²⁺, Zn²⁺) с начальной концентрацией от 5 до 100 мг/л с шагом 5 мг/л. В модельные растворы добавляли полученные гранулы в количестве 20 г на литр и проводи-

ли процесс сорбции в статических условиях в течение 20 мин (время достижения сорбционного равновесия) при постоянном перемешивании и термостатировании в интервале температур 293 ± 2 К. Для сравнения проводили аналогичный процесс сорбции с хитозаном. После очистки стоков сорбент отделяли фильтрованием и определяли конечную концентрацию ионов тяжелых металлов вольтамперометрическим методом [9]. По изотермам адсорбции были рассчитаны значения максимальной сорбционной емкости (А, мг/г), которая увеличивается в ряду:

- для гранул № 1 с содержанием ТОП 10% Pb²⁺ (38), Cd²⁺ (40), Zn²⁺ (44);
- для гранул № 3 с содержанием ТОП 30% Pb²⁺ (42), Cd²⁺ (45), Zn²⁺ (48);
- для гранул № 2 с содержанием ТОП 20% Pb²⁺ (42), Cd²⁺ (45), Zn²⁺ (50);
- для гранул № 4 с содержанием ТОП 40% Pb²⁺ (42), Cd²⁺ (45), Zn²⁺ (50).

При сравнении сорбционной емкости модифицированных материалов с различным содержанием наполнителя было установлено, что максимальная сорбционная емкость достигается по композиту с содержанием наполнителя 40 и 20%. При использовании наполнителя в количестве 40% механическая прочность гранул намного ниже, чем при добавке 20%. Видно, что гранулы с добавками 40 и 30% не имеют четкую форму и разваливаются в процессе сушки.

Были исследованы физико-механические свойства (истираемость и измельчаемость) полученных композитов (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические характеристики КМХП в зависимости от состава

Количество наполнителя в составе композита, %	Истираемость, %	Измельчаемость, %
10	0,3	3
20	0,3	3
30	0,9	6
40	1,2	10

Из табл. 1 видно, что сорбент на основе хитозана с содержанием карбонизированного остатка проса 10 и 20% соответствует требованиям ГОСТ Р 51641–2000 [10].

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что композит на основе хитозана, где в качестве наполнителя используется карбонизированный остаток обмолота проса 20% обладает наиболее допустимыми параметрами: высокой сорбционной емкостью, истираемостью 0,3%, измельчаемостью 3%. Поэтому данное соотношение выбирается как оптимальное.

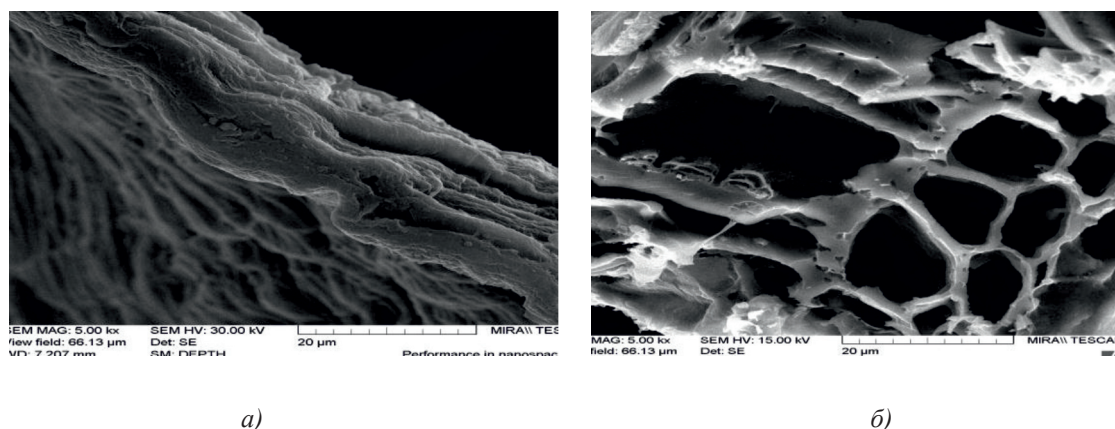


Рис. 3. Морфология поверхности гранул КМХП, содержащих карбонизированный остаток обмолота проса в количестве 20%: а) $\times 100$; б) $\times 200$

Исследования на автоэмиссионном сканирующем электронном микроскопе показали, что исходный хитозан имеет слоистую структуру (рис. 3, а), а композит на основе хитозана и карбонизированного обмолота проса (20%) имеет неоднородную структуру, с участком пористой поверхности. При содержании проса 20% поверхность КМХП имеет поры с размерами 4–12 нм и 20–24 нм. Пористая структура поверхности позволяет предположить, что извлечение ИТМ протекает за счет физической адсорбции.

Для математического описания процесса определим связь между факторным признаком X – процент шелухи проса в смеси с хитозаном и результативными признаками: Y_1 – сорбционная емкость; Y_2 – истираемость; Y_3 – измельчаемость. Считаем априори, что эмпирические данные распределены по нормальному закону, будем полагать о существовании линейной корреляционной зависимости между признаками X и Y , т.е. регрессии

$$Y = aX + b. \quad (*)$$

С целью выбора наиболее адекватной эмпирическим данным линейной функции (*), параметры a и b определялись методом наименьших квадратов и с помощью статистических программ табличного процессора Excel. Результат статистической обработки представлен в табл. 2, в которой приведены значения коэффициентов a и b линейной регрессии (*), их стандартные отклонения (стандартные ошибки) S_a и S_b , а также коэффициенты r парной корреляции между признаками X и Y .

Как видно из построенных линейных регрессионных моделей (табл. 2), при увеличении в смеси шелухи проса на 1%

в среднем, сорбционная емкость увеличится на 0,2 мг/г, истираемость – на 0,033% и измельчаемость – на 0,24%. Отметим также, что построенные модели при уровне значимости $\alpha = 0,1$ адекватны экспериментальным данным (объясняют более 80% рассеяния значений результативного признака Y , т.е. регрессией Y по X). Таким образом, с доверительной вероятностью 0,9 количество карбонизированного остатка обмолота проса в составе композита принимаем 20%.

Таблица 2

Параметры линейной зависимости $Y = aX + b$ и коэффициенты парной корреляции между признаками X и Y

Y	$a \pm s_a$	$b \pm s_b$	r
Y_1	$0,2 \pm 0,06$	$43 \pm 1,73$	0,91
Y_2	$0,033 \pm 0,008$	$-0,15 \pm 0,22$	0,95
Y_3	$0,24 \pm 0,06$	$-0,5 \pm 1,78$	0,93

Выводы

В результате проделанной работы было подобрано оптимальное содержание наполнителя для получения композита для очистки сточных вод от ИТМ (Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+}). Показано, что добавка 20% карбонизированного обмолота проса в качестве наполнителя для композита на основе хитозана отвечает требованиям ГОСТ по механическим показателям и обладает лучшей сорбционной емкости по ИТМ. Проведено математическое описание процесса получения композита. Микроструктурные исследования показали наличие пористой поверхности композита по сравнению с исходным хитозаном, что обуславливает его адсорбционные свойства.

Список литературы

1. Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. [Текст] / М.Л. Кербер – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.
2. Алексева О. Наноматериалы. Нанокompозиты на основе хитозана [Текст] / О. Алексева // Перспективные технологии. ПерсГ. – 2015. Т. 22, выпуск 8. – С. 2–4.
3. Патент РФ № 2376019 Голунова А.С., Артюхов А.А., Фомина А.П., Штильман М.И.
4. Голунова А.С. Пористые полимерные гидрогели на основе поливинилового спирта и его производных, содержащих заряженные группы [Текст] / А.С. Голунова, А.А. Артюхов, А.П. Фомина, М.И. Штильман // Успехи в химии и химической технологии. – 2010. – Т. 24, № 4 (109). – С. 25–29.
5. Абдулин В.Ф. Особенности процессов экстрагирования при извлечении биополимера хитина из панциря ракообразных [Текст] / В.Ф. Абдулин, С.Е. Артеменко, О.С. Арзамасцев // Химические волокна. – 2008. – № 6. – С. 21–24.
6. Тарановская Е.А. Очистка сточных вод с применением хитозана [Текст] / Е.А. Тарановская, Н.А. Собгайда, И.П. Алферов, П.А. Морев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (85). – С. 322–326.
7. Собгайда Н.А. Влияние модифицирования шелухи пшеницы на ее сорбционные свойства к ионам Pb²⁺, Cd²⁺, Zn²⁺ и Cu²⁺ [Текст] / Н.А. Собгайда, Л.Н. Ольшанская, Ю.А. Макарова // Известия высших учебных заведений. Сер. Химия и химическая технология. – 2010. – Т. 53, № 11. – С. 36–40.
8. Патент № Пат. № 2429069 Российская Федерация, МПК В 01 J 20/24, В 01 J 20/28. Сорбент для очистки сточных вод [Текст].
9. Брайнина Х.З. Инверсионные электроаналитические методы [Текст] / Х.З. Брайнина, Е.Я. Нейман. – М.: Химия, 1988. – 239 с.
10. ГОСТ Р 51641–2000. Материалы фильтрующие зернистые. Общие технические условия. [Текст] – М.: Стандартинформ, 2000. – 14 с.

УДК 517.962.8

ПРОГРАММА ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ РИККАТИ С ПРОИЗВОДНОЙ ДРОБНОГО ПЕРЕМЕННОГО ПОРЯДКА**¹Твердый Д.А., ^{1,2}Паровик Р.И.**¹ФГБОУ ВО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»,
Петропавловск-Камчатский, e-mail: diplomat95@mail.ru;²ФГБУН Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
Паратунка, e-mail: romanparovik@gmail.com

Разработана компьютерная программа «NSFDRE» (сокращение от «Numerical Solution of a Fractional-Differential Riccati Equation») на языке C++, которая позволяет получить численное решение задачи Коши для дифференциального уравнения Риккати с производной переменного дробного порядка. Численный алгоритм, реализованный в программе, основан на аппроксимации производной переменного порядка конечными разностями и решении соответствующей алгебраической нелинейной системы уравнений. В программе пользователь может выбрать некоторые функциональные зависимости для переменного дробного порядка и в зависимости от этого построить кривые распределения численного решения, фазовую траекторию, а также наблюдать погрешность метода на каждом шаге вычислений.

Ключевые слова: уравнение Риккати, дробная производная, эрдитарность, численные методы, дифференциальное уравнение

PROGRAM OF NUMERICAL CALCULATION OF THE CAUCHY PROBLEM FOR THE RICKATH EQUATION WITH DERIVABLE VARIABLE ORDER**¹Tverdy D.A., ^{1,2}Parovik R.I.**¹Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk-Kamchatsky, e-mail: diplomat95@mail.ru;²Institute of Cosmophysical Research and Dissemination Radio Waves FEB RAS, Paratunka,
e-mail: romanparovik@gmail.com

The computer program «NSFDRE» (short for Numeric Solution of a Fractional-Differential Riccati Equation) in C++ has been developed. It allows obtaining a numerical solution of the Cauchy problem for the Riccati differential equation with a derivative of a variable fractional order. The numerical algorithm implemented in the program is based on approximating the derivative of a variable order by finite differences and solving the corresponding algebraic nonlinear system of equations. In the program, the user can select some functional dependencies for the variable fractional order and, depending on this, construct the distribution curves of the numerical solution, the phase trajectory, and also observe the error of the method at each step of the calculation.

Keywords: Riccati equation, fractional derivative, eriditarity, numerical methods, differential equation.

Дифференциальные уравнения дробных порядков представляют большой интерес для исследования, так как часто находят свое применение во многих областях науки, таких как: математика, физика и др. [1, 2]. Уравнения с дробными производными принадлежат классу интегро-дифференциальных уравнений и называются по терминологии В. Вольтерра эрдитарными [3]. Данное понятие означает наличие в изучаемом процессе эффекта памяти и характеризуется ядром интегро-дифференциального уравнения – функцией памяти. Если функция памяти является степенной, то мы естественным образом переходим к уравнению с дробной производной, которое изучается в рамках дробного исчисления [4, 5]. Одним из таких уравнений является эрдитарное уравнение Риккати [6–8].

В работах [6–8] эрдитарное уравнение Риккати было решено численно с помощью аппроксимации дробной производной конеч-

ной разностью. Далее реализация численного алгоритма сводилась к решению системы квадратных уравнений. Выбирая порядок дробной производной как некоторую функцию от времени, построим семейство расчетных кривых, а также фазовые траектории. Были получены новые режимы распределений, которые зависят от конкретного вида переменного порядка дробной производной. Показано, что некоторые кривые распределений характерны для других эрдитарных динамических систем. Также был исследован численный метод на погрешность с помощью правила Рунге.

В настоящей работе для автоматизации расчетов была разработана программа «NSFDRE» на языке C++ для численного решения уравнения Риккати с дробной производной переменного порядка. В программе реализован численный алгоритм расчета, а также предусмотрена возможность визуализации результатов расчета.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим следующее эрдитарное уравнение:

$$\frac{1}{\Gamma(1-\alpha(t))} \int_0^t \frac{\dot{u}(\tau)}{(t-\tau)^{\alpha(t)}} d\tau + u^2(t) - 1 = 0, \quad 0 < \alpha(t) < 1. \quad (1)$$

где $\Gamma(1-\alpha(t))$ – гамма-функция Эйлера. Для уравнения (1) введем следующее обозначение:

$$\partial_{0t}^{\alpha(t)} u(\tau) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha(t))} \int_0^t \frac{\dot{u}(\tau)}{(t-\tau)^{\alpha(t)}} d\tau, \quad (2)$$

которое является обобщением дробного оператора Герасимова – Капуто [9]. Необходимо отметить, что существуют другие определения производной дробного переменного порядков [9]. Мы же остановимся на определении (2), так как для уравнения (1) в компактной форме

$$\partial_{0t}^{\alpha(t)} u(\tau) + u^2(t) - 1 = 0, \quad (3)$$

справедливо начальное условие:

$$u(0) = \varphi, \quad (4)$$

где $\varphi = \text{const}$. Уравнение (3) является аналогом классического уравнения Риккати [10] и учитывает эф-

фект памяти. Вследствие вышесказанного постановка задачи для эрдитарного уравнения Риккати (1) в данном случае свелась к задаче Коши (3) и (4). Заметим, что в случае, когда $\alpha(t) = \text{const}$, мы приходим к задаче Коши, рассмотренной в работе [11], если $\alpha(t) = 1$, то задача Коши (3) и (4) переходит в классическую задачу Коши для уравнения Риккати.

Задача Коши (3) и (4) в общем случае не имеет точного решения, поэтому мы будем использовать численные методы для ее решения. Для этого разобьем временной отрезок $t \in [0, T]$ на N равных частей, где $\tau = T/N$ – шаг дискретизации, и получим что $t_n = n\tau$, $n = 0, \dots, N-1$ а функция решения $u(t_n) = u_n$. Аппроксимацию дробной производной (2) проведем согласно работам [13, 14] в виде

$$\partial_{0t}^{\alpha(t)} u(\tau) \approx \sigma_{\alpha_n, \tau} \sum_{j=1}^i \omega_{j, \alpha_n} (u_{n-j+1} - u_{n-j}), \quad n = 1, \dots, N-1, \quad (5)$$

где весовые коэффициенты равны

$$\sigma_{\alpha_n, \tau} = \frac{\tau^{-\alpha_n}}{\Gamma(2-\alpha_n)},$$

$$\omega_{j, \alpha_n} = j^{1-\alpha_n} - (j-1)^{1-\alpha_n}.$$

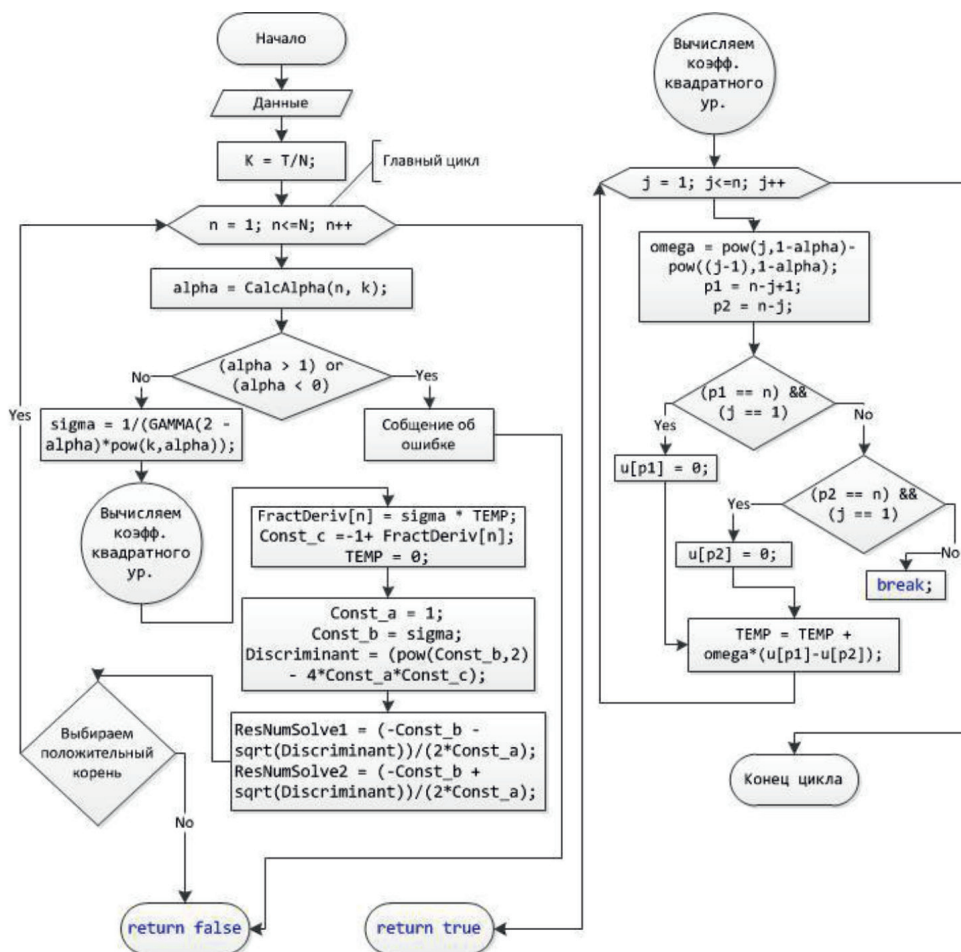


Рис. 1. Блок-схема класса для численного решения

Можно показать, что аппроксимация (5) имеет первый порядок. Интегро-дифференциальную задачу Коши (3) и (4) можно переписать в разностной постановке:

$$\sigma_{\alpha_n, \tau} \sum_{j=1}^n \omega_{j, \alpha_n} (u_{n-j+1} - u_{n-j}) = 1 - u_n^2, u_0 = \rho. \quad (6)$$

Мы получили систему нелинейных алгебраических уравнений, алгоритм решения которой был реализован в программе NSFDRE. Численное решение производилось особым образом, суть которого в том, чтобы свести вычисление значения функции в каждом узле сетки к решению квадратного уравнения (6). Алгоритм приведен на блок-схеме (рис. 1).

Заметим, можно было использовать для численного решения метод Ньютона или Раде-аппроксимации,

как, например, в работе [11]. Однако указанные методы требуют больше машинного времени и памяти для решения. Поэтому был выведен и использован именно такой способ решения. На рис. 2 приведена главная форма программы для ввода параметров задачи.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим некоторые примеры.

Пример 1. Рассмотрим пример, где $\alpha(t) = \text{const}$, уже исследованный в работе [11]. Значения управляющих параметров выберем следующими: $t \in [0, T]$, $T = 3$, $N = 1000$, $\tau = 0,003$, $\varphi = 0,2$.

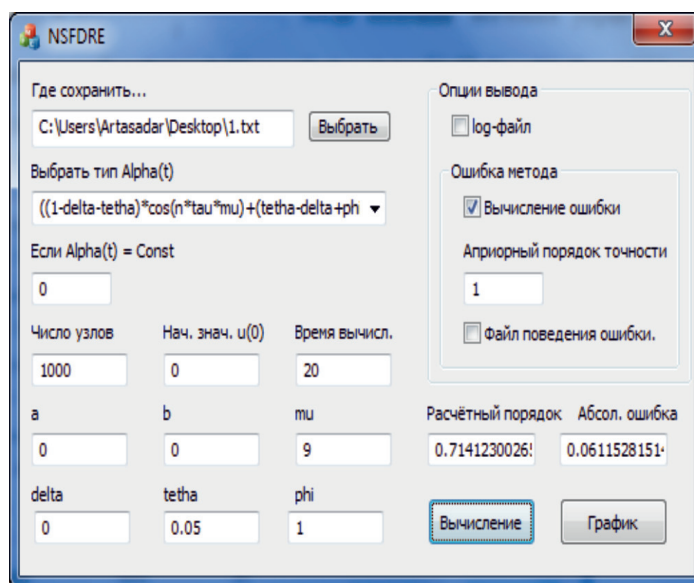


Рис. 2. Введение параметров на главной форме программы NSFDRE

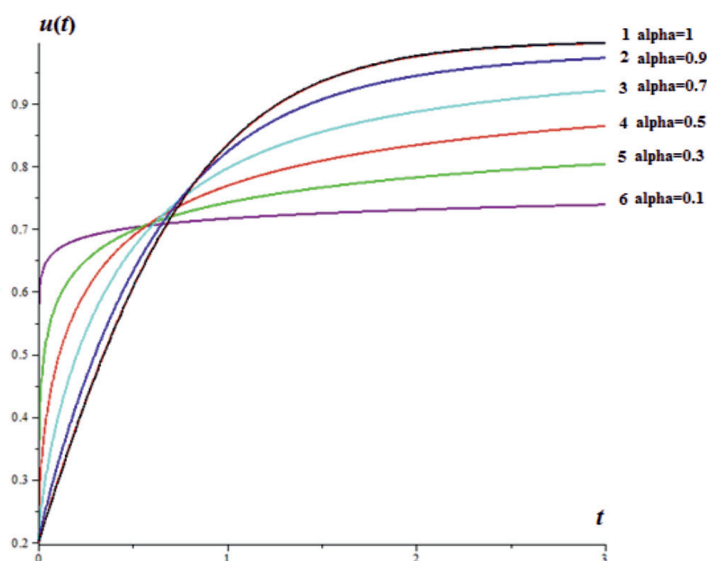


Рис. 3. Семейство расчетных кривых, полученных из решения системы (6) для различных значений дробного параметра α

На рис. 3 приведено семейство расчетных кривых задачи Коши (3) и (4) в зависимости от значений дробного параметра α : $\alpha = 1$ (кривая 1 – соответствует классическому решению уравнения Риккати), $\alpha = 0,9$ (кривая 2), $\alpha = 0,7$ (кривая 3), $\alpha = 0,5$ (кривая 4), $\alpha = 0,3$ (кривая 5), $\alpha = 0,1$ (кривая 6). Заметим, что при уменьшении значения дробного параметра α , в исходном уравнении, приводит к перестройке расчетных кривых численных решений задачи Коши (3) и (4). Это связано с тем, что наличие эффекта памяти в изучаемом процессе будет приводить к «тяжелым затягивающимся хвостам» в кривых распределений полученных решений. Если среда обладает эффектами памяти, то иногда такую среду называют фрактальной, а дробный параметр α связан с ее характеристикой – фрактальной размерностью среды. Поэтому исследование параметра α имеет важное значение для различных приложений, где изучаются свойства среды или материалов.

Пример 2. Рассмотрим другой пример, когда $\alpha(t)$ – является некоторой периодической функцией. Пусть

$$\alpha(t) = \frac{(1 - \delta - \varepsilon)\cos(\mu t) + (\varepsilon - \delta + \varphi)}{2},$$

тогда, положив значения управляющих параметров равными: $\delta = 0$, $\varepsilon = 0,05$, $\mu = 9$, $\varphi = 1$, $t \in [0, T]$, $T = 20$, $N = 1000$, $\tau = 0,02$, $\rho = 0$, получим следующие результаты, приведенные на рис. 4.

Из результатов моделирования, приведенных на рис. 4, можно сделать вывод о том, что если выбрать параметр $\alpha(t)$ в виде периодической функции, в данном случае тригонометрической, то решение задачи Коши (3) и (4) будет описывать колебательный режим. Колебательный режим, приведенный на рис. 4 (красная кривая), похож на один из колебательных режимов автогенератора Ван дер Поля [14–16], что имеет большой практический интерес при моделировании нелинейных осцилляторов. Из рис. 4 видно, что колебания происходят сначала с возрастанием амплитуды, потом амплитуда устанавливается. Действительно, этот факт хорошо виден на рис. 4.

Фазовая траектория рис. 5 выходит на предельный цикл, напоминаящую петлю гистерезиса. Этот пример показывает, что с помощью эрдитарного уравнения Риккати с переменным дробным порядком производной можно моделировать различные колебательные режимы.

Исследование на погрешность метода

Рассмотрим изменение абсолютной ошибки ε и расчётный порядок точности $p = \ln(|\varepsilon|)/\ln(\tau)$ схемы (6), при изменении шага τ . Для вычисления абсолютной ошибки ε будем использовать правило Рунге [17]:

$$\varepsilon = \max_i \left(\frac{|u_{i,\tau} - u_{i,\tau/2}|}{2^{p_{appr}-1}} \right),$$

где $i = 1, \dots, N$.

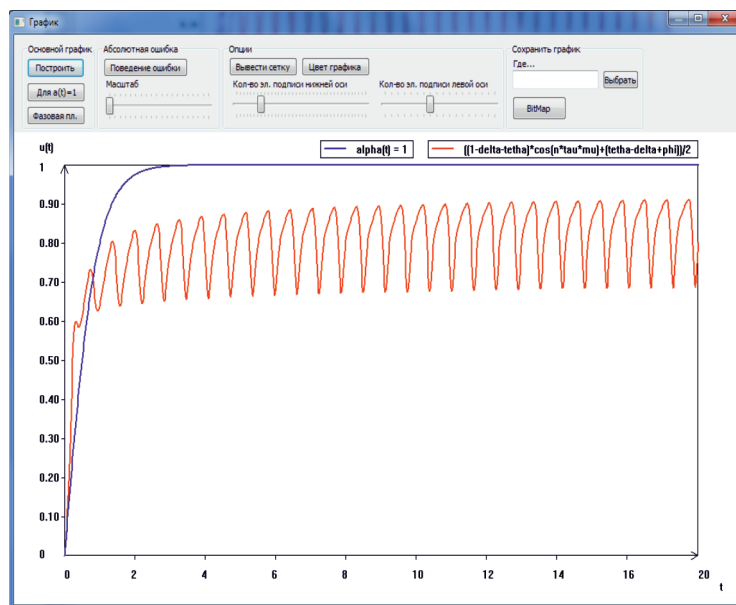


Рис. 4. Расчётные кривые: синяя – классическое решение $\alpha(t) = 1$; красная – кривая численного решения системы (8)

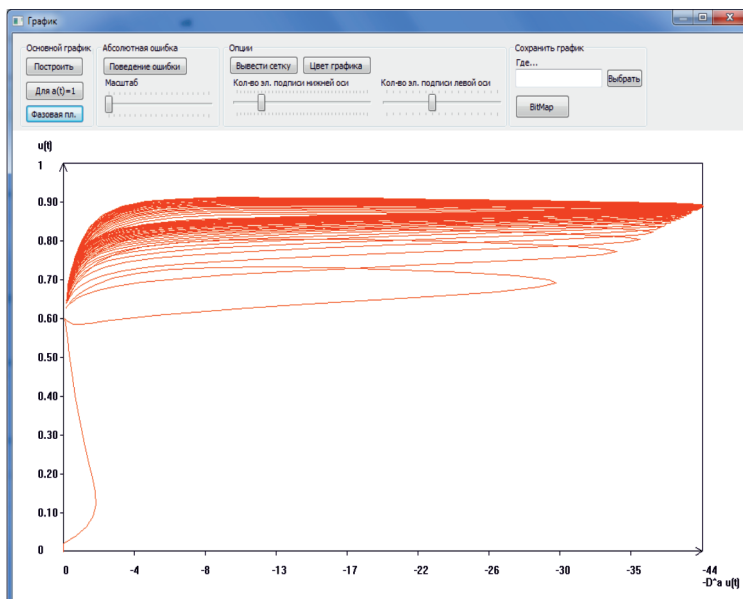


Рис. 5. Фазовая траектория

Результаты исследования численной схемы (8) на ошибку и точность

N (кол. узлов)	$\tau = T/N$ (шаг)	ε (ошибка)	p (точность)
Пример 1. $\alpha(t) = 0,9999$			
65	0,04615	0,0080057826	1,569552780
131	0,02290	0,0040108135	1,461309925
263	0,01141	0,0020088245	1,388207803
527	0,005693	0,0010069838	1,335141320
1055	0,002844	0,0005117944	1,292511738
2111	0,001421	0,0002509894	1,264446995
Пример 2. $\alpha(t) = (1 - \delta - \varepsilon)\cos(\mu t) + (\varepsilon - \delta + \phi)/2$			
65	0,3077	—	—
131	0,1527	0,157214319	0,9843999572
263	0,07605	0,093047735	0,9216824185
527	0,03795	0,047894435	0,9288660948
1055	0,01896	0,024516910	0,9351487980
2111	0,009474	0,01227877	0,9443462189

Априорную точность p_{aprior} решения в данном методе положим равной 1. Это следует из общего порядка аппроксимации схемы, задаваемого в граничных узлах сетки.

Из таблицы следует, что абсолютная ошибка ε уменьшается примерно в два раза при уменьшении шага τ также в два раза. В обоих случаях ошибка будет уменьшаться пропорционально уменьшению шага. Расчётный порядок точности p в первом случае ожидаемо стремится к 1. Во втором же случае порядок точности при малых N уменьшается, однако при $N > 236$ вновь начинает расти, как видно из таблицы, и вероятно так

же будет стремиться к 1. Такое поведение, возможно, объясняется свойствами логарифма при вычислении p .

Заключение

Введение дополнительного дробного параметра $\alpha(t)$ в уравнение Риккати приводит к появлению новых кривых распределений, которые характеризуют решение задачи Коши (3) и (4), вследствие чего можно моделировать колебательные режимы и строить модели различных сигналов, это несомненно заслуживает внимания для решения прикладных задач. Результаты

исследования абсолютной ошибки и расчётного порядка точности для примера 1 и примера 2 позволяют предположить, что численная схема (6) применима к данной задаче. Возможное продолжение исследования эредитарного уравнения Риккати (1) связано с прикладными задачами, например, в экономике [18, 19], а также в решении обратной задачи оценки параметра $\alpha(t)$ по экспериментальным данным.

Работа выполнена по госзадачу КамГУ имени Витуса Беринга, НИР «Применение дробного исчисления в теории колебательных процессов» № АААА-А17-117031050058-9.

Список литературы

1. Учайкин В.В. Метод дробных производных. – Ульяновск: Артишок, 2008. – 512 с.
2. Petras I. Fractional-order nonlinear systems: modeling, analysis and simulation // Springer Science & Business Media. – 2011. – 218 p.
3. Volterra V. Sur les'equations int'egro-diff'erentielles et leurs applications // Acta Mathematica. – 1912. – Т. 35, № 1. – С. 295–356.
4. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его применение. – М.: Физматлит, 2003. – 218 с.
5. Паровик Р.И. Дробное исчисление в теории колебательных систем // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 1. – С. 61–68.
6. Твёрдый Д.А. Уравнение Риккати с производной дробного переменного порядка // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 2. – С. 42–42.
7. Твёрдый Д.А. Уравнение Риккати с переменной эредитарностью // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. – 2017. – № 1(17). – С. 44–53.
8. Твёрдый Д.А. Эредитарное уравнение Риккати с дробной производной переменного порядка // Материалы международной научной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и физики». – 2017. – С. 200.
9. Паровик Р.И. Математическое моделирование линейных эредитарных осцилляторов // КамГУ имени Витуса Беринга. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – 178 с.
10. Riccati J. Animadversiones in aequationes differentiales secundi gradus // Actorum Eruditorum Supplementa. – 1724. – Т. 8, № 2. – С. 66–73.
11. Sweilam N.H., Khader M.M., Mahdy A.M.S. Numerical studies for solving fractional Riccati differential equation // Applications and Applied Mathematics. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 595–608.
12. Паровик Р.И. О численном решении уравнения фрактального осциллятора с производной дробного переменного порядка от времени // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2014. – № 1 (8). – С. 60–65.
13. Parovik R.I. Explicit finite-difference scheme for the numerical solution of the model equation of nonlinear hereditary oscillator with variable-order fractional derivatives // Archives of Control Sciences. – 2016. – vol. 26. № 3. – P. 429–435.
14. Новикова Е.Р. Осциллятор Ван дер Поля – ДUFFинга с эффектом эредитарности // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2017. – № 2(18). – С. 65–75.
15. Кумакшев С.А. Исследование регулярных и релаксационных колебаний осцилляторов Рэлея и Ван-дер-Поля // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 4–2. – С. 203–205.
16. Баранов С.В., Кузнецов С.П., Пономаренко В.И. Хаос в фазовой динамике осциллятора Ван дер Поля с модулированной добротностью и дополнительной запаздывающей обратной связью // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2010. – Т. 18, № 1. – С. 11–23.
17. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. – М.-Л., 1962. – Т. 2. – 464 с.
18. Makarov D.V., Parovik R.I. Modeling of the economic cycles using the theory of fractional calculus // Journal of Internet Banking and Commerce. – 2016. – Т. 21, № S6. – С. 1.
19. Макаров Д.В., Паровик Р.И. Обобщенная математическая модель Дубовского для прогнозирования экономических кризисов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 1. – С. 74–77.

УДК 531.01:004.94

МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СИСТЕМ СВЯЗАННЫХ ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Шимановский В.А.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, e-mail: vlshim@psu.ru

Работа посвящена разработке методов компьютерного моделирования динамики сложных механических систем. В статье представлен новый алгоритм разрешения уравнений движения систем абсолютно твердых тел со структурой дерева относительно ускорений, ориентированный на использование ЭВМ. Алгоритм основан на применении схемы Холецкого для решения системы дифференциально-алгебраических уравнений движения. Получены рекуррентные формулы для определения всех кинематических и динамических переменных, входящих в уравнения. Вычислительная сложность решения системы уравнений с помощью данного алгоритма растёт по линейному закону в зависимости от числа тел в механической системе. Проведено сравнение предлагаемого алгоритма с классическим методом А. Ф. Верещагина. На примерах интегрирования уравнений движения систем тел с большим числом степеней свободы показано преимущество разработанного алгоритма перед классическим методом.

Ключевые слова: система связанных тел, уравнения движения, обобщенные координаты, динамика, математическое моделирование, численные методы, разложение Холецкого

METHOD FOR COMPUTER SIMULATION OF MULTIBODY SYSTEMS DYNAMICS

Shimanovskiy V.A.

Perm State University, Perm, e-mail: vlshim@psu.ru

The paper is devoted to a development of methods for computer simulation of mechanical systems' dynamics. The article presents a new algorithm for solving the equations of motion of multibody tree-structure systems with respect to accelerations. The algorithm is oriented on a usage of computers and is based on the Cholesky factorization of matrix of differential-algebraic equations' system of motion. Recurrent formulae were obtained for all kinematic and dynamic variables that were included in the equations. A computational complexity of our algorithm for solution of equations grows linearly with respect to the number of bodies in a mechanical system. The algorithm proposed is compared with the classical method of Vereshchagin. Examples of integrating the equations of motion of large multibody systems demonstrate advantages of the algorithm over the classical method.

Keywords: multibody system, equations of motion, generalized coordinates, dynamic, mathematical modeling, numerical methods, Cholesky decomposition

Компьютерное моделирование динамического поведения сложных технических устройств – мощное средство выявления рациональной кинематической схемы и эффективных алгоритмов управления проектируемых механизмов. Часто только с помощью моделирования можно получить ответы на вопросы, возникающие на всех этапах разработки, испытаний технических устройств, а также в процессе их эксплуатации. Компьютерное моделирование позволяет сократить время и стоимость новых разработок.

На стадии проектирования в качестве математической модели технического устройства часто используют систему связанных абсолютно твёрдых тел. Разнообразие возможных конструкций, сложность математического описания движения многосвязной системы делают актуальным создание системы автоматизированного составления математической модели и компьютерного моделирования функционирования механической системы с заданной кинематической схемой. Использование для этих целей классических подходов теоретической

механики (например, уравнений движения в форме Лагранжа второго рода) приводит к созданию программ моделирования, требующих значительной оперативной памяти и высокого быстродействия ЭВМ.

В статье предлагается метод моделирования на ЭВМ динамики голономных механических систем большой размерности, расчётная схема которых может быть представлена в виде связки абсолютно твёрдых тел со структурой дерева, без явного формирования уравнений движения в виде системы дифференциальных уравнений.

Уравнения движения системы связанных твёрдых тел

Рассмотрим систему связанных абсолютно твёрдых тел со структурой дерева. Способы соединения тел определяются уравнениями связи. Будем предполагать, что кинематические связи, реализуемые в соединениях, голономны и идеальны.

Пусть N – число тел в системе (не считая тела «0», движение которого относительно инерциальной системы координат $Oxyz$ за-

дано функцией времени). Остальным телам системы присвоим номера таким образом, чтобы для любого тела номер предшествующего ему тела был меньше. Для полного описания структуры взаимосвязей в системе достаточно одного целочисленного массива $k = \{k_1, \dots, k_N\}$, на i -м месте которого расположен индекс тела, предшествующего i -му. Массив k позволяет определить для каждого тела системы целочисленные массивы S_i номеров тел, для которых i -е тело является предшествующим.

Обозначим через O_i полюс ортогональной декартовой системы координат, связанной с телом. Положение i -го тела в пространстве относительно базового для него k_i -го тела полностью определяется матрицей-столбцом ρ_i , элементами которой являются проекции вектора $\overline{O_{k_i}O_i}$ на оси системы координат, связанной с телом k_i и матрицей G_i направляющих косинусов между базисными векторами, связанными с телами k_i и i . Абсолютную скорость каждого тела зададим 6-мерной матрицей-столбцом $v_i = (\omega_i, v_i)^T$, где ω_i, v_i – векторы мгновенных угловой и линейной скоростей i -го тела. Аналогично, абсолютное ускорение каждого тела системы определим с помощью 6-мерной матрицы-столбца $w_i = (\varepsilon_i, \dot{w}_i)^T$, где ε_i, \dot{w}_i – мгновенные угловое и линейное ускорения i -го тела. Векторы v_i, ω_i, w_i и ε_i будем задавать в системе координат, связанной с телом.

Для каждого соединения тел в соответствии с видом уравнений связи введём матрицу-столбец локальных обобщённых координат $q_i = (q_{i1}, \dots, q_{in_i})^T$ ($n_i \leq 6$). Тогда элементы матриц ρ_i и G_i будут являться в общем случае функциями времени и выбранных координат относительного движения. В качестве обобщённых параметров системы примем совокупность $n = \sum_{i=1}^N n_i$ локаль-

ных обобщённых координат $q = (q_1, \dots, q_N)^T$.

Принимая движение i -го тела за относительное, а предшествующего ему k_i -го тела за переносное, можно записать рекуррентные формулы для вычисления скоростей и ускорений тел механической системы [1]:

$$v_i = C_i v_{k_i} + A_i \dot{q}_i + v_i^*, \quad (1)$$

$$w_i = C_i w_{k_i} + A_i \ddot{q}_i + w_i^*, i = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

где матрицы C_i имеют вид

$$C_i = \begin{pmatrix} G_i & 0 \\ -G_i \tilde{\rho}_i & G_i \end{pmatrix};$$

A_i – матрицы локального касательного базиса многообразия относительного движения

в i -м сочленении; v_i^* – матрицы-столбцы составляющих относительных скоростей тел системы, не зависящих от обобщённых скоростей \dot{q}_i ; а в матрицы-столбцы w_i^* вошли все члены переносного, кориолисова и относительного ускорений. Здесь и далее символ « \sim » используется для обозначения косимметричной матрицы [2].

Обозначим через f_i и μ_i главный вектор и главный момент активных сил, действующих на i -е тело. Уравнения движения выпишем в форме уравнений Ньютона – Эйлера для свободного твёрдого тела [3]:

$$M_i w_i = F_i + R_i - \sum_{j \in S_i} C_j^T R_j \quad (3)$$

со следующими матрицами

$$M_i = \begin{pmatrix} J_i & m_i \tilde{r}_i^c \\ -m_i \tilde{r}_i^c & m_i E \end{pmatrix}, F_i = \begin{pmatrix} \mu_i - \tilde{\omega}_i J_i \omega_i \\ f_i - m_i \tilde{\omega}_i^2 r_i^c \end{pmatrix},$$

где m_i – масса i -го тела, J_i – тензор инерции i -го тела в связанной с телом системе координат, r_i^c – радиус-вектор центра масс i -го тела в связанной с ним системе координат, R_i – матрица-столбец реакции связей в i -м сочленении, $i = 1, 2, \dots, N$.

Уравнения (2) и (3) замыкаются соотношениями

$$A_i^T R_i = 0, \quad (4)$$

отражающими то обстоятельство, что при идеальности связей в сочленениях реакции являются ортогональными к конфигурационному многообразию относительных положений, определяемому параметрами q_i . Таким образом, получается замкнутая система $12N + n$ скалярных дифференциальных и алгебраических уравнений (2)–(4) относительно такого же количества неизвестных величин w_i, R_i и \ddot{q}_i .

При интегрировании уравнений движения на ЭВМ численными методами необходимо на каждом шаге один или несколько раз вычислять ускорения \ddot{q} при заданных координатах q и скоростях \dot{q} . В нашем случае определение ускорений \ddot{q} сводится к простой алгебраической задаче решения системы линейных уравнений (2)–(4) с учётом соотношений (1).

Запишем систему уравнений (2)–(4) в виде единого матричного уравнения. Для системы тел, имеющей структуру цепочки, оно будет иметь следующий вид:

$$\begin{pmatrix} D_1 & H_2^T & \dots & 0 \\ H_2 & D_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & D_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \\ \vdots \\ \Phi_N \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где

$$D_i = \begin{pmatrix} 0 & A_i^T & 0 \\ A_i & 0 & -E \\ 0 & -E & M_i \end{pmatrix}, H_i = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_i \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\Phi_i = \begin{pmatrix} 0 \\ -w_i^* \\ F_i \end{pmatrix}, W_i = \begin{pmatrix} q_i \\ R_i \\ w_i \end{pmatrix}.$$

Нетрудно видеть, что матрица системы (5) является симметричной и имеет блочную трёхдиагональную структуру, которую можно эффективно использовать.

for $i = N:1$

$$M_i^* = M_i + \sum_{j \in S_i} C_j^T \left(E - M_j^* A_j (A_j^T M_j^* A_j)^{-1} A_j^T \right) M_j^* C_j$$

$$F_i^* = F_i + \sum_{j \in S_i} C_j^T \left(E - M_j^* A_j (A_j^T M_j^* A_j)^{-1} A_j^T \right) (F_j^* - M_j^* w_j)$$

end

for $i = 1:N$

$$\ddot{q}_i = (A_i^T M_i^* A_i)^{-1} A_i^T (F_i^* - M_i^* (C_i w_{k_i} + w_i^*))$$

$$w_i = C_i w_{k_i} + A_i \ddot{q}_i + w_i^*$$

$$R_i = M_i^* w_i - F_i^*$$

end

Трудоёмкость вычислений по указанным рекуррентным формулам линейно растёт с ростом числа тел в системе. При этом в алгоритме требуется обращение симметричных положительно определённых матриц $A_i^T M_i A_i$, порядок которых равен числу степеней свободы в i -м сочленении, т.е. не превышает шести. Этим и обуславливается высокая эффективность описанного выше алгоритма разрешения уравнений движения относительно ускорений.

Впервые подобные формулы были получены А.Ф. Верещагиным в 1974 г. [5] для пространственных механизмов, содержащих ряд звеньев, соединённых в цепь с одной степенью подвижности между звеньями.

Разрешение уравнений движения методом прогонки

Метод прогонки тел по существу является модификацией метода Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений с ленточной структурой. В данном методе при прямом ходе, который выполняется начиная с последнего тела системы, из группы уравнений (3) исключаются реакции связей носимых тел. При обратном ходе по явным формулам вычисляются последовательно для каждого тела системы обобщённые ускорения \ddot{q}_i , декартовы ускорения w_i и реакции связей R_i .

Суть метода подробно изложена в статье [4]. Здесь же приведём только алгоритм метода прогонки, обобщённый на случай систем тел со структурой дерева:

Разрешение уравнений движения с помощью блочного L^TDL -разложения

Идея исключения Гаусса – это преобразование исходной системы уравнений в эквивалентную треугольную систему с последующим её решением. В матричном виде это есть LU -разложение [6]. В случае симметричной матрицы системы уравнений (5) лучше использовать L^TDL -разложение. Заметим, что при разложении ленточных систем треугольные множители L также являются ленточными.

Первый шаг алгоритма блочного L^TDL -разложения, применённого к блочной трёхдиагональной матрице системы (5), можно записать в виде

$$\mathbb{M} = \mathbb{M}_0 = \begin{pmatrix} D_1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & D_{N-1} & H_N^T \\ 0 & \cdots & H_N & D_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & E & P_N^T \\ 0 & \cdots & 0 & L_N^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D_1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & D_{N-1}^* & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & E & 0 \\ 0 & \cdots & P_N & L_N \end{pmatrix}$$

со следующими матрицами

$$L_N = \begin{pmatrix} L_{U_N} & 0 & 0 \\ L_{M_N} A_N & -L_{M_N}^T & 0 \\ 0 & -L_{M_N}^T & L_{M_N} \end{pmatrix}, P_N = \begin{pmatrix} 0 & 0 & V_N \\ 0 & 0 & L_{M_N} C_N \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$D_{N-1}^* = \begin{pmatrix} 0 & A_{N-1}^T & 0 \\ A_{N-1} & 0 & -E \\ 0 & -E & M_{N-1}^* \end{pmatrix}, \check{I} = \begin{pmatrix} E & 0 & 0 \\ 0 & -E & 0 \\ 0 & 0 & E \end{pmatrix},$$

где L_{M_N} и L_{U_N} – факторы Холецкого симметричных положительно определённых матриц V_N и $U_N = A_N^T M_N A_N$ соответственно, матрица V_N находится из матричного уравнения $L_{U_N}^T V_N = A_N^T M_N C_N$, а матрица M_{N-1}^* вычисляется по формуле $M_{N-1}^* = M_{N-1} + C_N^T M_N C_N - V_N^T V_N$.

Нетрудно видеть, что матрица D_{N-1}^* имеет ту же структуру, что и матрица D_N , и, следовательно, процесс разложения матрицы M на множители можно продолжить:

$$M = M_0 = L_1^T M_1 L_1 = L_1^T L_2^T M_2 L_2 L_1 = \dots = L_1^T L_2^T \dots L_N^T M_N L_N \dots L_2 L_1 = L^T M L,$$

где

$$L = \begin{pmatrix} L_1 & 0 & \dots & 0 \\ P_2 & L_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & L_2 \end{pmatrix}, \check{I} = \begin{pmatrix} \check{I} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \check{I} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & I \end{pmatrix},$$

$$L_i = \begin{pmatrix} L_{U_i} & 0 & 0 \\ L_{M_i} A_i & -L_{M_i}^T & 0 \\ 0 & -L_{M_i}^T & L_{M_i} \end{pmatrix}, P_i = \begin{pmatrix} 0 & 0 & V_i \\ 0 & 0 & L_{M_i} C_i \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$M_i^* = M_i + C_{i+1}^T M_{i+1}^* C_{i+1} - V_{i+1}^T V_{i+1} = L_{M_i}^T L_{M_i},$$

$$U_i^* = A_i^T M_i^* A_i = L_{U_i}^T L_{U_i}, V_i = L_{U_i}^{-T} A_i^T M_i^* C_i.$$

После того как матрица коэффициентов системы уравнений (5) разложена на произведение треугольных матриц, для нахождения решения этой системы необходимо последовательно решить две системы уравнений с треугольными матрицами:

$$L^T X = F, \tag{6}$$

$$L W = I X, \tag{7}$$

где

$$X = (X_1^T, X_2^T, \dots, X_N^T)^T, X_i = (x_i, y_i, z_i)^T,$$

$$F = (\Phi_1^T, \Phi_2^T, \dots, \Phi_N^T)^T,$$

$$W = (W_1^T, W_2^T, \dots, W_N^T)^T.$$

Решая систему (6), начиная с последнего уравнения, получим

$$z_i = L_{M_i}^{-T} F_i^*,$$

$$y_i = -L_{M_i}^{-T} (F_i^* - M_i^* w_i^*),$$

$$x_i = L_{U_i}^{-T} A_i^T (F_i^* - M_i^* w_i^*),$$

где $F_i^* = F_i + C_{i+1}^T (F_{i+1}^* - M_{i+1}^* w_{i+1}^*) - V_{i+1}^T x_{i+1}$.

Решая систему (7) и исключая переменные z_i, y_i , получим

$$\check{q}_i = L_{U_i}^{-1} (x_i - V_i w_{i-1}),$$

$$w_i = C_i w_{i-1} + A_i \check{q}_i + w_i^*,$$

$$R_i = M_i^* w_i - F_i^*.$$

Обобщая полученные формулы на случай системы твёрдых тел со структурой дерева, можно записать следующий алгоритм решения расширенной системы уравнений (2)–(4):

for $i = N:1$

$$M_i^* = M_i + \sum_{j \in S_i} (C_j^T M_j^* C_j - V_j^T V_j)$$

$$F_i^* = F_i + \sum_{j \in S_i} (C_j^T (F_j^* - M_j^* w_j^*) - V_j^T x_j)$$

Найти фактор Холецкого L_{U_i} матрицы $U_i^* = A_i^T M_i^* A_i$

$$x_i = L_{U_i}^{-T} A_i^T (F_i^* - M_i^* w_i^*)$$

$$V_i = L_{U_i}^{-T} A_i^T M_i^* C_i$$

end

for $i = 1: N$

$$\ddot{q}_i = L_{U_i}^{-1} (x_i - V_i w_{k_i})$$

$$w_i = C_i w_{k_i} + A_i \ddot{q}_i + w_i^*$$

$$R_i = M_i^* w_i - F_i^*$$

end

Нетрудно видеть, что в полученном алгоритме, как и в алгоритме, основанном на методе прогонки, трудоёмкость вычислений растёт линейно с ростом числа тел в системе, но вместо обращения матриц $A_i^T M_i^* A_i$ обращаются их факторы Холецкого, которые являются треугольными матрицами. Поэтому трудоёмкость разрешения уравнений движения относительно обобщённых ускорений полученным алгоритмом оказывается ниже, чем в методе А.Ф. Верещагина.

Сравнение методов по эффективности

Приступая к сравнению рассмотренных выше методов разрешения системы дифференциально-алгебраических уравнений движения относительно ускорений, заметим, что метод прогонки неявно вычисляет LU -разложение матрицы системы. Это разложение не учитывает симметричность матрицы системы и, как известно, по числу арифметических операций практически в два раза уступает методу Холецкого, учитывающего эту особенность матрицы.

При численном интегрировании дифференциальных уравнений движения механических систем вычислительные затраты можно разделить на затраты собственно метода интегрирования и на затраты, связанные с вычислением правых частей. Вычисление правых частей системы уравнений, то есть фактически вычисление обобщённых ускорений, можно разделить на две подзадачи. Первая – по известным обобщённым координатам и скоростям вычисляются скорости тел и силы, действующие на них. Вторая – разрешение уравнений движения относительно обобщённых ускорений.

Сравнение алгоритмов разрешения уравнений движения проводилось с помощью компьютерного моделирования динамики механических систем, представляющих собой цепочки твёрдых тел, соединённых трёхстепенными шаровыми шарнирами. При сравнении варьировалось число тел в цепочке. Дифференциальные уравнения решались методом Штёрмера [7] с порядком аппроксимации равным шести. Эффективность методов измерялась временем выполнения одного шага этого численного метода.

На рис. 1 и 2 представлены зависимости затрат времени на выполнение одного шага интегрирования от числа тел в цепочке для рассматриваемых методов разрешения уравнений движения.

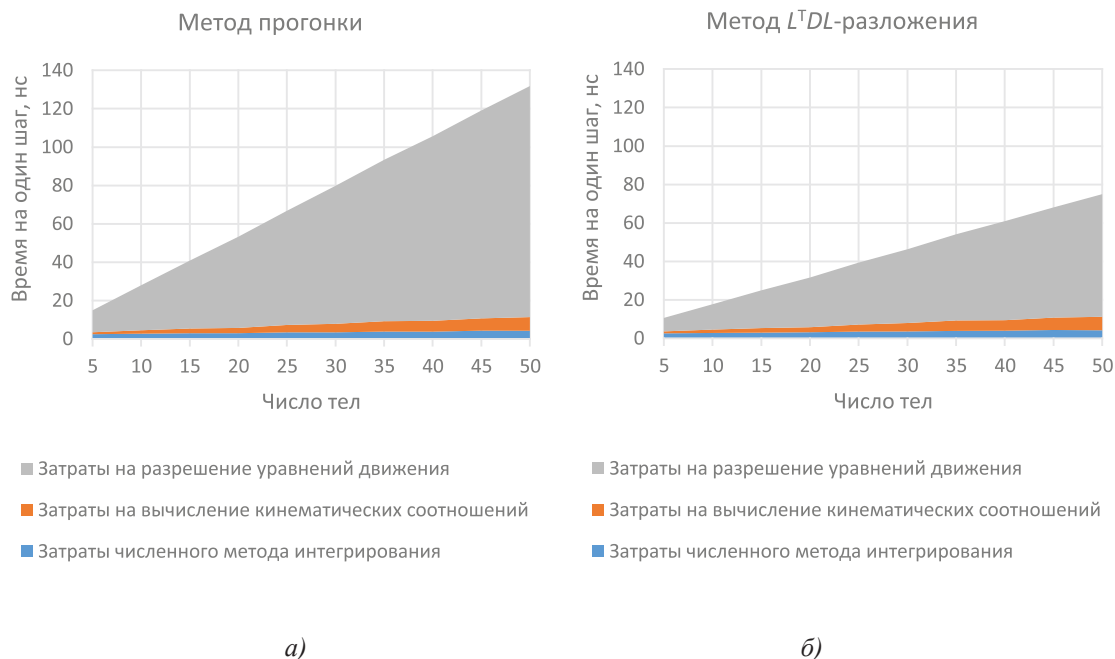


Рис. 1. Зависимость затрат времени на выполнение одного шага интегрирования от числа тел в цепочке для рассматриваемых методов разрешения уравнений движения

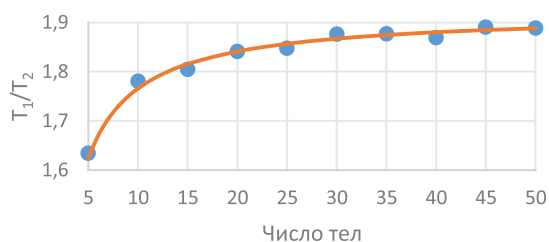


Рис. 2. График отношения T_1/T_2

Анализ этих зависимостей подтверждает теоретические расчёты. Видно, что затраты времени растут линейно от числа тел в системе. Причём затраты времени на разрешение уравнений движения относительно ускорений занимают львиную долю всех временных затрат.

Для сравнительной оценки эффективности методов построим график отношения T_1/T_2 (рис. 2), где T_1 и T_2 – временные затраты на разрешение уравнений движения методом прогонки и методом L^TDL -разложения соответственно.

Нетрудно видеть, что метод, основанный на симметричном L^TDL -разложении, эффективнее метода прогонки, не учитывающего особенности уравнений движения системы тел. Из рис. 3 видно, что алгоритм L^TDL -разложения в 1,6–2 раза сокращает временные затраты на разрешение уравнений движения по отношению к методу прогонки.

Заключение

Предложен новый рекуррентный алгоритм разрешения уравнений движения

систем связанных твёрдых тел со структурой дерева относительно ускорений при их численном интегрировании. Проведено сравнение предложенного алгоритма с классическим алгоритмом метода прогонки А.Ф. Верещагина, имеющим тот же порядок вычислительной сложности. На примерах моделирования механических систем с различным числом степеней свободы показано, что предложенный алгоритм быстрее классического более чем в полтора раза.

Список литературы

1. Иванов В.Н., Домбровский И.В., Набоков Ф.В. и др. Классификация моделей систем твердых тел, используемых в численных расчетах динамического поведения машиностроительных конструкций // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. – 2012. – № 2. – С. 139–155.
2. Wittenburg J. Dynamics of Multibody Systems. Berlin: Springer-Verlag, 2008. – 223 p.
3. Shabana A.A. Dynamics of Multibody Systems. Cambridge University Press, 2005. – 385 p.
4. Шимановский В.А., Иванов В.Н. Методы составления уравнений движения систем связанных твердых тел в декартовых координатах // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. – 2007. – Вып. 39. – С. 248–262.
5. Верещагин А.Ф. Метод моделирования на ЦВМ динамики сложных механизмов роботов-манипуляторов // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1974. – № 6. – С. 89–94.
6. Golub G.H., Van Loan C.F. Matrix Computations // The Johns Hopkins University Press. – 2012. – 790 p.
7. Hairer E., Norsett S.P., Wanner G. Solving ordinary differential equations I. Nonstiff Problems // Springer-Verlag. – 2011. – 528 p.

УДК 330.44

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ВВП)

²Абдикеев Н.М., ^{1,2}Иванюк В.А., ¹Пащенко Ф.Ф.

¹Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва;

²Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, e-mail: ivaver6@gmail.com

В статье рассмотрены квартальные модели роста ВВП: бридж-уравнение (BEQ-модель), векторная авторегрессионная модель (QVAR-модель). Разработана модель долгосрочного прогнозирования на основе методов регрессионного анализа с учетом трендов. На основе данной модели построен долгосрочный прогноз показателя ВВП России. Валовой внутренний продукт – макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг (то есть предназначенных для непосредственного употребления), произведенных за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления, вне зависимости от национальной принадлежности использованных факторов производства. Впервые это понятие было предложено в 1934 г. Саймоном Кузнецом. ВВП страны может быть выражен как в национальной валюте, и при необходимости справочно пересчитан по биржевому курсу в иностранную валюту, так и может быть представлен по паритету покупательной способности (ППС) (для более точных международных сравнений).

Ключевые слова: валовой внутренний продукт, моделирование, регрессионный анализ, прогнозирование

LONG-TERM MACROECONOMIC PARAMETERS FORECASTING (ON THE EXAMPLE OF GDP) OVERVIEW REGRESSION ANALYSIS)

²Abdikeev N.M., ^{1,2}Ivanyuk V.A., ¹Paschenko F.F.

¹V.A. Trapeznikov Institute of control sciences of Russian academy of sciences, Moscow;

²Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, e-mail: ivaver6@gmail.com

The article is described the quarterly GDP growth model: bridge equation (BEQ-model), vector autoregression model (QVAR-model). A model of long-term forecasting methods based on regression analysis, taking into account trends. On the basis of this model it was built a long-term forecast of Russian GDP. Gross domestic product is a macroeconomic indicator reflecting the market value of all final goods and services (that is, intended for direct consumption) produced for a year in all sectors of the economy on the territory of the state for consumption, export and accumulation, regardless of the nationality of the factors of production used. This concept was first proposed in 1934 by Simon Kuznets. The country's GDP can be expressed both in national currency and, if necessary, translated by reference to the exchange rate into foreign currency, and can be presented at purchasing power parity (PPP) (for more accurate international comparisons).

Keywords: modeling, regression analysis, gross domestic product, forecasting

Социально-экономическое прогнозирование можно определить как процесс разработки прогнозов на основе научных методов познания экономических и социальных явлений и использования методов, способов и средств экономического прогнозирования.

Во временном разрезе прогнозы подразделяются:

- на краткосрочные (от 1 квартала до 1 года);
- среднесрочные (от 1 года до 5 лет);
- долгосрочные (от 5 лет до 20 лет).

При комплексном экономическом прогнозировании применяют следующую классификацию: краткосрочное прогнозирование имеет горизонт до 3 лет, среднесрочное – до 7 лет, долгосрочное – до 20 лет. Виды прогнозов опираются на устойчивые процессы и циклы в развитии экономики, укладываемые в соответствующий временной горизонт [1, 2].

Целью исследования является построение модели долгосрочного прогнози-

рования на основе методов регрессионного анализа с учетом трендов. На основе разработанной модели построен долгосрочный прогноз показателя ВВП России.

Методы прогнозирования – это приемы и способы, позволяющие выводить суждения о будущем состоянии и развитии объекта прогнозирования на основе данных внешних и внутренних связей объекта за прошедший период, а также их значений при рассмотрении явления или процесса.

При прогнозировании ВВП следует учитывать ряд особенностей. Во-первых, большой размер массива данных. Существует большое количество переменных для прогнозирования динамики ВВП, которые при этом еще и взаимосвязаны между собой. Массивы данных могут включать в себя более 300 переменных.

Во-вторых, существуют индикаторные переменные, которые наблюдаются более часто (ежемесячно, еженедельно, ежедневно), чем показатели ВВП.

Для формирования конечного прогноза проводятся два преобразования массива данных: агрегирование и применение инструмента прогнозирования, который привязывает вспомогательные переменные к реальному росту ВВП. Эти два преобразования могут быть выполнены в любом порядке, что соответствует двум принципиально разным стратегиям. В рамках первой стратегии работа начинается с вычисления индикаторного прогноза динамики ВВП для каждой из переменных, после чего на втором этапе эти прогнозы объединяются в единый финальный прогноз. Назовем эту стратегию «стратегией объединения прогнозов». При ее использовании необходимо определить схему взвешивания отдельных прогнозов. Базовая схема заключается в вычислении среднего арифметического, в результате чего все прогнозы имеют одинаковый вес; однако веса также могут быть вычислены рекурсивно в зависимости от прогностической эффективности индикаторов (за последнее время). В качестве примера стратегии объединенных прогнозов можно привести использование бридж-уравнений и VAR-моделей. В противоположность вышеописанному в рамках «стратегии агрегации информации» на первом этапе проводится разбивка информации на группы путем разделения большого массива данных на небольшое количество рядов. Эта стратегия основывается на том факте, что вспомогательные переменные коррелированы [9]. Для замены большого количества коррелированных временных рядов ограниченным количеством некоррелированных (ненаблюдаемых) факторов используется факторный анализ. Неявные веса (факторные нагрузки) определяются из корреляционных схем в оригинальном массиве данных. Факторы служат в качестве входных данных для выполнения прогнозирования на следующем этапе. В качестве примера данной стратегии можно привести использование динамической факторной модели и дополненных факторами версий прогностических моделей, которые объединяются в прогнозы. В последнее время стала применяться оценка с использованием байесовского стягивания по коэффициентам, при которой большой массив индикаторов переводится непосредственно в единый прогноз динамики ВВП без явно выраженного этапа агрегации. При таком подходе агрегация информации происходит неявно путем байесовского стягивания к параметрам.

Традиционные подходы, такие как использование бридж-моделей и VAR-моделей, строятся на базе прогностических

уравнений, которые составляются строго в квартальных рамках. Это означает, что (прогнозы) месячных значений переменных индикаторов до того, как они могут быть использованы для прогнозирования динамики ВВП, должны быть сперва агрегированы в среднеквартальные показатели [8]. Кроме того, в квартальных VAR-моделях доступные месячные наблюдения не используются в полной мере. Так как указанное не может представлять собой эффективное использование доступной информации, в последнее время были разработаны подходы, сочетающие в себе как квартальные, так и месячные показатели в рамках одного и того же уравнения или системы уравнений. Такие подходы также учитывают временные лаги. В рамках VAR-модели со смешанной частотой (MFVAR-модель) ВВП рассматривается как ненаблюдаемая месячная переменная в пространстве состояний.

Обзор квартальных моделей роста ВВП

Бридж-уравнение (BEQ-модель). Составление квартального бридж-уравнения – это метод, широко используемый для прогнозирования динамики ВВП с применением всех доступных наблюдений месячных индикаторов.

Бридж-уравнения представляют собой линейные регрессии, которые «образуют мосты» (от английского слова «bridge» – «мост») между месячными переменными, такими, как надежность производства и розничные продажи, и квартальными показателями динамики реального ВВП. Обычно месячные индикаторы известны для всего горизонта [7]. Проанализируем простую версию бридж-уравнения, когда оно применяется в два этапа. Сначала получаем прогноз обязательных месячных значений индикатора x_i в рамках горизонта прогнозирования при помощи однофакторных авторегрессионных моделей и агрегируем их в соответствующие квартальные значения x_i^Q . Затем используем эти среднеквартальные значения для прогнозирования динамики ВВП. Бридж-модель для x_i имеет следующий вид:

$$y_t^Q = \alpha + \sum_{s=0}^p \beta_s x_{i,t-s}^Q + \varepsilon_{i,t}^Q, \varepsilon_{i,t}^Q \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_Q}^2), \quad (1)$$

где α – константа;

p – количество лагов в бридж-уравнении;

ε_i^Q – нормально распределенная величина погрешности.

Составляем уравнение (1) для каждого из n индикаторов, а затем вычисляем конечный прогноз путем взвешивания n индикаторных прогнозов для каждого горизонта. Параметр лага p определяется рекурсивно

при помощи информационного критерия Шварца (SIC) с заданным максимальным количеством лагов, равным четырем.

Векторная авторегрессионная модель (QVAR-модель). VAR-подход очень похож на подход через составление бридж-уравнения. В отличие от бридж-уравнений в VAR-моделях для формирования прогнозов динамики ВВП используется информационное содержание самого ВВП. Кроме того, это системный подход, в рамках которого используются взаимосвязи между динамикой показателей индикаторов и реального ВВП. В связи с квартальными временными рамками в QVAR-модели используются только месячные наблюдения, соответствующие целому кварталу. Следовательно, в модели доступная месячная информация не используется в полной мере [6]. Оценим n квартальных двумерных VAR-моделей, включающих один из индикаторов и показатели роста ВВП:

$$z_{i,t}^Q = \alpha + \sum_{s=1}^p A_s z_{i,t-s}^Q + \varepsilon_{i,t}^Q, \varepsilon_{i,t}^Q \sim N(0, \Sigma_{\varepsilon_Q}), \quad (2)$$

где $z_{i,t}^Q = (y_{i,t}^Q, x_{i,t}^Q)'$.

На основании каждой двумерной VAR-модели составляем прогноз динамики ВВП по каждому индикатору, а именно $y_{i,t+h}^Q$. Как и в случае бридж-модели, формируем финальный прогноз как взвешенное среднее отдельных прогнозов. Параметр лага p определяется рекурсивно при помощи информационного критерия Шварца (SIC) с заданным максимальным количеством лагов, равным четырем.

Модели со смешанной частотой. В последние годы растет интерес к моделям со смешанной частотой в связи с общей неспособностью простых квартальных моделей прогнозировать глубокий упадок экономики в начале финансового кризиса или сигнализировать о таком упадке. Авторы Д. Джансен, Х. Джин, Д. Винтер [10] провели анализ подходов к прогнозированию с использованием динамической факторной модели, VAR-модели со смешанной частотой и MIDAS-модели. Во всех этих моделях доступная месячная информация используется в полном объеме.

В динамических факторных моделях информация, содержащаяся в массиве данных, обобщается при помощи ограниченного количества факторов, динамическое поведение которых определяется как вектор-авторегрессионные процессы. Ключевой особенностью данного подхода является использование фильтра Калмана, что позволяет эффективно справляться с проблемами, связанными с несбалансированностью массива данных и различными

частотами данных. При помощи фильтра Калмана любые отсутствующие месячные наблюдения индикаторов заменяются оптимальными прогнозами, а также генерируются оценки ненаблюдаемых месячных показателей динамики реального ВВП при условии наличия временного ограничения агрегации в рамках квартального наблюдения. Динамические факторные модели позволяют получать относительно точные макроэкономические прогнозы для многих стран. Рассмотрим динамическую факторную модель, которая используется некоторыми центральными банками в границах еврозоны. Первое уравнение этой модели имеет следующий вид:

$$x_m = \Lambda f_m + \zeta_m, \zeta_m \sim N(0, \Sigma_{\zeta}),$$

где n месячных индикаторов x_m соотносятся с r месячных статических факторов $f_m = (f_{1,m}, \dots, f_{r,m})'$ через матрицу факторных нагрузок Λ и (специфическую) компоненту $\zeta_m = (\zeta_{1,m}, \dots, \zeta_{n,m})'$ при $r \ll n$. В рамках DFM-модели предполагается, что специфические компоненты представляют собой многомерный процесс белого шума, следовательно, ковариационная матрица Σ_{ζ} диагональна. Кроме того, в рамках DFM-модели предполагается, что факторы подчиняются вектор-авторегрессионному процессу порядка p :

$$f_m = \sum_{s=1}^p A_s f_{m-s} + \zeta_m, \zeta_m \sim (0, \Sigma_{\zeta}),$$

где A является квадратной матрицей $r \times r$. Кроме того, ковариационная матрица VAR (σ_{ζ}) управляется q -размерным стандартизированным процессом белого шума η_m :

$$\zeta_m = B\eta_m, \eta_m \sim N(0, I_q),$$

где B является матрицей $r \times r$, а $q \leq r$. Последнее уравнение – это прогностическое уравнение, объединяющее факторы в (ненаблюдаемые) уравненные по среднему значению показатели роста реального ВВП:

$$y_m = \beta' f_m + \varepsilon_m, \varepsilon_m \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2),$$

где y_m означает ненаблюдаемые месячные темпы роста ВВП. Модель оценивается в четыре этапа. На первом этапе получают факторные нагрузки Λ и оцениваемые статические факторы f_m . На втором этапе оценивают матрицы коэффициентов A_s по методу наименьших квадратов с использованием f_m . На третьем этапе вычисляется значение ζ_m , составляется ее ковариационная матрица Σ_{ζ} и путем анализа принципиальных компонентов оценивается матрица B . На последнем этапе модель помещается в пространство состояний и для

повторной оценки оцениваемых факторов (\hat{f}_m) и месячного роста ВВП применяется фильтр Калмана и сглаживающий фильтр.

Инновационная модель прогнозирования

Разработаем модель долгосрочного прогнозирования на основе методов регрессионного анализа с учетом трендов. Модель строится на основе совокупности линейного, логарифмического и гармонического трендов и рассчитывается посредством последовательной трендовой декомпозиции. Прогноз представляет собой совокупность трендов, описывающих движение стоимости актива [3–5].

В таком прогнозе в виде трендов учтены общие тенденции движения актива, пороги

насыщения, периодические составляющие. Представлена функция прогноза как совокупность насыщаемого (логарифмического), не насыщаемого (линейного) и гармонического трендов:

$$y = y_{\text{лог}} + y_{\text{лин}} + y_{\text{гарб?}}$$

тогда

$$y = a_1 \cdot \ln(x) + a_2 \cdot x + \sum a_n \cdot \varphi(x) + b_o ;$$

$$b_o = b_1 + b_2 + \sum b_n.$$

На основе предложенной модели долгосрочного прогнозирования сделаем прогноз по Валовому внутреннему продукту. Данные взяты из источника Государственной службы Федеральной статистики.

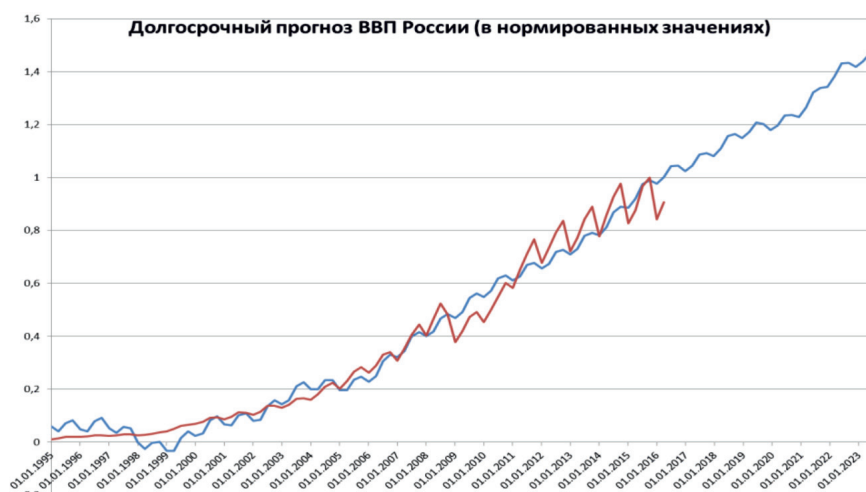


Рис. 1. Результат прогноза показателя Валовой внутренний продукт (квартальные данные), выраженный в нормированных значениях



Рис. 2. Результат прогноза показателя Валовой внутренний продукт (годовые данные), выраженный в нормированных значениях



Рис. 3. Результат прогноза показателя Валовой внутренней продукт (годовые данные), выраженный в текущих ценах (млрд руб.)

Рассчитаем прогноз ВВП, представленный годовыми значениями. На рис. 2 и 3 проиллюстрирован результат прогнозирования показателя ВВП России.

Таким образом, проведя обзор моделей прогнозирования ВВП, можно прийти к выводу, что статистические модели обладают большей ценностью, если в них может использоваться информация, относящаяся к соответствующему кварталу. Их относительные преимущества заключаются в повышении эффективности оценки состояния экономики в данный конкретный момент времени. Динамические факторные модели в целом обладают большей эффективностью. В масштабах разных стран и горизонтов такая модель наилучшим образом работает для ретроспективного прогнозирования. В работе также предложена авторская модель долгосрочного прогнозирования.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по Государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации в части проведения НИР по теме: «Моделирование долгосрочного социально-экономического развития России».

Список литературы

1. Антипов В.И. Экспериментальный прогноз ВВП / В.И. Антипов, Ф.Ф. Пашенко // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. – 2011. – Т. 4, № 1. – С. 52–67.
2. Антипов В.И. «Модель воспроизводства ВВП России Р1-4К. Материальный аспект» / В.И. Антипов, Ф.Ф. Пашенко. – М.: Научное издание ИПУ РАН, 2009 – 90 с.
3. Иванюк В.А. Моделирование тенденций финансового рынка в период спекулятивного роста / В.А. Иванюк, И.А. Тарасова, М.К. Осипова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6–4. – С. 833–836.
4. Иванюк В.А. Применение генетического алгоритма к задаче оценки потенциального ВВП страны / В.А. Иванюк, Р.М. Нижегородцев, В.М. Волкова // Вестник экономической интеграции. – 2011. – № 1. – С. 93–97.
5. Иванюк В.А. Разработка инновационных систем прогнозирования для решения сложных экономических задач / В.А. Иванюк // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2010. Т. 1, № 13 (73). – С. 153–157.
6. BLS Economic News Release «International Comparisons of GDP per Capita and per Hour, 1960–2011». – 2012. – P. 18–19.
7. International Journal of Economics and Finance «The Causal Relationship between Producer Price Index and Consumer Price Index». – 2011. – P. 227–232.
8. Kitchin, J. Cycles and Trends in Economic Factors. Review of Economics and Statistics. – 1923. – P. 10–16.
9. Meyer, Yves Wavelets and Operators. Cambridge: Cambridge University Press. – 1992. – P. 66–129.
10. W. Jos Jansen, Xiaowen Jin, Jasper M. De Winter Forecasting and nowcasting real GDP: Comparing statistical models and subjective forecasts // International Journal of Forecasting, 2016. – P. 411–436.

УДК 338.45:519.876.2

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ МОДЕЛИ «СТАРТАП, ИНВЕСТИР-КОРПОРАЦИЯ И ГОСУДАРСТВО» В СИСТЕМЕ ANYLOGIC

Ахмадеев Б.А., Вейнберг Р.Р., Титов В.А.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва, e-mail: vtitov213@yandex.ru, veynberg@gmail.com, bulat.a@mail.ru

В данной статье рассматривается реализация модели «Стартап, инвестор-корпорация и государство» в коммерческом решении Anylogic. AnyLogic – инструмент имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретно-событийный), системно-динамический и агентный, а также любую их комбинацию. Уникальность, гибкость и мощность языка моделирования, предоставляемого AnyLogic, позволяет учесть любой аспект моделируемой системы с любым уровнем детализации. Графический интерфейс AnyLogic, инструменты и библиотеки позволяют быстро создавать модели для широкого спектра задач от моделирования производства, логистики, бизнес-процессов до стратегических моделей развития компании и рынков. Прежде чем приступить к моделированию в выбранном программном обеспечении, авторы приводят краткую математическую модель выбранных акторов. Далее происходит модернизация разработанной модели и проводится вариативность исходных данных, для разработки отдельных сценариев взаимодействия. Статья будет интересна преподавателям ВУЗов, аспирантам и всем интересующимся моделированием динамических экономических систем.

Ключевые слова: стартап, инвестор, модель «Хищник – Жертва», Anylogic, оптимизация, государство

IMPLEMENTATION OF ADVANCED MODEL «START-UP, CORPORATION-INVESTOR AND STATE» IN ANYLOGIC

Ahmadeev B.A., Veynberg R.R., Titov V.A.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: vtitov213@yandex.ru, veynberg@gmail.com, bulat.a@mail.ru

This article examines implementation of «Startup, investor-corporation and state» model in the commercial solution «Anylogic». «AnyLogic» is an imitation modeling tool that supports all approaches for creating simulation models: process-oriented (discrete-event), system-dynamic and agent-based, and any combination of them. The uniqueness, flexibility and power of the modeling language provided by «AnyLogic» allows you to take into account any aspect of the simulated system with any level of detailing. AnyLogic’s graphical interface, tools and libraries allow you to quickly create models for wide range of tasks from production line simulation, logistics etc to strategic company development models and markets. Before proceeding with modeling in the selected software, authors provide brief mathematical model of the selected actors. Further, the developed model is modernized and variability of the initial data is carried out, for the development of individual interaction scenarios. The article will be interesting to teachers of universities, postgraduate students and all interested in modeling dynamic economic systems.

Keywords: startup, investor, model «Predator – Sacrifice», Anylogic, optimization, state

Модель Лотки – Вольтерры отражает схему взаимодействия двух видов типа «хищник – жертва», она получила название в честь авторов, предложивших независимо друг от друга модельные уравнения [2, 3].

Эти уравнения применимы при моделировании различных типов взаимодействия между видами, таких как системы «хищник – жертва», «паразит – хозяин», конкуренции и так далее.

В математической форме предложенная система имеет следующий вид:

$$\frac{dx}{dt} = (\alpha - \beta y)x,$$

$$\frac{dy}{dt} = (-\gamma + \delta x)y,$$

где x – количество жертв, y – количество хищников, t – время, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коэффици-

енты, отражающие взаимодействия между видами.

Для данной системы уравнений экспериментальным путем были подобраны значения коэффициентов для того, чтобы экосистема была в равновесии. Значения коэффициентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Подборка коэффициентов уравнений

Внешние коэффициенты	Значение
Коэффициент рождаемости жертв	0,05
Коэффициент поедания (поглощения)	0,0002
Коэффициент рождаемости хищников	1
Коэффициент смертности хищников	0,05
Начальная популяция жертв	100
Начальная популяция хищников	50

Модель была реализована в виде программного продукта для имитации модели,

результат равновесной экосистемы представлен на рис. 1.

Можно заметить, что динамика развития популяции хищников и жертв имеет колебательный характер в силу присутствия сильных циклов с обратной связью, показанных на рис. 1. Эти силы заставляют популяции колебаться вокруг набора заданных условий.

Базируясь на модели Лотки – Вольтерры, формализуем процессы слияний и поглощений компаний по аналогии взаимоотношений в экосистеме «хищник – жертва», где хищники – крупный бизнес (транснациональные корпорации, холдинги, институциональные инвесторы), жертвы – малый и средний бизнес (стартапы, МИПы и т.д.) и государство как отдельный актор взаимодействия, осуществляющий свою часть финансирования деятельности стартапов.

Можно заметить, что динамика развития популяции хищников и жертв имеет колебательный характер в силу присутствия сильных циклов с обратной связью, показанных на рис. 1. Эти силы заставляют популяции колебаться вокруг набора заданных условий.

Следующим примером популяционных моделей является модель взаимодействия двух видов, конкурирующих между собой за один общий вид ресурса. В такой системе виды могут и не быть хищниками по отношению к другому виду. Например, несколько видов рыбы могут конкурировать за один источник пропитания, однако не пожирать друг друга. С другой стороны, существуют системы, где два вида конкурируют за один общий источник пропитания, и один вид может пожирать другой, как в примере с львами и гиенами, где они могут также убивать друг друга.

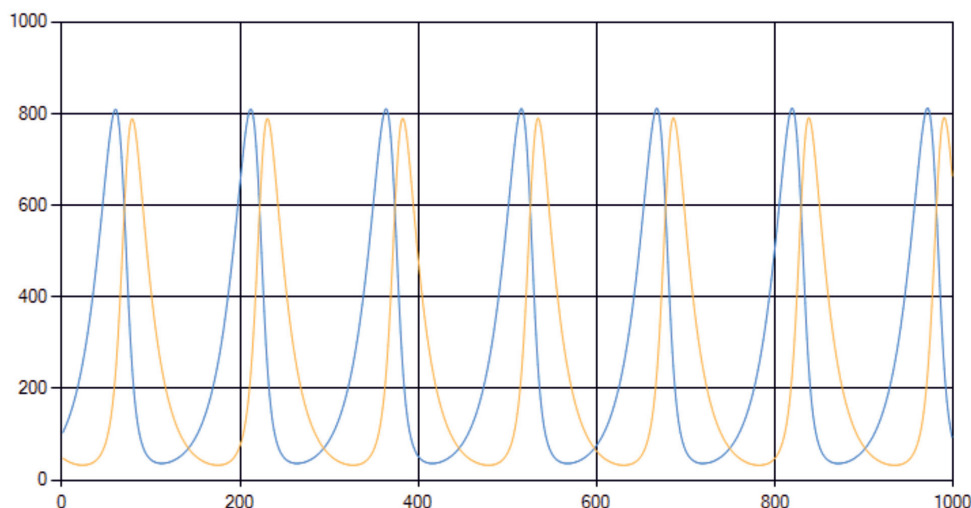


Рис. 1. Результат реализации модели хищник – жертва. По оси абсцисс – время моделирования, по оси ординат – численность популяции

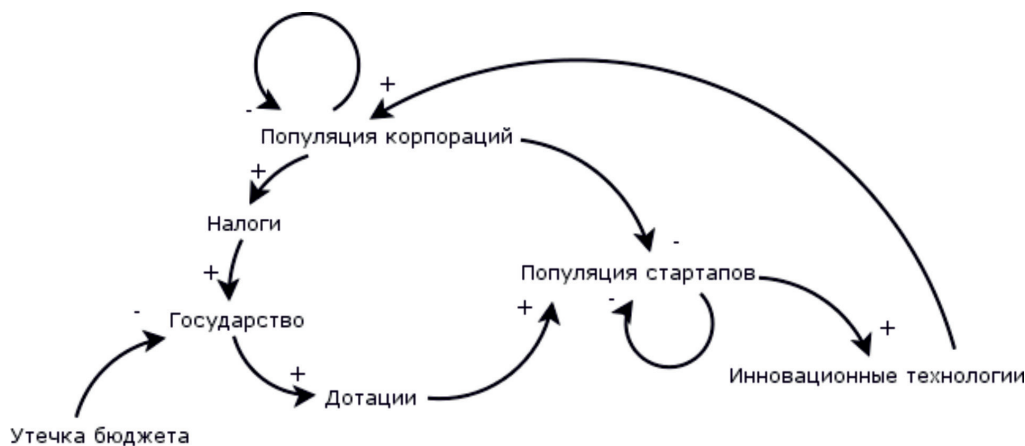


Рис. 2. Причинно-следственные связи в инновационной экосистеме

Модели конкуренции не ограничиваются биологией и экологией. Страны конкурируют между собой за владение большей долей в торговле товарами и услугами, корпорации и фирмы конкурируют за клиентов и долю на рынке, политические партии борются за голоса. Также новые технологии и инновационные решения конкурируют за доступ и открытие новых рынков и распространение на существующих рынках, где, как правило, доминируют существующие старые и сильные технологии и компании.

Итак, в данной модели имеются три вида объектов, сосуществующих и взаимодействующих друг с другом [1, 2]:

а) корпорации-хищники, которые являются большими и успешными компаниями, но имеют свои уязвимые аспекты и упущения, которые они хотят восполнить путем поглощения другой, более мелкой компании;

б) «жертвы» представлены малым бизнесом – стартапами и МИПами. «Жертвы», как правило, незрелые компании, находящиеся в сегменте малого и микро-бизнеса. Они имеют свои сферы специализации, в которых достигли значительного успеха с точки зрения эффективности. Также «жертвы» должны иметь цену продажи достаточно низкую для возможности покупки «хищниками»;

в) государственный регулятор, выраженный в накопленном налоге, который занимается перераспределением средств в данной системе: он облагает «хищников» налогами, таким образом формируя бюджет, из которого осуществляется поддержка малого бизнеса (стартапов и МИПов) в виде дотаций.

Данная модель предполагает наличие специализированного реестра или базы данных малого бизнеса, из которых «хищ-

ники» выбирают себе наиболее пригодных «жертв» [5].

Графически данная модель отображена в виде диаграммы причинно-следственных связей, изображенной на рис. 2.

Модернизируем модель с учетом ряда поправочных коэффициентов [4, 6].

Модели Лотки – Вольтерры были модернизированы следующим образом:

1) государство может облагать налогом корпорации (τ) для пополнения бюджета страны;

2) в связи с чем добавляется переменная T , которая вычисляется через дополнительное дифференциальное уравнение;

3) бюджет (T) накапливается благодаря налогам, собранным с корпораций ($y \cdot \tau$);

4) часть бюджетных денег тратится на дотации «стартапам» ($T_{i-1} \cdot x_{i-1} \cdot D$);

Математически данная модель выражена следующим образом:

$$x_i = x_{i-1} + (\alpha - \beta \cdot y_{i-1} + T_{i-1} \cdot D)x_{i-1},$$

$$y_i = y_{i-1} - (\gamma + \tau - \delta \cdot x_{i-1})y_{i-1},$$

$$T_i = \tau \cdot y_{i-1} - T_{i-1} \cdot x_{i-1} \cdot D,$$

x – количество МИПов,

y – количество корпораций,

i – период моделирования,

α – коэффициент рождаемости стартапов,

β – коэффициент поглощения стартапов корпорациями,

γ – коэффициент смертности корпораций,

δ – коэффициент рождаемости корпораций,

τ – налоговая ставка для корпораций,

T – собранные налоги за данный период,

D – дотационная доля бюджета на помощь «стартапам».

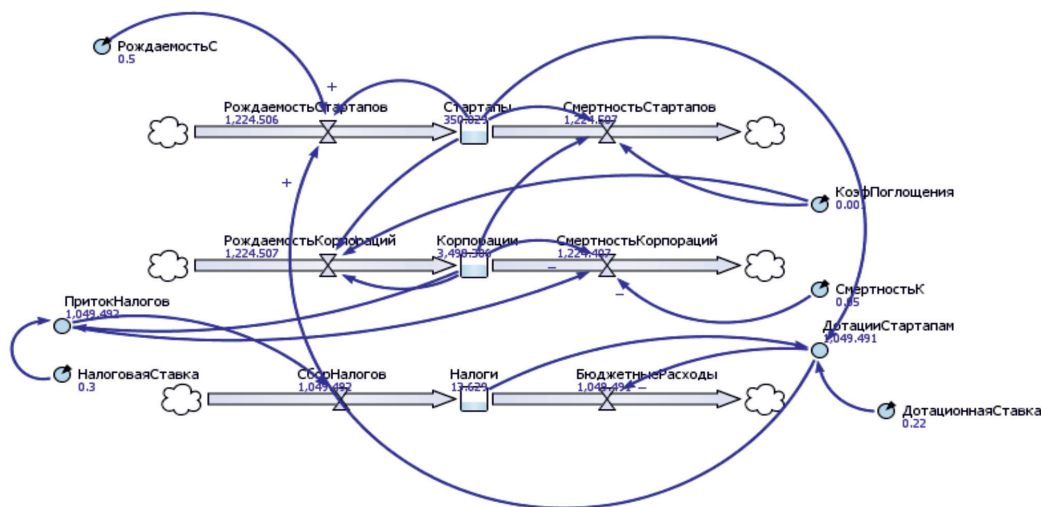


Рис. 3. Диаграмма потоков и накопителей

Для реализации математической модели (формула выше) была разработана имитационная модель в среде моделирования AnyLogic (рис. 3).

В данной среде был проведен оптимизационный эксперимент (рис. 4) с автоматическим подбором параметров, приведенных

в табл. 2, максимизирующий накопленные значения переменных x и y за все периоды с ограничениями: значения этих переменных не должны быть меньше начальных ($x_{нач} = 100$ и $y_{нач} = 50$).

Модифицированная модель хищник-жертва : Optimization

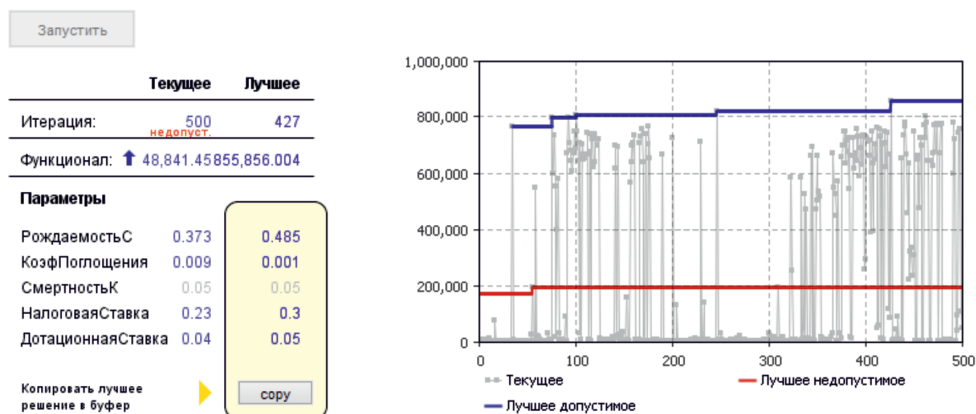


Рис. 4. Оптимизационный эксперимент

Таблица 2

Варьирование параметров при оптимизации и оптимизированные параметры

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение	Шаг	Оптимизированные параметры
Рождаемость «стартапов»	0,001	0,5	0,001	0,485
Коэффициент поглощения	0,001	0,5	0,001	0,009
Налоговая ставка	0,01	0,3	0,01	0,5
Дотации	0,01	0,5	0,01	0,05

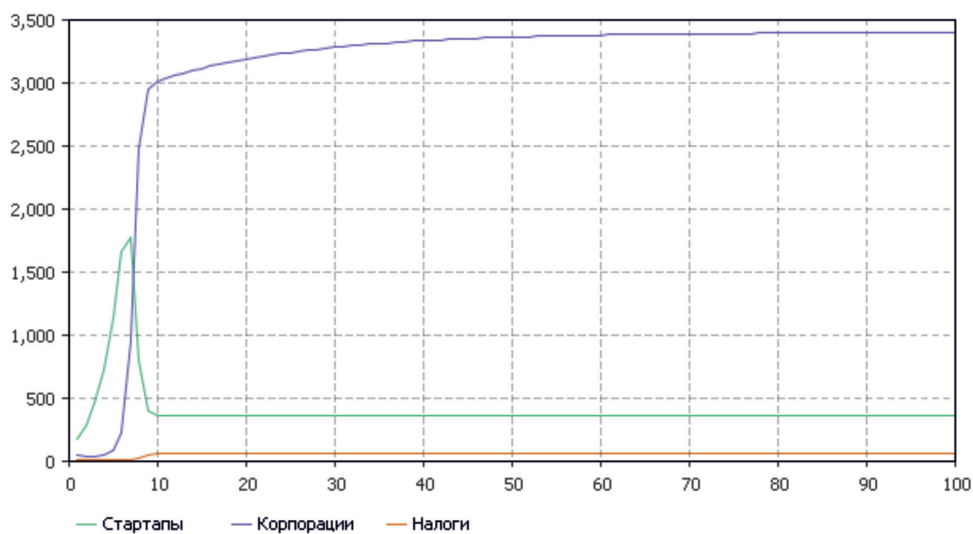


Рис. 5. Поведение системы при оптимизированных параметрах

Равновесие достигается выбором определенного значения параметра, определяющего уровень налогов, собираемых с корпораций (τ), которые впоследствии будут отчислены в пользу «стартапов», а также соответствующего параметра, определяющего уровень субвенций «стартапам» на каждом шаге (D), см. рис. 5.

Учитывая, что данная модель является сильно абстрагированной, не учитывает наличие жизненного цикла развития инновационной идеи, индивидуального поведения и не позволяет сделать конкретные практические выводы применительно к экономике, для более детального определения параметров эффективного взаимодействия, необходимо прибегнуть к созданию много-агентной имитационной модели, моделирующей взаимоотношения «стартапов», венчурных инвесторов и корпораций, что будет описано в следующей части статьи.

Выполнено в рамках научно-исследовательской работы по гранту Президента РФ МК-6249.2016.9 для государственной

поддержки молодых российских ученых (Конкурс – МК-2016).

Список литературы

1. Andrade G., Mitchell M., Stafford E. New evidence and perspectives on mergers // Journal of Economic Perspectives. – 2001. – № 15. – P. 103.
2. Carpenter M.A., Sanders W.G. Strategic management: A dynamic perspective // Prentice Hall. – 2007. – P. 512.
3. Гребенкин А.В., Гребенкин А.А. Интеграция бизнес-систем после слияний и поглощений. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета // Научные доклады. Ч. I: Методология анализа и управления слияниями и поглощениями. ГОУ ВПО «Уральский гос. университет им. А.М. Горького», Ин-т упр. и предпринимательства. – 2005. – С. 87.
4. Романов В.П., Ахмадеев Б.А. Моделирование инновационной экосистемы на основе модели «Хищник-жертва» // Бизнес-информатика. – 2015. – № 1 (31). – С. 7–17.
5. Титов В.А., Вейнберг Р.Р. Анализ существующих динамических моделей на базе системы уравнений лотки-вольтерры «хищник-жертва» // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8–2. – С. 409–413.
6. Титов В.А., Хайрулин И.Г. Влияние согласованности экспертных суждений на принятие решения о выборе инвестиционных проектов по методу анализа иерархий // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10648> (дата обращения: 06.06.2017).

УДК 338.462

ИННОВАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИНТЕГРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ГОСКОРПОРАЦИЙ НА РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЕРТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

¹Балдин О.В., ²Иванов Г.И., ¹Просандеев В.А., ³Ситников Н.А.

¹ГОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,
e-mail: o.baldin@yandex.ru, vlapros@mail.ru;

²ЧОУ ВО «Южный университет (ИУБуП)», Ростов-на-Дону, e-mail: giivanov@yandex.ru;

³ПАО «Роствертол», Ростов-на-Дону, e-mail: n.sitnikov@rostvert.ru

Целью данной статьи является исследование механизма инновационного воздействия высокотехнологичных госкорпораций на развитие региональных экономических систем в условиях четвертой информационной революции. В рамках поставленной цели были решены следующие задачи: выявлены недостатки в существующих методиках оценки инновационной деятельности госкорпораций и внесены соответствующие коррективы; обоснованы преимущества комплексного подхода к оценке результатов деятельности госкорпораций, на основании которых сформулирована и предложена авторская методика, доказавшая свою эффективность по результатам ее практической апробации. В ходе исследования поставленной проблемы авторы приходят к выводу о том, что главной особенностью механизма инновационного воздействия госкорпораций на развитие региональных экономических систем в условиях четвертой информационной революции является ее всесторонний глубинный характер, что придает всем объектам воздействия многократное ускорение, инновационность и позволяет обеспечить экономию ресурсов и повысить конкурентоспособность экономики региона.

Ключевые слова: госкорпорация, инновация, региональная экономическая система, информационная революция, стартовые условия, формирование территориальных образований, стратегия развития моногородов, государственно-частное партнерство

INNOVATIVE IMPACT OF THE INTEGRATION POTENTIAL OF HIGH-TECH CORPORATIONS ON THE DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS IN TERMS OF THE FOURTH INFORMATION REVOLUTION

¹Baldin O.V., ²Ivanov G.I., ¹Prosandeev V.A., ³Sitnikov N.A.

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: o.baldin@yandex.ru, vlapros@mail.ru;

²South University (IUBIP), Rostov-on-Don, e-mail: giivanov@yandex.ru;

³PAS «Rostvertol», Rostov-on-don, e-mail: n.sitnikov@rostvert.ru

The purpose of this article is to study the mechanism of the innovative impact of high-tech state corporations on the development of regional economic systems in the context of the fourth information revolution. Within the framework of the goal, the following tasks were accomplished: shortcomings in existing methods for assessing the innovative activity of state corporations were revealed and appropriate adjustments were made; the advantages of an integrated approach to the evaluation of the results of state corporations' activities are substantiated. Basing on this, the author's methodology has been proposed, which has passed practical testing and proved its viability. In the study of this problem, the authors come to the conclusion, that the main feature of the mechanism of the innovative impact of state corporations on the development of regional economic systems in the context of the fourth information revolution is its all-encompassing depth character, giving all objects of impact multiple acceleration, innovation, therefore it allows saving of resources and competitive ability of the region economy.

Keywords: state corporation, innovation, regional economic system, information revolution, starting conditions, the formation of territorial entities, the strategy of monotown development, public-private partnership

Исследование механизма воздействия интеграционного потенциала высокотехнологичных госкорпораций на развитие региональных экономических систем в современных условиях представляет собой новое направление четвертой информационной революции.

Подобные исследования в свое время проводились учеными США в условиях индустриализации применительно к созданию и функционированию территориальной корпорации «Tennessee Valley Authority» (TVA) с последующей оценкой ее эффективности.

Однако полученные выводы оказались противоречивыми. Некоторые из экспертов критикуют госкорпорацию TVA за низкий уровень эффективности ее деятельности, отмечая, что реализация программы не привела к существенному росту заработной платы в промышленности, которая остается пока несколько ниже, чем в среднем по стране. Экономисты не нашли признаков влияния TVA на другие регионы, регион продолжает оставаться дотационным. Общие выгоды от TVA в зависимости от эластичности рабо-

чей силы составляют 22–32,3 млрд долл. США, а бюджетные трансферты составляют 17,3 млрд долл. США [1].

Если сопоставить отмеченные негативные моменты в деятельности TVA с такими результатами ее деятельности, как создание местного гидроэнергетического кластера; проведение энергетической политики на основе самокупаемости; генерацию дешевой электроэнергии как для внутреннего, так и внешнего рынков; доминирование промышленности; формирование квалифицированного кадрового потенциала; рост уровня жизни населения – можно сделать вывод о том, что развитие эффективных механизмов функционирования госкорпораций (ГК) на рынке создает агломерационный эффект, направленный на развитие региональных экономических систем.

Однако в используемом подходе не в полной мере учитываются другие факторы, которые должны были найти отражение в методике оценки деятельности TVA. Во-первых, не были выделены регионы с идентичными условиями, по которым можно было бы проводить сравнительный анализ. Во-вторых, регион, в котором территориально расположена TVA, являлся одним из наиболее депрессивных в США, поэтому при анализе эффективности ее деятельности за основу следовало бы брать равные стартовые условия регионов, а не средние показатели по стране [2]. Также необходимо руководствоваться оценкой управленческой системы компании, как-то: качество менеджмента, обоснование правомерности выбора организационно-правовой формы и структуры управления и так далее.

Принимая решение о перспективах эффективности инвестирования в госкорпорации со стороны суверенных фондов, необходимо учитывать не только экономические, но также экологические, геополитические, организационные и другие результаты ее функционирования на рынке. Однако необходимо иметь в виду, что инвестиции зарубежных суверенных фондов могут ставить своей целью получение контроля над стратегически важными отраслями государства, что в свою очередь отразится на его экономической безопасности, в том числе может оказывать влияние на принятие политических решений.

Принимая во внимание изменения, внесенные четвертой информационной революцией, можно констатировать, что она внесла значительные коррективы в деятельность госкорпораций, а также оказала существенное влияние на региональные экономические системы.

Суть четвертой информационной революции сводится не только к коренному изменению информационного пространства в региональных процессах, но и к созданию новых информационных сетей по всему миру. Это оказало качественное воздействие на структуру национальных и наднациональных отношений. В результате интеграции основных факторов производства усилилось их регулятивное воздействие друг на друга, что привело к возникновению кумулятивного эффекта, заключающегося в глобализации национальных экономик. По сути, национальные экономические системы стали макроэлементами глобальной экономической системы.

Таким образом, четвертая информационная революция стала драйвером формирования глобального экономического пространства и установления нового мирового порядка, вытеснив на обочину истории многие традиционные методы и инструменты управления национальными социально-экономическими процессами. Интернационализация основных факторов производства и их всесторонняя модернизация потребовали поиска новых форм и методов управления экономическими системами (ЭС) на основе синтеза региональных, межрегиональных, национальных и зарубежных форм управления ЭС. К числу таких форм следует отнести создание госкорпораций, которые способны привнести инновационность не только в свои базовые отрасли, но и привести к существенному преобразованию социально-экономического пространства в регионах их размещения.

Показательной в этом отношении является госкорпорация «Росатом», занимающая особое место как среди российских, так и общемировых госкорпораций, поскольку является одной из стратегических структур, способствующих обеспечению ядерной и радиационной безопасности.

Территориально она расположена в 36 регионах России, 70 муниципальных образованиях, в том числе: в 10 городах производится захоронение атомных отходов (ЗАТО), в 11 городах расположены атомные электростанции (АЭС). Среднегодовая численность персонала составляет свыше 270 тыс. человек, вовлеченное население превышает 3,3 млн человек. Выработка электроэнергии на АЭС в 2012 г. достигла 177,3 млрд кВт-ч, что составляет 16,8% от общей выработки электроэнергии в России [3].

Воздействие госкорпорации «Росатом» на развитие территорий присутствия носит комплексный характер, что находит от-

ражение в качественном изменении социально-экономического пространства и его отраслевой структуры, отраслевой и региональной структуры.

Среди факторов экономического влияния госкорпорации «Росатом» на результаты деятельности регионов и муниципальных образований можно выделить следующие:

- вклад в создание и распределение стоимости;
- прямое и опосредованное воздействие на развитие смежных отраслей экономики;
- налоговые отчисления в бюджеты различных уровней;
- создание новых рабочих мест и рост занятости населения;
- качественное улучшение экологической обстановки в регионах и так далее.

Предприятия ГК «Росатом» оказывают позитивное влияние на обеспечение роста доходной части бюджетов всех уровней, объемов инвестиций и расходов на охрану окружающей среды. Однако для оценки результатов деятельности госкорпораций необходима надежная методика оценки их эффективности, на что обращают внимание многие исследователи. Например, аудитор счетной палаты ГД РФ М.И. Бесхмельницын предлагает выработать новые показатели оценки эффективности госкорпораций, что позволит обеспечить высокую степень прозрачности их деятельности в экономической системе регионов [4]. Данные показатели могут быть использованы для проведения государственной инвестиционной политики.

В табл. 1 приведена авторская методика расчета интегрального показателя, составляющими которого является произведение частных показателей K_1 , K_2 , K_3 , отражающих динамику экономической эф-

фективности госкорпораций (на примере ГК «Росатом»).

Для расчета интегрального показателя экономической эффективности ГК «Росатом» в регионах присутствия использовалась средняя геометрическая. Как известно, последняя применяется в том случае, когда индивидуальные значения признака представляют собой относительные величины. Они выстраиваются в виде цепных величин, как отношение к предыдущему уровню.

В данном случае расчеты производились по интегральному показателю, который характеризует средний коэффициент роста совокупного вклада госкорпорации «Росатом» в развитие регионов присутствия.

Судя по частным показателям, вклад госкорпорации в развитие регионов России по годам колеблется в широких пределах. Это обусловлено целым рядом следующих причин, которые представляют определенный интерес для науки и практики.

Следует отметить, что оценка динамики экономической эффективности госкорпорации «Росатом» относится к тому периоду времени, когда разразился мировой финансовый кризис. Если учесть, что в структуре ее активов на долю зарубежных активов приходится более 25% от их общей величины, а на долю зарубежных операций более 50% от их общего объема, то становится очевидной высокая степень зависимости конечных финансовых результатов от состояния мирового рынка, его конъюнктуры и экспортного потенциала.

Наглядное представление об этом дают данные табл. 2 и 3. В них четко отражается тенденция роста мировых цен на сырье, материалы, что негативно сказывается на финансовых показателях.

Таблица 1

Оценка динамики интегральной экономической эффективности госкорпорации «Росатом» в регионах присутствия за 2010–2012 гг. [3, 5]*

№ п/п	Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.
1	Поступление налогов в бюджеты различных уровней, млрд руб.	78,9	64,4	82,4
2	Бюджетная эффективность, % (K_1)	100,0	81,7	127,8
3	Вложение инвестиционных средств в сообщества, в том числе пожертвования, млрд руб.	1,8	5,99	7,08
4	Эффективность инвестиций, % (K_2)	100,0	332,8	118,2
5	Расходы госкорпорации на охрану окружающей среды, млрд руб.	10,6	10,7	15,7
6	Экологическая эффективность, % (K_3)	100,0	100,9	146,7
7	Интегральный показатель динамики экономической эффективности ($I = \sqrt[3]{K_1 K_2 K_3}$), %	100,0	302,0	281,0

Примечание. * Составлено и рассчитано на основе данных «Публичных годовых отчетов Росатом по методике, разработанной Г.И. Ивановым.

Таблица 2

Динамика основных показателей финансовой деятельности госкорпорации «Росатом» за 2010–2012 гг. [3, 5]**

Показатели	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	млрд руб.	в%	млрд руб.	2011/2010 в%	млрд руб.	2012/2011 в%
Выручка	391,4	100	389,4	97,5	396,4	101,8
Себестоимость продукции	206,3	100	226,8	109,9	270,6	119,3
Валовая прибыль	185,1	100	162,6	87,8	125,8	77,4
Чистая операционная прибыль после уплаты налогов	85,3	100	66,5	78,0	20,9	31,7

Примечание. **Составлено и рассчитано авторами по данным «Публичного годового отчета госкорпорации «Росатом».

Таблица 3

Динамика показателей рентабельности госкорпорации «Росатом» за 2010–2012 гг. [6]

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Рентабельность продаж по чистой прибыли (ROS)	23,7	15,7	6,7
Рентабельность активов по чистой прибыли (ROA)	6,0	3,4	1,4
Рентабельность собственного капитала по чистой прибыли	8,6	5,0	2,1

Несмотря на то, что выручка госкорпорации за 2010–2012 гг. увеличилась на 1,8 процентных пунктов, из-за роста себестоимости продукции резко сократилась валовая прибыль – на 22,6 процентных пункта, а чистая прибыль – более чем в 3 раза. Соответственно, это повлекло за собой резкое снижение показателей рентабельности, что отражено в табл. 3.

Исходя из данных табл. 3, можно сделать вывод о том, что по всем показателям наблюдается снижение рентабельности более чем в 4 раза. Для сохранения достигнутых темпов роста ГК «Росатом» государство вынуждено было в 2012 г. выделить в отношении нее дотаций из федерального бюджета на сумму 119,9 млрд руб., что значительно превысило среднегодовые отчисления налогов в бюджеты всех уровней [2, 3, 6].

Сегодня ГК «Росатом» ведет активный поиск путей снижения налоговой нагрузки. Одним из направлений стало создание консолидированной группы налогоплательщиков, в состав которой вошли 34 организации. Данная мера позволяет распределить суммарный налог на прибыль между бюджетами разных уровней, увеличив налоговые поступления в бюджеты регионов, тем самым улучшив их финансовое состояние. Рассмотренный опыт вполне применим на других предприятиях и объединениях. Первостепенное внимание в деятельности ГК «Росатом» уделяется кадровой политике. В настоящее время

ГК «РОСАТОМ» представляет собой мощный научно-производственный комплекс, что привносит инновационную активность в ее технологические и организационно-управленческие процессы.

Таким образом, регулятивное инновационное воздействие интеграционного потенциала высокотехнологичных госкорпораций на развитие региональных экономических систем в условиях четвертой информационной революции сводится к следующему:

- укреплению методической базы оценки инновационной деятельности госкорпораций с выделением регионов с идентичными стартовым и проведением сравнительного анализа по результатам их деятельности;

- увеличению вклада госкорпораций в инновационное развитие территориальных образований, включая увеличение налоговых поступлений в региональные и муниципальные бюджеты;

- формированию новых рынков труда, продукции и услуг;

- развитию и совершенствованию государственно-частного партнерства в традиционных и инновационных отраслях регионов.

По результатам проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

Роль госкорпораций в системе регионального воспроизводства проявляется в следующем:

1. Прямом и опосредованном воздействии на процессы адаптации региональ-

ных экономических систем к восприятию инновационных процессов.

2. Существенном влиянии на оптимизацию отраслевой и территориальной структуры регионов.

3. Повышении возможностей диверсификации производства и, следовательно, – увеличении конкурентоспособности региональных экономических систем.

4. Расширении государственно – частного партнерства и вовлечении в этот процесс малого, среднего и крупного бизнеса.

5. Создании новых рабочих мест, сокращении уровня безработицы, увеличению социально – экономической стабильности регионов.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что грамотный подход со стороны органов государственного и местного управления к использованию интеграционного потенциала госкорпораций в качестве инновационного инструмента социально-экономического развития территорий и реализации при этом преимуществ, которые дает четвертая информационная революция, является мощным катализатором повышения эффективности функционирования, устойчивости и конку-

рентоспособности региональных экономических систем.

Список литературы

1. Зельдер А.Г. Концептуальные подходы к стратегии и тактике государственного регулирования экономики / Г.А. Зельдер. – М.: ИЭРАН, 2007. – С. 23.

2. Иванов Г.И. Национальная идея России как основа стратегического управления и роль госкорпораций в ее реализации / Г.И. Иванов, В.А. Просандеев, Н.А. Ситников: монография. – М.: Перо, 2016. – 168 с.

3. Публичный годовой отчет госкорпорации «Росатом»: Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии Росатом за 2012 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ar2012.rosatom.ru/wps/wcm/connect/rosatom/rosatomgorus/stabledevelopment/progr4> / (свободный) (дата обращения: 15.05.2017).

4. Фрумкин К. Госкорпорации: сколько и какие? / К. Фрумкин // Политэкономика.ру: полит.-деловой журн [Электронный ресурс]: электрон. журн. – 2009. – № 8–9(21–22). – Режим доступа: <http://www.politekonomika.ru/sen2009/goskorporacii:skolkoikakie> (свободный).

5. Иванов Г.И. Государственные корпорации в системе управления формированием адаптивно-инновационной экономики / Г.И. Иванов, Н.А. Ситников: монография. – М., Перо, 2015. – 176 с.

6. Публичный годовой отчет госкорпорации «Росатом»: Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии Росатом за 2010 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ar2010.rosatom.ru/wps/wcm/connect/rosatom/rosatomgorus/stabledevelopment/progr4> / (свободный) (дата обращения: 15.05.2017).

УДК 339.137.2

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Бобырев Д.Б., Косоруков А.П.

*Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
Калуга, e-mail: dbbobyrev@gmail.com*

В данной статье рассмотрены основные факторы, влияющие на повышение конкурентоспособности национальной экономики. Инновационная активность предприятия рассматривается как основа обеспечения конкурентоспособности отечественных промышленных предприятий и национальной экономики в целом. Выделены наиболее важные направления инновационной активности предприятий. Рассмотрены возможные пути и способы повышения конкурентоспособности отечественных предприятий в сфере технологических, организационных, маркетинговых инноваций, с учетом текущих особенностей национальной экономики. Проанализирована динамика и удельный вес предприятий РФ, осуществляющих инновационную деятельность. Авторами проведен сравнительный анализ результатов внедрения инноваций в сфере национальной экономики, с учетом показателей Глобального инновационного индекса (ГИИ) и Всемирного экономического форума (ВЭФ). Выявлены сильные и слабые стороны отечественных предприятий в области инновационной активности. Определена непосредственная взаимосвязь инновационной активности предприятий с уровнем конкурентоспособности национальной экономики. Подчеркнута важность инновационной активности предприятий для успешной реализации инновационного сценария развития национальной экономики.

Ключевые слова: инновационная активность, национальная экономика, конкурентоспособность

ANALYSIS OF NATIONAL ENTERPRISES' INNOVATION ACTIVITY AS A FACTOR OF NATIONAL ECONOMY COMPETITIVENESS GROWTH

Bobyrev D.B., Kosorukov A.P.

*Kaluga branch of Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Kaluga,
e-mail: dbbobyrev@gmail.com*

In the article the author considers the main factors which influence over national economy competitiveness growth. Enterprise' innovation activity is considered as the basis for providing competitiveness for domestic industrial enterprises and national economy in general. The author also plays emphasis on the most important directions of enterprises' innovative activity, considers different ways and methods of improving competitiveness of domestic enterprises in the field of technological, organizational and marketing innovations with accordance of current peculiarities of national economy. The author also analyzes dynamics and ratio of enterprises of the Russian Federation implementing innovative activity, carries out comparative analysis of the results of innovation introduction in the field of national economy with accordance of Global Innovation Index and World Economic Forum, defines strengths and weaknesses of domestic enterprises in the field of innovation activity. The author also defines direct interrelation between enterprises' innovation activity and the level of competitiveness of national economy, outlines the importance of enterprises' innovation activity for successful realization of innovation development scenario of national economy.

Keywords: innovation activity, national economy, competitiveness

В современном мире масштабное использование инноваций и инновационная активность становятся одними из основных условий повышения конкурентоспособности и устойчивого экономического роста национальной экономики.

Инновационная активность предприятия – это комплексная характеристика его деятельности, которая включает степень интенсивности осуществляемых действий и их своевременность, обоснованность и прогрессивность применяемых методов, способность мобилизовать необходимый потенциал, а также рациональность технологии инновационного процесса по составу и последовательности операций [4].

Значение инновационной активности заключается в том, что с ее помощью можно оценить характер инновационной деятельности любого предприятия. Среди побудительных сил инновационной активности специалисты выделяют внешние и внутренние мотивы. К внутренним относятся: необходимость замены технологии или оборудования, необходимость создания нового вида продукта, стремление группы талантливых менеджеров или ученых реализовать свой творческий потенциал, стратегия предпринимателя по завоеванию определенного места на рынке и т.п. Однако внутренние мотиваторы не всегда срабатывают. Так, крупные предприятия, достигшие монопольного положения на

рынке, мало заинтересованы в риске, связанном с внедрением инноваций. В этом случае решающими мотиваторами могут выступать факторы внешнего характера, основными из которых являются конкурентная среда и государственное регулирование.

Необходимость развития инновационной деятельности как основы повышения конкурентоспособности предприятий и национальной экономики в целом раскрыта в ряде работ отечественных и зарубежных ученых и практиков, таких как Н.А. Андрианова, Р.О. Андрианов, А.Л. Гапоненко, Е.Г. Гончарова, С.В. Пирогов, В.И. Якунин и других.

Российский рынок – один из самых перспективных в мире по темпам экономического роста. Однако, объективно обладая существенным потенциалом, РФ отстает от лидеров мировой экономики по причине недостаточной эффективности экономической системы, которая требует реформирования в области инновационной активности отечественных предприятий.

Следовательно, для обеспечения экономического роста требуется перманентное повышение роста инновационной активности отечественных предприятий и целых отраслей. Вопрос повышения инновационной активности сложен, многоаспектен и значим в процессе обеспечения роста эффективности деятельности предприятий и экономического роста страны в целом.

В современных условиях конкурентоспособность страны является показателем состояния и перспектив развития хозяйственной системы, определяет характер ее участия в международном разделении труда, выступает гарантом экономической безопасности и в общем виде представляет собой способность страны в условиях свободной конкуренции производить товары и услуги, удовлетворяющие требованиям мирового рынка, реализация которых увеличивает благосостояние населения. Сущность национальной конкурентоспособности страны предполагает определенный уровень конкурентоспособности отечественных предприятий и производимых ими товаров.

Влияние инноваций на конкурентоспособность нацелено на формирование положительных изменений: снижение затрат и цен, повышение качества продукции, улучшение сбыта и т.д. Адаптация к условиям рынка, ориентация на динамически меняющиеся потребности покупателя, повышение качества продукции, улучшение условий и качества работы персонала, а также, внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в производство и его организацию, являются основными путями повышения конкурентоспособности.

Из перечисленных путей повышения конкурентоспособности предприятия особое место занимают инновации. В классификации инноваций, разработанной в Руководстве Осло, принято выделять следующие типы, которые охватывают широкий диапазон изменений, характерный для деятельности промышленных предприятий: технологические (процессные, продуктовые); организационные; маркетинговые [8].

Анализ динамики промышленных предприятий, осуществляющих инновационную деятельность в РФ, показывает, что в 2015 г. инновационной деятельностью занимались 10,6% исследуемых предприятий. При этом доля предприятий, осуществляющих технологические инновации, составила 9,5%, маркетинговые – 2%, организационные – 2,9%.

Уровень инновационной активности российских предприятий промышленного производства, оцениваемый по доле предприятий, осуществлявших технологические инновации, за последнее десятилетие установился на отметке 9–10%. Например, в Германии уровень инновационной активности предприятий составляет 66,9%, Великобритании – 44,2%, Японии – 48,5%. Следует обратить внимание, что к инновационной модели развития экономики невозможно перейти, исходя из существующего уровня инновационной активности отечественных предприятий (табл. 1). На современном этапе в инновационной деятельности отечественных предприятий технологические инновации являются приоритетными.

По интенсивности затрат на технологические инновации Россия по-прежнему отстает от ведущих европейских стран. Так, основываясь на данных Всемирного экономического форума, в Дании доля затрат на технологические инновации достигает 5%, (в Швеции – 4,7%, Германии – 3,3%), опережая Болгарию, Латвию, Сербию, Румынию, Словакию, Венгрию и Испанию (0,5–1,4%).

Масштабы финансовых инвестиций, направленных на развитие технологических и нетехнологических (маркетинговых и организационных) инноваций, в целом демонстрируют тенденцию к росту, при этом большая их часть приходится на нововведения технологического характера.

Согласно данным ГИИ-2016 (Глобальный Инновационный Индекс – 2016), РФ сохраняет устойчивые позиции в инновационном развитии как среди 35 ведущих европейских стран, так и среди 50 государств с высоким уровнем дохода. Страны – участники рейтинга, в совокупности производят 98% мирового ВВП, на их территории которых проживает 92% населения планеты.

Таблица 1

Уровень инновационной активности предприятий РФ за 2015 г.
(составлено на основе [5, 6])

	Удельный вес организаций, осуществляющих инновации, в общем числе организаций, %			
	Всего	Технологические	Маркетинговые	Организационные
Всего по промышленному производству	10,6	9,5	2,0	2,9
Добыча полезных ископаемых	6,9	5,8	0,5	2,6
Обрабатывающие производства	13,3	12,1	2,9	3,6
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	4,9	4,3	0,3	1,5
Всего по сфере услуг	7,9	6,8	1,5	2,5
Всего по строительству	2,0	2,0	–	–

Таблица 2

Динамика позиций Российской Федерации в ГИИ: 2014–2016 гг.

	ГИИ	Ресурсы инноваций	Результаты инноваций	Эффективность инноваций
2016	43	44	47	69
2015	48	52	49	60
2014	49	56	45	49

В ГИИ-2016 РФ относится к группе стран с высоким уровнем ВВП на душу населения, занимая среди них 39-ое место из 50, а среди стран Европы – 29-ое [7]. Динамика позиций РФ в ГИИ представлена в табл. 2.

По итогам ГИИ, Россия включена в пятьдесят наиболее инновационных стран планеты. В окружении таких стран, как Канада, Австралия, Норвегия, Швейцария, она заняла четырнадцатое место. Страны в данном рейтинге занимают позиции на основании среднего показателя по следующим категориям: Промышленное производство, Научные исследования и развитие, Высокотехнологичные компании, Высшее образование, Научно-исследовательские работники, Патенты.

Однако развитие инновационной деятельности в России не соответствует критериям, связанным с формированием экономики инновационного типа. Целевые индикаторы реализации «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» показывают, что за последние 3 года удельный вес предприятий промышленного производства, осуществляющих технологические инновации, снизился до 9,7% [6].

К сожалению, по уровню конкурентоспособности и степени инновационной активности зарубежные предприятия занимают более высокие позиции в сравнении с отечественными. Критериями

достижения целей активизации является увеличение части инновационно активных промышленных предприятий и повышение наукоемкости ВВП [1]. Удельный вес организаций, осуществляющих инновационную деятельность, по странам мира приведен на рисунке.

К инновациям в национальной экономике РФ более всего расположены крупные, экономически состоятельные организации, имеющие достаточные финансовые, кадровые и интеллектуальные ресурсы (размер предприятий свыше 10 000 чел. составляет 87,2% общего уровня инновационной активности). На сегодняшний день 46,3% предприятий, осуществлявших технологические нововведения в промышленном производстве, имеют численность работников свыше 500 чел.

Внедрение инноваций в крупный бизнес позволит напрямую воздействовать на большую часть российской экономики, так как доля крупных компаний в России составляет 79% против 42% в среднем в сопоставимых странах. Состоявшийся бизнес способен осуществлять венчурные инвестиции и тем самым обеспечить высокую изобретательскую активность, а также оказать воздействие на спрос в сфере инноваций.

По-прежнему незначительной остается доля организаций, заинтересованных в приобретении со стороны новых неовещественных технологий в форме

патентов, лицензий (договоров) на использование изобретений, промышленных образцов, полезных моделей, раскрытия ноу-хау, а также услуг технологического содержания (9,5%).

Поддержка государства является важным аспектом инновационного вектора развития национальной экономики и обеспечения высокого уровня ее конкурентоспособности.

Реализация инновационного сценария развития экономики невозможна без поддержки государства в рамках комплексной политики по поддержке и стимулированию инноваций, предполагающей создание национальной инновационной системы [3].

По мнению авторов ГИИ, РФ имеет большой потенциал в таком инновационном компоненте, как образование. Очевидно, что образование оказывает существенное влияние на все другие сферы деятельности, которые также призваны обеспечить инновационный ход развития национальной экономики. По данному показателю Россия уступает только Южной Корее. Однако следует отметить, что без широкой и оперативной поддержки государства избежать спада в сфере образования и обеспечить его устойчивое развитие не представляется возможным.

Всемирный экономический форум (ВЭФ) подробно описывает сильные и слабые стороны конкурентоспособности стран,

что делает возможным определение приоритетных областей для формулирования политики экономического развития и ключевых реформ [2].

Исследование ВЭФ составляет рейтинги стран мира на основании двух индексов: Индекс глобальной конкурентоспособности (Global Competitiveness Index, GCI) и Индекс конкурентоспособности бизнеса (Business Competitiveness Index, BCI). GCI включает 12 критериев конкурентоспособности, которые подробно характеризуют конкурентоспособность стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития (табл. 3). Основными критериями являются: «Технологический уровень», «Конкурентоспособность компаний», «Макроэкономическая стабильность», «Качество институтов», «Высшее образование и профессиональная подготовка», «Развитость финансового рынка», «Размер внутреннего рынка», «Инфраструктура», «Здоровье и начальное образование», «Эффективность рынка товаров и услуг», «Эффективность рынка труда», а также «Инновационный потенциал».

В 2016 г. Россия поднялась в рейтинге с 53 на 45 место. В докладе отмечается, что положение России улучшилось во многом за счёт макроэкономических факторов, в частности благодаря значительному пересмотру Международным Валютным Фондом (МВФ) оценок паритета покупательной способности валют [2].

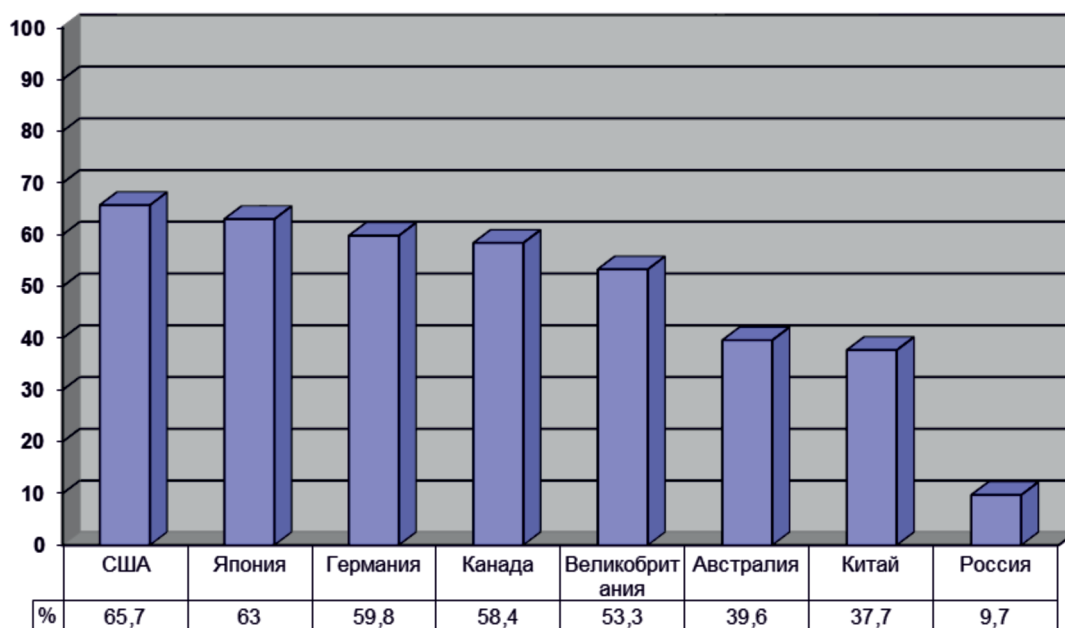


Рис. 1. Удельный вес организаций, осуществляющих инновационную деятельность [2]

Таблица 3

Рейтинг глобальной конкурентоспособности (GCI)

Место/год	2015–2016	2014–2015	2013–2014
1 место	Швейцария	Швейцария	Швейцария
2 место	Сингапур	Сингапур	Сингапур
3 место	Соединенные Штаты	Соединенные Штаты	Финляндия
4 место	Германия	Финляндия	Германия
5 место	Нидерланды	Германия	Соединенные Штаты
6 место	Япония	Япония	Швеция
7 место	Гонконг	Гонконг	Гонконг
8 место	Финляндия	Нидерланды	Нидерланды
9 место	Швеция	Великобритания	Япония
10 место	Великобритания	Швеция	Великобритания

	Россия (45 место)	Россия (53 место)	Россия (64 место)

Инновационная активность любого предприятия как результат реализации совокупности управленческих действий, которые в вариативных состояниях внешней и внутренней среды оживляют инновационную деятельность и повышают ее интенсивность, позволяет получать и использовать предприятию конкурентные преимущества. Поскольку лишь незначительная доля инноваций в их общем количестве позволяет получать инновационный продукт и вообще доходит до этапа коммерциализации, то инновационная активность способствует увеличению общего количества инноваций и обеспечению вероятности получения результатов от осуществления инновационной деятельности.

Для обеспечения инновационного вектора развития экономики необходимо: разработка и осуществление государственными органами определенной политики, которая будет учитывать прогнозы направлений освоения научно-технических достижений и их мониторинг, разработку и внедрение новшеств, способствующих повышению конкурентоспособности продукции; создание соответствующей инфраструктуры и информационно-консультационного обеспечения инновационной деятельности предприятий; разработка механизма поддержки инновационной деятельности и научно-технического потенциала предприятий; содействие развитию инновационного предпринимательства и активизации сотрудничества всех заинтересованных сторон инновационного процесса на государственном и международном уровнях.

Инновационная активность предприятий вызывает повышение интенсивности инновационной деятельности, увеличение общего количества инноваций и количества результативных инноваций, а также получе-

ние инноваций, которые способствуют возникновению у предприятий конкурентных преимуществ, обеспечивающих высокий уровень конкурентоспособности.

Подведя итоги, можно сделать вывод, что инновационная активность является важным фактором обеспечения конкурентоспособности национальной экономики и должна стать одним из стратегических ресурсов каждого отечественного предприятия.

Список литературы

1. Бобырев Д.Б. Связь между инновационной активностью и активизацией инновационной деятельности отечественных промышленных предприятий // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – Липецк: ООО «Максимал информационные технологии» – 2016. – № 4 (26). – С. 101–106.
2. Всемирный экономический форум: рейтинг глобальной конкурентоспособности 2015–2016 [Электронный ресурс] // Гуманитарные технологии информационно-аналитический портал. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/news/2015/09/30/7246> (дата обращения: 28.11.2016).
3. Гапоненко А.Л., Пирогов С.В., Чернявский И.Ф. Инновационная деятельность: показатели и методы осуществления // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2012. – № 11. – С. 42–46.
4. Гончарова Е.В. Общие положения активизации инновационной деятельности на промышленных предприятиях // Вопросы экономических наук. – 2008. – № 4. – С. 37–38.
5. Проект «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. – Режим доступа: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/doc20101231_016 (дата обращения: 28.02.2017).
6. Целевые индикаторы реализации «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» от 09.09.2015 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной Службы Государственной Статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/ind_2020/pril4.pdf.
7. The Global Innovation Index 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report> (дата обращения: 29.12.2016).
8. Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition. – 2005. – OECD, Eurostat. – 162 с.

УДК 336.71

К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Бондаренко В.В., Одинцов Н.В.

*ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
(Краснодарский филиал), e-mail: V.Bondarenko64@gmail.com, nikolay@odintsov.ru*

В настоящей статье отмечается, что взаимоотношения между банками и реальным сектором экономики России переходят в своём развитии к новому этапу, который характеризуется большим проникновением банков в промышленную сферу путем финансирования инвестиционных проектов и создания финансово-промышленных групп, которые являются новой перспективной формой объединения интересов промышленных предприятий и финансовых организаций. С помощью методов ситуационного, сравнительного, финансового и экономико-математического анализа в статье изучены различные аспекты деятельности банковского сектора в области финансирования инвестиционного процесса. Деятельность коммерческих банков находится в постоянной трансформации. По мере стабилизации экономической ситуации в стране наблюдается снижение доходности спекулятивных операций и рост объемов банковского кредитования. Однако объемы взаимодействия банков с реальным сектором экономики пока остаются недостаточными. Поэтому кредитование инвестиционных проектов производственных предприятий является одним из ключевых вопросов развития современной банковской системы России. Более того, как никогда актуальной сегодня для российской экономики является задача планомерного внедрения во взаимоотношения банковского и реального секторов механизмов и инструментов государственно-частного партнёрства (ГЧП).

Ключевые слова: банки, банковский сектор, инвестиции в основной капитал, инвестиционное кредитование реального сектора экономики

TO THE QUESTION OF THE BANKING SYSTEM PARTICIPATION IN DEVELOPMENT OF THE REAL SECTOR OF RUSSIAN ECONOMY

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 notes that the relationship between banks and the real sector of Russian economy is entering to a new stage of development. This tendency is characterized by a large penetration of banks in the industrial sector through the financing of investment projects and creation of financial-industrial groups, which are promising new form of interest association between industrial enterprises and financial institutions. Using the methods of situational, comparative, financial and mathematical analysis the article considers various aspects of the banking sector in financing the investment process. The activities of commercial banks is in constant transformation. The stabilization of the economic situation in the country leads to a decrease in the profitability of speculative operations and the growth of bank lending. However, the volume of interaction of banks and the real sector of the economy is still insufficient. Therefore, the financing of investment projects of industrial enterprises is one of the key questions of contemporary development of bank system of Russia. Moreover, the most urgent task today for the Russian economy is the planned introduction in the relationship between banking and real sectors of the mechanisms and instruments of state-private partnership (SPP).

Keywords: banks, banking sector, investments in fixed capital, investment lending to the real sector of the economy

Современный этап развития экономики России характеризуется неоднозначно. С одной стороны, с конца 2012 г. наблюдается системная рецессия, которая на новом уровне и с новой силой вскрыла хронические внутриэкономические проблемы страны, препятствующие предсказуемому и стабильному развитию реального сектора экономики. Преобладание негативных трендов усугубилось обесценением национальной валюты, ростом инфляции, ростом стоимости ресурсов, общим технологическим отставанием экономики и слабостью институционального развития. Эти явления привели к концентрации рисков кредитных организаций, лавинообразному отзыву лицензий на банковскую деятельность

и гипертрофированной государственной поддержке крупных системно значимых проектов.

Для реального сектора экономики по-прежнему характерны невысокая доля инвестиций в основной капитал (13,0% к ВВП по итогам 2015 г.), уменьшение удельного веса инновационных предприятий (в России он не превышает 10%, тогда, как в экономически развитых странах – свыше 50%), недоступность банковских ресурсов для реального сектора в результате низкой рентабельности предприятий (средняя ставка по банковским кредитам превышает уровень рентабельности предприятий несырьевых отраслей экономики не менее чем на 10%) [5].

В банковской сфере экономики продолжается ухудшение качества кредитов (просроченная задолженность в корпоративном секторе России в 2015 г. превысила 62%). Всё это происходит на фоне резкого сокращения действующих кредитных организаций как федерального, так и регионального уровня (за последние 10 лет количество кредитных организаций сократилось на 50%), что негативно влияет на взаимодействие банков и предприятий реального сектора экономики.

С другой стороны, несмотря на общий спад российской экономики, в 2015 г. банковский сектор в 2015 г. продемонстрировал относительную стабильность. Активы кредитных организаций за 2015 г. увеличились на 6,9% до 83,0 трлн руб. (для сравнения за 2014 г. активы банковского сектора выросли на 35,2%). В результате темпы роста банковских активов значительно превысили темпы роста ВВП и их соотношение выросло с 99,6 до 102,7%.

В 2015 г., как и в 2014, на банки, контролируемые государством, приходилась преимущественная часть активов банковского сектора – 58,6% – (в 2014 г. доля государственных банков составляла 58,4%). Доля частного банковского бизнеса за 2015 г. выросла с 28,5 до 29,8%. При этом удельный вес банков с участием иностранного капитала уменьшился с 9,6 до 8,8%. Доля средних и малых региональных банков в активах банковского сектора России за 2015 г. сократилась с 3,1 до 2,5%.

Несмотря на то, что на протяжении большей части 2015 г. годовые темпы прироста кредитования снижались, к началу 2016 г. общая ситуация в банковском секторе стабилизировалась. В структуре совокупного кредитного портфеля банков произошли изменения, связанные с заметным ростом кредитования корпоративного сектора. Совокупный объем кредитов экономике возрос за 2015 г. на 7,6% (за 2014 г. – на 25,9%) и достиг 44,0 трлн руб. Доля корпоративных кредитов в активах банковского сектора России увеличилась с 52,6 до 53,0%. Отношение совокупного кредитного портфеля к ВВП выросло с 52,4 до 54,4%. Объем кредитов и прочих размещенных средств, предоставленных банками нефинансовым организациям, за 2015 г. увеличился на 12,7% (за 2014 г. – на 31,3). Корпоративный кредитный портфель достиг 33,3 трлн руб., а его доля в активах банковского сектора на начало 2016 г. составила 40,1% (на начало 2015 г. – 38,0%) [4].

Более половины кредитов в общем объеме корпоративного кредитования предоставлено так называемыми «госу-

дарственными банками», точнее банками, контролируемыми государством. В то же время за 2015 г. доля банков, контролируемых государством, в общем объеме корпоративного кредитования несколько сократилась в пользу крупных частных банков. Драйвером роста корпоративного кредитного портфеля становятся кредиты, выдаваемые на срок свыше 3 лет. По состоянию на 01.01.2016 долгосрочные кредиты нефинансовым организациям увеличились на 19,4%. В разрезе видов экономической деятельности наибольший удельный вес приходится на кредиты предприятиям обрабатывающих производств (23,5% корпоративного кредитного портфеля на начало 2016 г.). Удельный вес кредитов предприятиям оптово-розничной торговли снизился с 18,2% в 2014 г. до 14,7% в 2015 г. Кредиты строительным организациям и кредиты торговым предприятиям существенно снизились в годовом выражении – на 7,4 и 12,9% соответственно). Кредиты предприятиям обрабатывающей промышленности в 2015 г. увеличились на 14,4%, но наиболее существенно (как и в 2014 г.) выросли кредиты предприятиям, добывающим полезные ископаемые, – на 21,3%, с поправкой на курсовую динамику – на 4,4%.

Начало 2015 г. ознаменовалось значительным ростом банковских ставок по кредитам нефинансовому сектору, что было вызвано более чем двукратным ростом ключевой ставки Центрального банка в декабре 2014 г. В январе 2015 г. средневзвешенные процентные ставки по рублёвым кредитам на срок до 1 года составили 26,9%. Однако к концу 2015 г. в результате реализации антикризисного плана Правительства РФ и действий Центрального банка РФ банковские ставки постепенно снижались: уже в декабре 2015 г. средневзвешенные процентные ставки по рублёвым кредитам на срок до 1 года составили 13,8% годовых (17,9% в марте 2015 г.), а на срок свыше 1 года – 13,0% годовых (16,5% в марте 2015 г.). Процентные ставки по кредитам, предоставленным субъектам малого и среднего предпринимательства в 2015 г., оставались более высокими (на 2–3 процента) по сравнению со ставками по кредитам нефинансовым организациям в целом. Благодаря значительным бюджетным вливаниям в экономику, повышению капитализации банковского сектора и жесткой кредитно-денежной политике Центрального банка РФ, предполагавшей прежде всего эффективные антиинфляционные меры и недопущение резких колебаний национальной валюты, уже к началу 2016 г. удалось стабилизировать общую экономическую ситу-

ацию в стране, а с начала 2017 г. перейти из депрессивного состояния в стадию стабильного экономического роста.

Тем не менее в последние годы в России наблюдается снижение инвестиционного спроса со стороны реального экономического сектора. Решение этой задачи целиком и полностью зависит от долгосрочных источников финансовых средств. В странах ОЭСР главными источниками финансовых ресурсов экономики являются, с одной стороны, государственные и коммерческие облигационные займы, средства пенсионных фондов и страховых компаний, а с другой стороны, немаловажную роль в сегодняшнем взаимозависимом мире играют внешние заимствования. Что касается России, пока рано говорить о достаточной финансовой мощи Российского пенсионного фонда, инвестиционных компаний, негосударственных пенсионных фондов, страховых компаний. По сути национальный механизм аккумуляции денежных средств для целевого финансирования инвестиционных проектов у нас только формируется, а внешние финансовые санкции не позволяют России привлекать необходимые долгосрочные финансовые ресурсы.

Сегодня, к сожалению, источниками инвестиций организаций внебюджетной сферы в России на 50,5 % являются собственные средства предприятий, формирующиеся у них за счет прибыли и амортизационных отчислений. На эти средства можно приобрести новое оборудование, может, даже частично профинансировать капитальный ремонт, но построить крупное инновационное производство невозможно. Именно по этой причине в России в последнее время крайне мало строят новых предприятий, почти не развиваются передовые отрасли, характерные для инновационной экономики [1].

Кроме собственного капитала источниками формирования инвестиций для реального сектора также являются банковские кредиты. Доля кредитов банков в совокупных инвестициях предприятий в основной капитал стабильно падает и к началу 2016 г. составила уже 8,1%. По данным Банка России данный показатель должен находиться на уровне не ниже 16%. Таким образом, наблюдается очевидное недоиспользование потенциала российской банковской системы в финансировании инвестиционного роста.

Нельзя не отметить, что российская экономика по-прежнему испытывает серьезный прессинг на международных финансовых рынках, где выделение финансовых ресурсов нередко наталкивается на приоритеты международной политики Соеди-

нённых Штатов Америки. Однако для оздоровления экономики России необходимо привлекать длинные деньги. И никто иной, как банковская система, может и должна играть первую роль в финансировании подъема экономики, что пробуждает инвестиционную активность реального сектора. Коммерческие банки имеют значительные преимущества перед пенсионными и страховыми фондами и даже финансовыми инвестиционными компаниями. Именно коммерческие банки формируют и регулируют основную часть национальных финансовых средств, поэтому их основная задача – инициировать и поддерживать устойчивый экономический рост реального сектора. По мере стабилизации экономической ситуации, которая наблюдается с начала 2017 г., происходит снижение доходности спекулятивных банковских операций и рост объемов банковского кредитования. Однако следует отметить, что, несмотря на некоторые положительные сдвиги, наметившиеся в деятельности банков в области кредитования реального сектора экономики, объемы взаимодействия банков с реальным сектором экономики пока остаются недостаточными. Поэтому, на наш взгляд, кредитование инвестиционных проектов производственных предприятий является одним из ключевых вопросов развития банковской системы России [2].

Кроме того, коммерческим банкам необходимо смело идти на применение синдицированного инвестиционного кредитования, что позволяет минимизировать межбанковские риски и снижать стоимость привлечения крупных инвестиционных ресурсов. Синдицированные кредиты пока редко встречаются в нашей стране, но без такого инструмента финансирования реализация крупных инвестиционных проектов представляет большую сложность. Использование синдицированных кредитов, предполагающих разработку и реализацию проекта несколькими участвующими банками, позволяет разделить между ними базовые риски и в целом весомо сократить зависимость банковского сообщества от внешних факторов.

В этой связи нам представляется целесообразным создать в России специализированный финансовый институт с разветвленной региональной сетью подразделений, который будет играть роль инициатора подобных консорциумов, будет консультировать банки в подборе партнеров среди банков и фондов, а возможно, и участвовать в таких сделках в качестве третьей стороны в форме гаранта. Таким институтом могли бы стать специализированные инвести-

ционные банки или корпорации развития субъектов Российской Федерации.

Сегодня мы видим, что взаимоотношения между банками и реальным сектором экономики переходят в своём развитии к новому этапу, который характеризуется большим проникновением банков в промышленную сферу путем финансирования инвестиционных проектов и создания финансово-промышленных групп, которые являются новой перспективной формой объединения интересов промышленных предприятий и финансовых организаций. В рамках финансово-промышленных групп банки работают напрямую не только с получателями кредита, но и с поставщиками оборудования. Банкам выгодно эффективное использование кредитных ресурсов, снижение сроков окупаемости кредитов и быстрый и надежный возврат вложенных средств. Благодаря такому сотрудничеству коммерческих банков с предприятиями-реципиентами инвестиционных кредитов значительно повышается надёжность и эффективность вложенных финансовых ресурсов.

Немалое количество коммерческих банков самостоятельно на свой страх и риск финансируют инвестиционные проекты развития регионов и крупных предприятий реального сектора экономики. Данные проекты, как правило, имеют серьёзные сроки окупаемости, поэтому их финансирование связано с длительным и значительным отвлечением из оборота коммерческого банка ресурсов, что весьма рискованно [3]. Именно эти коммерческие банки, рискующие ради поддержки реального сектора экономики, должно в первую очередь поддерживать государство в форме софинансирования, субсидирования процентных ставок и гарантирования.

В социальную сферу инвестиции идут гораздо тяжелее, нежели в любую другую сферу экономики, так как она имеет пониженную доходность в сравнении с другими сферами. Поскольку банковская система располагает основной частью финансовых ресурсов, привлечение банков к участию в крупных государственных инфраструктурных проектах, например, в области железнодорожного, воздушного и морского, трубопроводного транспорта или дорожного строительства, а также государственных проектах, имеющих приоритетную направленность для экономики страны в целом, таких как фундаментальные научные исследования и опытно-конструкторские разработки, позволит снизить нагрузку на бюджетную систему в части крупномасштабного финансирования долгосрочных

проектов и даст возможность направить большую долю бюджетных средств на социальные цели.

Ещё одна важная проблема, которую нельзя не учитывать в этой связи, это коррупция. Не секрет, что в сфере государственных инвестиционных ассигнований страна постоянно несёт серьёзные финансовые потери в силу завышения объемов работ по проектам, выполняемых за счет государственных средств, разработки серых схем увода финансов на посреднические фирмы и за рубеж. На наш взгляд, назрела необходимость трансформации механизма государственного контроля за капитальными инвестициями. Одновременно с государственными контролирующими органами надлежащий контроль в части своей компетенции вполне могут обеспечить коммерческие банки, использование их потенциала может стать серьезной мерой по противодействию коррупции. Дело в том, что банковская деятельность по определению имеет изначально жёсткие внутренние регламенты, более того, она не менее жёстко контролируется ещё и внешне со стороны Банка России. В этих условиях завышение расходов, а также нецелевое и нерациональное использование финансовых средств объективно будет сведено к минимуму.

И наконец, как никогда актуальна сегодня задача планомерного внедрения во взаимоотношения банковского и реального секторов механизмов и инструментов государственно-частного партнёрства (ГЧП). По сути ГЧП – это форма стратегического взаимодействия государства и субъектов банковского и реального секторов, стимулирующая инвестиционно-инновационное развитие приоритетных отраслей экономики и предполагающая рациональное распределение ресурсов и оптимизацию рисков.

Если анализировать мировую практику использования ГЧП в последние годы, то нельзя не обратить внимание на одну очень важную черту: в мире не менее 60% рентабельных примеров осуществления проектов ГЧП в обязательном порядке предполагают участие денежно-кредитных институтов. Так, в Китае это государственные банки, в США и Великобритании – государственные инфраструктурные банки, в Германии и Франции – специализированные банки с государственным участием, а в Японии – банки развития. Примечателен тот факт, что в странах ОЭСР наличие развитой институциональной среды позволило значительно усовершенствовать механизмы ГЧП с участием банков, в результате существенным образом изменилась роль государства в процессе взаимодействия с реальным сек-

тором экономики. В промышленно развитых странах государство сегодня играет лидирующую роль в проектах, построенных на принципах ГЧП.

Несмотря на имеющиеся в разных странах мира особенности механизма взаимодействия банковского и реального секторов экономики на основе использования ГЧП, их объединяет общий принцип: сотрудничество обязательно осуществляется при участии какого-либо государственного учреждения, целью которого является содействие и сотрудничество с применением специального финансового и налогового инструментария (субсидии, дотации, гарантии, страхование, налоговые льготы и т.д.). Более того, мировой опыт показывает, что проекты ГЧП предполагают куда более серьёзное сотрудничество, чем простое участие государства в реализации значимых экономических проектов. Речь идёт о всестороннем удовлетворении специфических потребностей национальной и региональной экономики в инвестиционном и инновационном развитии.

Если рассматривать государственно-частное партнёрство через призму стадий экономического цикла, то можно выделить три направления ГЧП как формы взаимодействия банковского и реального секторов экономики: антикризисное, инфраструктурное и инновационное.

Первое направление ГЧП – антикризисное – это стандартное, законодательно закреплённое направление ГЧП, реализуемое в период кризиса, когда государство в силу своего предназначения обязано оказывать поддержку банковскому и реальному секторам экономики одновременно. Основными направлениями поддержки здесь являются: политика импортозамещения и стимулирования экспорта товаров, снижение банковского процента для ключевых предприятий экономики, повышение устойчивости и безопасности национальной банковской системы, развитие малого и среднего бизнеса, снижение социальной напряжённости и всемерное содействие занятости населения.

Второе направление ГЧП – инфраструктурное – традиционно представляет собой финансирование эксплуатации объектов социальной инфраструктуры, а также объектов жизнеобеспечения. На этой стадии экономического цикла – а это тяжёлые периоды рецессии и последующей депрессии экономики – решаются задачи опережающего стимулирования внутреннего спроса и занятости с целью создания предпосылок для последующей стабилизации и экономического роста.

Сегодня в странах ОЭСР инвестиции в инфраструктуру в разрезе источников финансирования более чем на 65 % представлены государственными бюджетами и фондами. Общеизвестно, что инфраструктурные проекты не преследуют цель достижения максимального коммерческого результата, они предназначены для выполнения другой важной функции – социальной и, следовательно, мало интересны субъектам частного бизнеса. В России эта доля ещё выше – порядка 80 %. И, соответственно, если в странах ОЭСР доля участия банковского сектора в совокупных инвестициях в инфраструктуру составляет не менее 25 %, то в России она не превышает 10 %. Это объясняется высокими экономическими рисками, невозможностью мобилизовать долгосрочную ликвидность и значительной стоимостью ресурсов для самого банка. В России, с учетом её подверженности воздействию волатильности внешней сырьевой конъюнктуры, бизнес не уверен в способности государства гарантировать минимизацию рисков участников проекта, особенно если он долгосрочный.

Третье направление ГЧП – инновационное – с начала 2017 г. является ключевым в области взаимодействия российского банковского и реального секторов экономики. Как известно, этот путь развития экономики всегда связан с высокими рисками, что снижает заинтересованность частного бизнеса. С точки зрения расширения взаимодействия банковского и реального секторов экономики в сфере инноваций, на наш взгляд, является интересным использование инструмента контргарантий, в рамках которого государственный фонд выступает гарантом не только перед предприятием-заемщиком, но и перед банком-кредитором в виде контргарантии. Такой инструмент многосторонней поддержки использует, например, Европейский фонд финансовой стабильности – European Financial Stability Facility, источником средств которого является система банковских гарантий.

В России вопрос обеспечения ресурсами реального сектора экономики пока тесно связан с проблемой целевого использования средств и, к сожалению, с общественным уровнем коррупции. Поэтому обеспечения прозрачности перераспределения ресурсов и эффективного контроля за их прохождением невозможно поднять взаимодействие между банковским и реальными секторами экономики на новый качественный уровень.

В связи с вышеизложенным, на наш взгляд, целесообразно сформулировать

трёхуровневую систему управления взаимодействием банковского и реального секторов: на микроуровне – это задача эффективного применения внешнего и внутреннего аудита, риск-менеджмента и маркетинг политики; на мезоуровне – безусловный контроль за целевым использованием финансирования, включая пенсионные и бюджетные ресурсы, размещаемые на банковских счетах; на макроуровне – осуществление мониторинга и контроля за реализацией инновационной формы взаимодействия между банковским и реальным секторами со стороны Банка России и Счетной палаты РФ.

Список литературы

1. Аганбегян А.Г. Инвестиционный кредит – главное звено преодоления спада в социально-экономическом развитии России // Деньги и кредит. – 2014. – № 5. – С. 11–18.
2. Ведев А., Синельников-Мурылев С., Хромов М. Актуальные проблемы развития банковской системы в Российской Федерации // Экономическая политика. – 2014. – № 2. – С. 7–24.
3. Игонина Л.Л. Роль банков в финансовом обеспечении инвестиций в основной капитал // Финансы и кредит. – 2015. – № 2(265). – С. 2–13.
4. Обзор банковского сектора Российской Федерации. Аналитические показатели (интернет-версия). Банк России. № 170, декабрь 2016 г. URL: http://www.cbr.ru/analytics/bank_system/obs_1612.pdf.
5. Россия в цифрах 2016: статистический справочник / Росстат. – М., 2016. – 543 с.

УДК 658.562

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НА ПРЕДПРИЯТИИ С ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА

Васильева О.В., Назина Л.И., Квашнин Б.Н., Клейменова Н.Л.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,
e-mail: nazina_lyudmila@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию интегрированных систем менеджмента с оценкой рисков недостижения целей организации в области качества. Показано, что объективные оценки функционирования интегрированных систем могут быть получены в результате проведения внутреннего аудита. Рассмотрены позиции, на которые аудитору стоит обратить особое внимание при проведении внутреннего аудита в ситуации, когда предприятие находится в стадии перехода на интегрированную систему. Проведен анализ следующих показателей: насколько функционирует система менеджмента, существует и поддерживается ли стратегия, какие есть ресурсы, на каком уровне протекают процессы, насколько плохо или хорошо руководство осуществляет мониторинг состояния функционирования процессов, есть ли улучшение по сравнению с предыдущим отчетным периодом. Рассмотрены входы (итоги предыдущих анализов, результаты аудитов, результаты действий со стороны руководства, связанных с рисками) и выходы (возможности для улучшения, необходимые изменения в СМК) процессов.

Ключевые слова: интегрированная система менеджмента, внутренний аудит, функционирование, риски, критерии оценки

RISK ANALYSIS IN INTERNAL AUDIT IN THE ENTERPRISE WITH INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

Vasileva O.V., Nazina L.I., Kvashnin B.N., Kleymenova N.L.

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: nazina_lyudmila@mail.ru

This article is devoted to the study of integrated management systems with the assessment of risks not achieving the organization's objectives in the field of quality. It is shown that objective assessments of the functioning of integrated systems can be obtained as a result of internal audit. The positions on which the auditor should pay special attention during the internal audit in the situation when the enterprise is in the stage of transition to an integrated system are considered. The following indicators were analyzed: how well the management system works, whether the strategy exists, what resources are available, at what level of the processes, how poorly or well management monitors the state of the processes, whether there is an improvement over the previous reporting period. Inputs (results of previous analyzes, results of audits, results of management actions related to risks) and outputs (opportunities for improvement, necessary changes in QMS) of processes are considered.

Keywords: integrated management system, internal audit, operation, risks, evaluation criteria

В настоящее время многие предприятия в России используют интегрированную систему менеджмента (ИСМ), базирующуюся на соответствии требованиям международных стандартов ИСО 9000, ИСО 14000, OHSAS 18001 и др. Актуальность создания данной системы связана со значительным экономическим эффектом от ее внедрения, большей согласованности действий, обеспечение постоянного улучшения деятельности предприятия [1]. Внедрение ИСМ должно сопровождаться оценкой возможных рисков недостижения целей в области качества, обусловленных внутренними и внешними факторами.

Для получения объективной оценки функционирования ИСМ [2, 3] используют аудит. Внутренний аудит является систематическим, независимым процессом, проводимым с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита. Внутренний аудит используется для внутренних целей предприятия и рассматривается как средство оценки результативности

систем менеджмента и подтверждения их соответствия требованиям соответствующих международных стандартов.

Аудиты проводятся с целью:

- оценки реализации политики в области качества;
- систематической оценки результативности выполнения программ обеспечения качества (ПОК);
- оценки отдельных направлений деятельности после внесения значительных изменений в ПОК и/или если требуется пересмотр ПОК;
- оценки рассматриваемой деятельности при наличии претензий и рекламаций к качеству применяемой продукции, изготавливаемых изделий, выполняемых работ или предоставляемых услуг;
- контроля реализации корректирующих действий и оценки риска;
- оценки ПОК подрядных организаций, привлекаемых к выполнению работ, оказанию услуг на этапе заключения договорных отношений;

– оценки выполнения подрядной организацией обязанностей и требований в соответствии с договором и нормативными документами.

Однако при проведении аудита такие факторы, как ресурсы, внутренние и внешние коммуникации, компетентность, осведомленность работников, создают определенные риски в бизнес-процессах предприятия. Внедрение интегрированной системы влечет за собой изменения в процедуре проведения внутреннего аудита, тем самым увеличивая уровень риска негативных последствий путем снижения качества функционирования системы управления.

Приведем позиции, на которые аудитору стоит обратить особое внимание при проведении внутреннего аудита в ситуации, когда предприятие находится в стадии перехода на интегрированную систему.

Первый этап – проведение на предприятии процедуры верификации. Для обеспечения достоверности результатов мониторинга и изменений организация должна установить и выделить ресурсы. Фиксирование и сохранение соответствующей документированной информации послужит свидетельством пригодности для мониторинга и изменений значений.

Второй этап – определение порядка и взаимосвязи коммуникаций, возникающих как внутри, так и за пределами предприятия. Должен быть создан координационный совет на уровне высшего руководства и линейных руководителей, определен способ коммуникаций. Это позволит выстроить иерархичную структуру взаимодействия подразделений внутри предприятия и установление тесных взаимосвязей с поставщиками и подрядчиками.

Поставляемые процессы, продукция, услуги от подрядчиков подлежат анализу

и оценке со стороны руководства. Составляется программа контроля качества объекта с указанием лиц исполнителя, заказчика и надзорного органа, наименования объекта и его технических данных, а также прописывается порядок проведения производственного контроля.

Прежде всего, проверяется корректность установления критериев для оценки и выбора внешнего поставщика. Определяются критерии для переоценки выбора поставщика и документально фиксируется информация о результатах оценки. Пример оценки поставщиков на одном из предприятий Воронежской области представлен на рис. 1.

Критерии для оценки выбора поставщиков установлены исходя из возможных рисков, связанных с ними: некачественные материалы; некачественные комплектующие; несвоевременная поставка; отсутствие сопроводительных документов; поставка не в полном объеме и т.д.

С помощью экспертного метода проведено исследование качества услуг поставщиков и возможные риски. В качестве экспертов выступили сотрудники подразделения – заказчика услуг. Результат представлен в процентном выражении, где 100% соответствует тому, что поставщик в полном объеме соответствует предъявляемым требованиям заказчика.

Анализ представленной диаграммы позволяет сделать вывод, что в большинстве случаев поставщик несвоеременно выполняет заказ. Это повышает риск невыполнения стратегических целей предприятия. Организация должна учесть степень потенциального влияния внешне поставляемых процессов, продукции и услуг на способность организации постоянно обеспечивать соответствие требованиям потребителя и применимым законодательным и нормативным правовым актам [4].

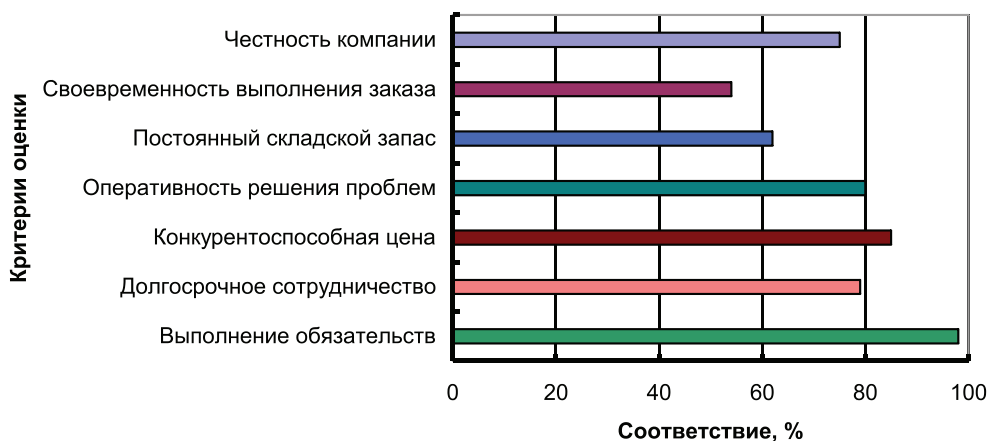


Рис. 1. Гистограмма результатов оценки выбора поставщика

При внедрении интегрированных систем менеджмента большое значение имеет обеспечение необходимой компетентности лиц, деятельность которых влияет на функционирование предприятия и результативность его системы менеджмента качества [5]. По возможности должно быть осуществлено повышение квалификации персонала, наставничество, перераспределение обязанностей среди штатных сотрудников или привлечение по контракту. Повышение уровня умений прямо пропорционально уровню полученных знаний (синяя линия на рис. 2), которые складываются из полученного образования, пройденной подготовки на должность, получения необходимых навыков и накопленного опыта (красные стрелки). При этом подготовка и навыки у сотрудника приобретаются параллельно, вместе с ними повышается и уровень умений.

Немаловажным риском в управлении предприятием является осведомленность персонала. Предприятие информирует всех работников о поставленных целях, существующих задачах, политике в области качества, доводит до сведения каждого сотрудника информацию о его роли и вкладе в обеспечение результативности системы менеджмента качества, о последствиях несоответствий требованиям.

Грамотно построенная иерархичная структура предприятия обеспечивает своевременное и качественное протекание процессов, придает системе определенную направленность.

При оценке компетентности и осведомленности персонала выделим наиболее значимые различия. Под компетенцией подразумевается способность специалистов

качественно решать профессиональные задачи с учетом приобретенных знаний, умений, опыта. А осведомленность – это показатель того, насколько персонал знаком со стратегическими целями предприятия, поставленными задачами, каково его влияние на результативность системы менеджмента (насколько работник знает и проинформирован о последних новостях своего предприятия). Сотрудник может иметь большой опыт работы, но не знать об изменениях в политиках предприятия (экологической политики, по безопасности, по качеству и др.).

На данный момент часто встречается ситуация, когда компетентный в своей области сотрудник не осведомлен о том, что на предприятии внедряется интегрированная система менеджмента. В связи с этим можно сделать вывод, что при разработке корректирующих мероприятий необходимо учесть особенности данных позиций.

Иерархичная структура предприятия представляет собой упорядоченную совокупность подразделений с указанием взаимосвязей, возникающих между ними. Взаимосвязи бывают двух видов: вертикальные и горизонтальные. Вертикальные связи указывают на характер подчинения, между участниками распределены задачи и функции, права и обязанности. Подобная модель управления обеспечивает координацию отдельных подпроцессов, результатом которой является достижение единой цели предприятия. Горизонтальные связи имеют характер согласования и, как правило, являются одноуровневыми. Руководство предприятия определяет, по каким вопросам и каким способом будут осуществляться коммуникации.

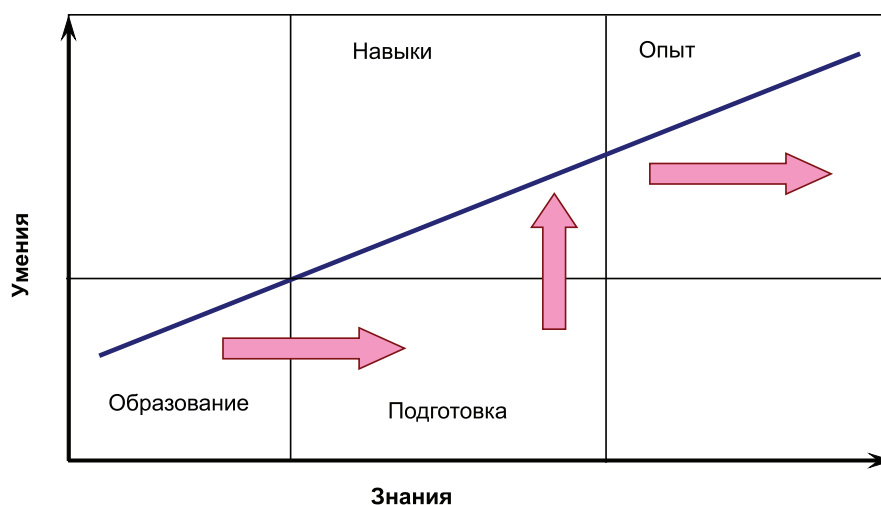


Рис. 2. Диаграмма совершенствования уровня компетентности сотрудника

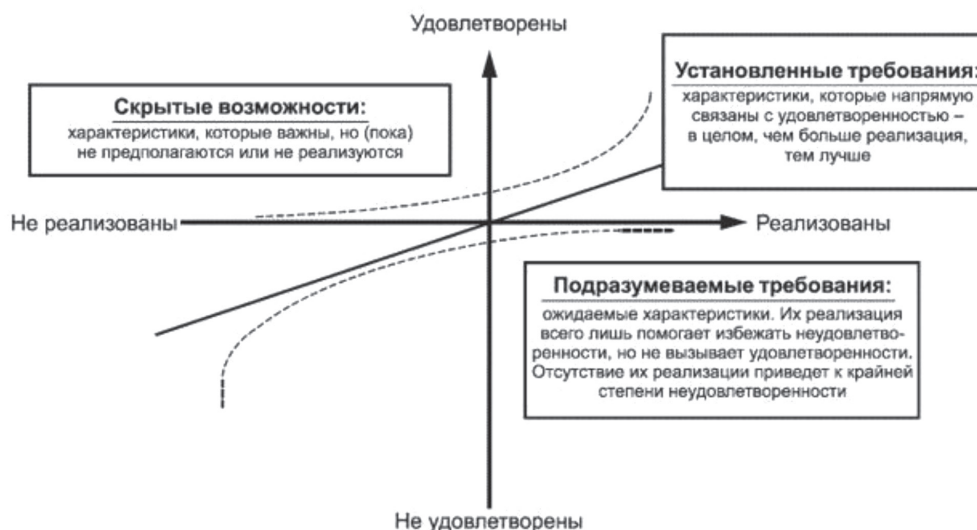


Рис. 3. Модель Кано, используемая для анализа удовлетворенности потребителей

Организация должна проводить анализ изменений в производстве продукции или предоставлении услуг и управляет ими для сохранения и поддержания соответствия требованиям. После выпуска продукции происходит мониторинг удовлетворенности потребителей и анализируется полученная информация. Анализ удовлетворенности потребителей производят в соответствии с руководящими указаниями [6]. Методы проведения анализа могут включать статистические методы. В процессе оценки удовлетворенности потребителей могут быть уточнены некоторые характеристики продукции, что можно проиллюстрировать моделью Кано (рис. 3).

В результате оценки входов и выходов процесса со стороны руководства получены обобщенные балльные оценки, представленные на диаграмме (рис. 4). В данной статье исследованы риски, на которые следует обратить внимание, когда предприятие находится на переходной стадии к ИСМ. Представленная диаграмма включает в себя данные анализа: насколько функционирует система менеджмента, существует и поддерживается ли стратегия, какие есть ресурсы, на каком уровне протекают процессы, насколько плохо или хорошо руководство осуществляет мониторинг состояния функционирования процессов, есть ли улучшение по сравнению с предыдущим отчетным периодом. Для этого рассмотрены входы (итоги предыдущих анализов, результаты аудитов, результаты действий со стороны руководства, связан-

ных с рисками) и выходы (возможности для улучшения, необходимые изменения в СМК) процессов.

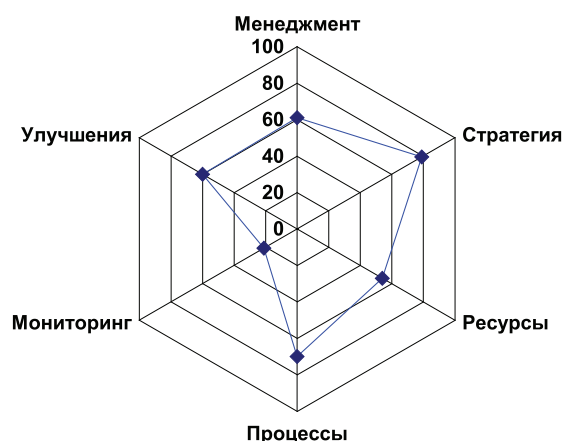


Рис. 4. Диаграмма исследования входов и выходов процесса

Проанализировав диаграмму исследования входов и выходов процесса, мы можем сделать вывод, что наименьшее значение у показателя «Мониторинг», что указывает на недостаток мониторинга измерений. Таким образом, в результате проведения процедуры верификации, исследования коммуникаций, существующих на предприятии, оценки рисков и выбора критериев оценки поставщиков, а также оценки уровня компетентности и осведомленности персонала, выявлено «узкое» место. Для дальнейшей работы по внедрению интегрированной системы менед-

жмента необходимо разработать корректирующие действия и выявить риски, которые могут быть связаны с этим показателем.

Список литературы

1. Меркушова Н.И. Интегрированные системы менеджмента: предпосылки создания на российских предприятиях / Н.И. Меркушова, Ю.А. Науменко, Ю.А. Меркушова // Молодой ученый. – 2013. – № 12. – С. 327–331.
2. Гильванова Д.М. Анализ результативности проведения внутреннего аудита интегрированной системы менеджмента на ООО «ГСИ СНЭМА» / Д.М. Гильванова, О.В. Иванова, Р.Р. Хазиев, Р.Р. Кабиров // Безопасность жизнедеятельности в современных условиях: проблемы и пути решения: материалы Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – С. 56–59.
3. Мустафаев В.А. Анализ функционирования интегрированных систем менеджмента качества в компании / В.А. Мустафаев // Научные исследования: от теории к практике. – 2017. – № 1–2 (11). – С. 27–32.
4. Васильева О.В. Анализ интегрированной системы менеджмента / О.В. Васильева, А.В. Юшкина, Б.Н. Квашнин // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: материалы II Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2016. – С. 74–75.
5. Юшкина А.В. Анализ эффективности системы менеджмента качества предприятия / А.В. Юшкина, Б.Н. Квашнин, Н.Л. Клейменова, Т.И. Игуменова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3–3. – С. 345–346.
6. ГОСТ Р 54732-2011/ISO/TS 10004:2010. Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по мониторингу и измерению. – М.: Стандартинформ, 2012. – 24 с.

УДК 338.314.055.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ИТ-КОМПАНИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ПО МЕТОДУ ДЕЛЬФИ**Галицкий С.В., Макаrenchенко М.А., Скоробогатов М.В.**
Университет ИТМО, Санкт-Петербург, e-mail: galitskii7@mail.ru

В статье проведено исследование проблем, с которыми сталкиваются ИТ-компании при внедрении изменений в организациях. Исследование проводилось по «методу Дельфи» в три раунда, в состав экспертов входил 21 специалист. Вопросы подразделялись на три типа. После получения ответов всех экспертов, уточнялась полученная информация и оформлялись полученные результаты. В результате исследования получены данные об активности экспертов по раундам, распределение экспертов по типам soft-верных компаний, важности планирования при внедрении изменений в ПО на уровне проекта. При анализе учета процесса внедрения выделены недостатки и риски. А также экспертами выделены классические причины внедрения изменений и выделены типичные проблемы при внедрении изменений, после подведены результаты исследования.

Ключевые слова: команда проекта, ИТ-компания, управление изменениями, внедрение проектов, сопротивление изменениям

THE STUDY OF PROBLEMS OF IT-COMPANIES IN THE IMPLEMENTATION OF CHANGES IN ORGANIZATIONS ACCORDING TO DELPHI METHOD**Galitskiy S.V., Makarchenko M.A., Skorobogatov M.V.**
ITMO University, St. Petersburg, e-mail: galitskii7@mail.ru

In the article a study of problems faced by IT companies while implementing changes in organizations. The study was conducted according to the «Delphi method» in three rounds, in the group of experts consisted of twenty-one specialist. The questions were divided into 3 types. After getting the answers of all experts received information has been confirmed and processed the results. As a result, the study obtained data on the activity of experts in the rounds, the distribution of experts according to types of software companies, the importance of planning when implementing change at the project level. In the analysis, accounting implementation process highlighting the pitfalls and risks. And experts have identified causes classic changes, and highlighted the typical problems when introducing changes, after the results of the study.

Keywords: project team, IT company, change management, implementation projects, resistance to change

Требования к стандартизации ИТ-компаний, которые часто имеют проектную структуру, диктуются необходимостью внедрения изменений в организациях на различных уровнях проектов. «Для получения более эффективных результатов требуется вести учет особенностей каждого отдельно проекта или программы, для поиска несоответствий между ожиданиями и возможностями компании» [1].

Управление изменениями в ИТ-компаниях постоянно сопряжено с высокой долей неопределенности результата, и данный аспект является одним из самых сложных. В статье описываются результаты исследования, которое посвящено стандартным практикам планирования и их внедрения на уровне производственного проекта разработки программного обеспечения, даются практические выводы и рекомендации, которые позволяют подойти к процессу внедрения изменений системно и учитывать часто встречающиеся риски. «Особое внимание уделено мерам по сохранению позитивного микроклимата в команде проекта, а также способам преодоления

организационного сопротивления и реакции членов команды на изменения» [2]. «Быстро осуществляемые изменения без подготовки производственных процессов, даже в случае объективных причин, могут негативно отразиться на отношениях в команде и снизить авторитет проектного менеджера» [3].

Проводилось исследование по «методу Дельфи», проходило в 3 раунда с 1 октября 2015 г. по 28 декабря 2015 г. В состав экспертов входил 21 специалист, участники занимали руководящие должности, в основном это проектные менеджеры с командами от пятнадцати сотрудников и более, производственные директора, директора по качеству и высшее руководство ИТ-компаний.

В 1-м раунде эксперты высказывали свое мнение по вопросам из предложенного списка. Формулировались вопросы в рамках двух тем: лучшая практика и опыт внедрения изменений на уровне проекта, перспективы инструментов автоматизации и развития процессных моделей на постсоветском пространстве в течение следующих 10 лет.

Вопросы подразделялись на три типа: открытые, возможно высказать любое, в том числе своё мнение; закрытые, возможно выбрать только один из предложенных вариантов ответа; закрытые, возможно выбрать один и более ответов из предложенных вариантов.

Во втором раунде, проводилось сравнение ответов всех экспертов по каждому вопросу с доминирующим мнением. Эксперты, чьи ответы расходились с общей позицией, имели возможность скорректировать свою точку зрения и либо присоединиться к мнению большинства, либо должны были прокомментировать свой ответ.

В последнем, третьем раунде подводился итог исследования, уточнялась полученная информация и в случае необходимости запрашивалась дополнительная.

Подробно рассмотрим процесс обработки ответов экспертов и оформление результатов.

Анализ ответов на открытые вопросы, которые были получены в первом раунде, выделяли общие тенденции, они будут приведены в данной статье. Для всех вопросов закрытого типа определялся преобладающий ответ – общее мнение панели.

Результаты, которые получились в ходе следующего раунда, были использованы для подведения итогов исследования. Вопросы, в которых возможны были несколько вариантов ответа, составляли ранжированный список, в первом пункте которого был преобладающий ответ, а для вопросов с одним возможным вариантом ответа строились столбчатые диаграммы.

Показатели активности участников по раундам представлены в таблице.

Активность экспертов по раундам

	Раунды		
	1	2	3
Количество экспертов, чел.	21	16	21
Доля ответивших экспертов, %	100	76	100

Во втором раунде произошло снижение активности экспертов, что является характерным для данных исследований.

Виды компаний, которые получили приведенный в исследовании опыт, представлены на рис. 1. Данный опыт подтверждает соответствие между желаемой и действительно получаемой информацией для IT-компаний схожего типа.

Следует отметить, что распределение участников по странам и городам распределилось следующим образом. Представители стран постсоветского пространства заняли 10%, представители Украины – 14%, города Москва и Санкт-Петербург – 57% и остальные города России – 19%.

Наиболее многочисленной была средняя возрастная группа, возраст экспертов от 30 до 40 лет – 62%, от 40 до 50 лет – 33% и от 20 до 30 – 5%.

В сфере IT данный возраст ассоциируется с расцветом творческого потенциала сотрудника. Эксперты старше пятидесяти лет в исследовании не участвовали.

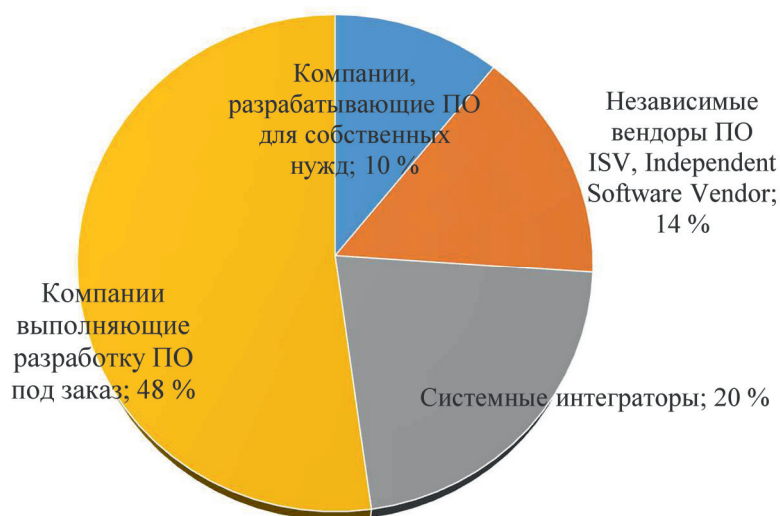


Рис. 1. Распределение экспертов по типам софтверных компаний

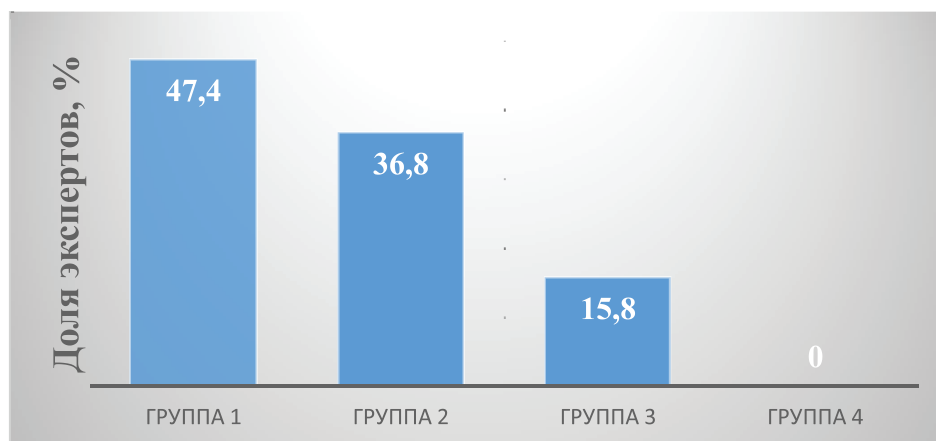


Рис. 2. Ответы экспертов на вопрос «Насколько важно планирование внедрения изменений в производство ПО» на уровне проекта?

Для современных организаций, в том числе и проектных компаний, вопросы стандартизации и внедрения изменений на уровне всей организации неизбежно приводят к изменениям на уровне каждого проекта и программы. И невозможно обойти вопрос о роли руководителей проектов, их значимость возрастает, а к рискам, которые свойственны всем процессам внедрения, добавляются специфические риски для каждого проекта. «Существенное изменение подразумевает такое изменение, при котором члены проектной команды, не поддерживающие их, не смогут выполнить часть своей работы корректно, что приведет к существенному снижению качества продукта» [4].

Наиболее важным видом деятельности руководителя оказалось определение приоритетов между текущей работой проектной команды и внедрением изменений, с этим согласилось почти 80% экспертов.

Опыт около 60% экспертов показывает, что руководитель проекта должен:

- руководить им напрямую, либо являться инициатором внедрения изменений;
- участвовать в подведении итогов и анализе результатов.

Резюмируя вышесказанное, ключевым фактором успешности данного процесса становится вовлечение руководителя проекта в управление изменениями на уровне проекта и сохранения баланса между затратами ресурсов на осуществление изменений и достижение текущих целей проекта.

Эксперты отметили важность планирования при внедрении, первая группа – очень важно, вторая группа – иногда важно, третья группа – несущественно и четвертая – вредно для целей проекта, изменений на уровне проекта в целом рис. 2.

Участники исследования отметили, что запланированные изменения производственных процессов поддерживаются основной массой рядовых сотрудников и предоставляют возможность собрать различные мнения на более ранних этапах внедрения, чтобы вовремя скорректировать будущие изменения и получить максимальное количество данных о возможном организационном сопротивлении, а не непосредственно при внедрении изменений.

Вывод экспертов о важности учета процесса внедрения изменений в основном производственном плане проекта, первая группа – очень важен, вторая группа – иногда важен, третья группа – неважен и четвертая – не следует это документировать в проектном плане изменений на уровне проекта в целом на рис. 3.

При анализе учета процесса внедрения выделились следующие недостатки. Для него становятся очевидны дополнительные риски реализации проекта, и тем самым заказчик получает возможность проследить влияние производственных изменений на главные цели проекта. Восприятие проектного плана усложняется. Несмотря на выделенные недостатки, планирование и ведение документации происходящих изменений производственных процессов на уровне проекта повышает его шансы на более успешное внедрение нововведений.

Эксперты выделили две классические причины внедрения изменений в производственных процессах: потребность в изменениях, которые продиктованы текущими экономическими условиями проекта, с этим согласны более 90% экспертов и потребность следовать требованиям внешних аудиторов, заказчика, регуляторов рынка, с этим

согласны около 40% экспертов. Также участники отметили, что возможными причинами внедрения могут быть следующие:

- необъективность и произвол руководителя проекта;
- требования следовать стандартам компании;
- обязательное повышение процессной зрелости отдельно взятого проекта, вызванное особыми требованиями заказчика.

Участники отметили, что цели внедрения изменений согласуются с целями проекта, благодаря этому приоритетная реализация приводит к увеличению скорости работ по внедрению. Руководитель проекта и его команда, руководящая внедрением изменений, обязана учитывать этот факт на всех этапах, а также согласовывать сроки и цели внедрения изменений с проектными целями на этапе планирования. Это позволит избежать организационного сопротивления и саботажа со стороны сотрудников, повысить их мотивацию и уровень поддержки проектных менеджеров.

Эксперты выявили типичные проблемы при внедрении изменений:

- конфликты между целями проекта и целями внедрения изменений, встречались в практике около 73% экспертов;
- организованное сопротивление проектной команды, с ним сталкивались более 50% экспертов.

Участники определили основные причины приведенных проблем, среди них:

- неполное вовлечение членов проектной команды, включая и руководителя, в управление изменениями;
- плохое разъяснение будущей деятельности в необходимом объеме;
- нечеткое понимание целей изменений проектной командой.

Веская причина, которая указывает, что группа участников не вникает в суть внедре-

ния, подтверждается цитатой из исследования: «Команда проекта не понимает, что проведение изменений в конечном итоге имеет те же цели, что и проектная деятельность, то есть удовлетворение потребностей заказчика и получение прибыли или успешное производство продукта проекта» [5].

Одним из самых эффективных способов преодоления организационного сопротивления около 90% участников назвали «вовлечение сопротивляющихся сотрудников в процесс внедрения изменений», несмотря на то, что этот процесс требует больше временных затрат и приложения значительных усилий.

Более 60% экспертов отметили положительную мотивацию к работе по новым правилам у большинства членов команды.

В порядке убывания рейтинга составлены следующие ответы экспертов и выделены следующие средства закрепления изменений в практической деятельности команды, создающей ПО:

- внимание и аудит со стороны руководителя проекта;
- поощрение при применении новой практики;
- контроль со стороны смежных отделов, цехов производства;
- запись или протокол внедрения изменений.

Эксперты пришли к мнению, что закрепление изменений в проектной документации пока не часто используется в практике. Но, это важнейший шаг, который ведет к инициированию положительных изменений на уровне других проектов или организации в целом.

Участники исследования не смогли прийти к единому мнению относительно целесообразности привлечения внешних консультантов к процессам внедрения, это указывает на различия в опыте экспертов и нестабильности качества услуг консультантов.

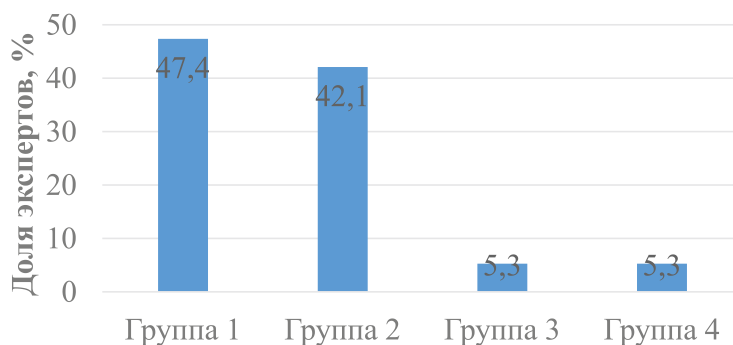


Рис. 3. Ответы экспертов на вопрос «Насколько важен учет внедряемых изменений производственных процессов в плане производства продукта проекта?»

Совершенно четко прослеживается влияние на внедрение существенных изменений в проектные практики на всех этапах лиц, заинтересованных в результате внедрения: заказчики, спонсоры, представители офиса управления проектами. Проектный менеджер и команда, управляющая внедрением изменений, должны постоянно учитывать это влияние.

Результаты исследования привели к следующим выводам.

1. Планирование и документирование изменений в рабочих планах проекта способствует повышению их прозрачности и позволяет на ранних этапах изменений составить мнения проектной команды.

2. Руководитель проекта играет важную роль во внедрении изменений на уровне проекта, даже в случае, когда не он выступает в качестве инициатора. Весомыми факторами успеха проведения изменений являются поддержка и лояльность проектного управляющего и его вовлечение в управление процессом.

3. Перед внедрением процессных изменений на этапе их планирования следует сопоставить время на осуществление изменений со временем разработки собственно самого проекта.

4. Принципиально важно по-разному подходить к планированию процессных изменений в IT-компаниях различающихся по численности работников с учётом современных форм организации производства софта (ПО). Следует понимать, что сами разработчики ПО, по крайней мере, в состоянии разобраться в сути предлагаемых процессных изменений. Поэтому в малых коллективах с более простой схемой процессных изменений, доступной для охвата пониманием

всеми работниками целиком, обязательно надо получить их мнения и предложения по изменениям. Это позволит избежать части сопротивления проектной команды и повысить действенность изменений для успешности проекта. В крупных проектных командах при сложной схеме производственных процессов, особенно в условиях оффшорного программирования, эта проблема не стоит так остро из-за разобщённости работников и естественной «зашорённости» их представлений обо всём проекте.

5. Основные проблемы, возникающие при внедрении изменений в производственную практику проекта: различия и в некоторых случаях даже конфликтность между целями изменений и целями самого проекта и сопротивление изменениям, которое оказывают в организации проектной команде.

Список литературы

1. Ветрова Е.Н., Яковенко Е.А. Состояние и перспективы развития электронной коммерции // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2016. – № 3. – С. 65–70.
2. Макаренко М.А. Влияние организационной культуры на информационную систему фирмы // Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего: Труды XVIII объединённой конференции «Интернет и современное общество» (IMS-2015). – 2015. – С. 276–289.
3. Майоров А.А. Инновации отечественных предприятий судоремонтной отрасли // Стратегии и инструменты управления экономикой: Отраслевой и региональный аспект: Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 53–58.
4. Ветрова Е.Н., Загорская О.С. Моделирование инновационного развития предприятия // Современный менеджмент: проблемы и перспективы Сборник статей: в двух частях. – 2016. – С. 145–151.
5. Подоляко А.В., Дворакова З. Влияние организационной культуры на эффективность производства // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 1(16). – С. 46.

УДК 336.14.01

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АУДИТ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Гладковская Е.Н., Карпушкина А.В.

*ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)», Челябинск,
e-mail: ekaterina-1980@mail.ru, angelvik28@mail.ru*

В статье обоснована необходимость проведения оценки эффективности управления государственным имуществом в рамках контрольной и экспертно-аналитической деятельности контрольно-счетных органов в РФ. Раскрыт методический инструментарий проведения оценки эффективности оказания государственных услуг по продаже и сдаче в аренду государственного имущества, эффективности использования бюджетного финансирования на оказание этих услуг. На примере результатов деятельности Областного фонда имущества Челябинской области проведен анализ эффективности и результативности торгов, сделок с объектами имущества, находящегося в собственности Челябинской области. Выявлена тенденция снижения спроса на аренду и покупку нежилых помещений, в связи с чем авторами были предложены способы сдачи этого имущества в аренду с последующим выкупом по сниженной цене, а также возможность долевой приватизации неэффективных государственных учреждений (с выделением доли государственного участия).

Ключевые слова: государственный аудит, аудит эффективности, управление государственным имуществом, оценка эффективности сделок с государственным имуществом, критерии оценки качества управления

STATE AUDIT OF EFFICIENCY OF GOVERNMENT PROPERTY MANAGEMENT: ANALYTICAL ASPECT

Gladkovskaya E.N., Karpushkina A.V.

*South Ural State University, Chelyabinsk, e-mail: ekaterina-1980@mail.ru,
angelvik28@mail.ru*

The article defines the need to assess the effectiveness of state property management within the control and expert-analytical activities of control and accounting bodies in the Russian Federation. The methodological tools for assessing the effectiveness of public services for the sale and leasing of state property, the effectiveness of using budgetary financing for the provision of these services are disclosed. Based on the results of the Chelyabinsk Oblast Chelyabinsk Regional Property Fund, the analysis of the efficiency and effectiveness of trades, transactions with property objects owned by the Chelyabinsk region was carried out. The tendency of decrease in demand for rent and purchase of non-residential premises was revealed, therefore, the authors suggested ways of renting this property with subsequent redemption at a reduced price, as well as the possibility of shared privatization of inefficient state institutions (with a share of state participation).

Keywords: state audit, performance audit, state property management, evaluation of the efficiency of transactions with state property, criteria for assessing the quality of management

Государственная собственность и государственное имущество в сложной системе экономических отношений представляют собой форму собственности, которая обособлена от имущества других организаций и граждан. В данном случае собственником государственного имущества является Российская Федерация и конкретный субъект РФ (республика, край, область, город федерального значения, автономная область или округ). При этом важным во владении и использовании государственного имущества является не просто наличие права собственности на конкретные объекты, а эффективное управление ими, которое осуществляют соответствующие государственные органы управления имуществом. В свою

очередь, формы и методы работы государственных органов по управлению имуществом с точки зрения результативности и эффективности использования государственных ресурсов являются предметом оценки контрольно-счетных органов в рамках аудита эффективности.

Цель исследования – выявить способы повышения эффективности управления государственным имуществом на основе результатов анализа эффективности операций с объектами государственного имущества на примере Челябинской области.

Информационную основу исследования составили данные о деятельности подведомственного Министерству имущества и природных ресурсов Челябинской

области учреждения – Государственного специализированного бюджетного учреждения «Челябинский областной фонд имущества» (далее – Фонд имущества), сведения о продаже государственного имущества (недвижимости и земли) этим Фондом в 2015 г. и на начало 2016 г.

По мнению органов государственной власти, доля государственного сектора в экономике России не соответствует современным экономическим условиям и должна снижаться. Но в реалиях происходит обратное. Доля государственного сектора в экономике растет (за исключением унитарных и казенных предприятий). Количество унитарных и казенных предприятий в 1999 г. достигало 13 786 единиц, в 2006 г. их стало уже 7637 предприятий. Что касается акционерных обществ, то в 1999 г. Российская Федерация была акционером 2500 единиц акционерных обществ с долей участия в уставном капитале более 25%, в уставном капитале 580 единиц акционерных обществ Российская Федерация владела «золотой акцией». По состоянию на 01.01.2006 Российская Федерация стала акционером уже 3843 единиц акционерных обществ, специальное право «золотая акция» использовалось только в 419 единицах акционерных обществ [1, с. 4]. Если в 2006 г. в экономике России доля государственного сектора экономики составляла 38%, то сегодня – почти 71% ВВП при среднемировых 30%. Доля государственного сектора экономики может быть снижена за счет перехода (продажи) государственных предприятий в частную сферу, при сохранении за государством определенной доли участия в этих предприятиях, в получении дивидендов и налогов от их деятельности, что обеспечит дополнительный приток денежных средств в бюджет.

Для повышения эффективности управления государственным имуществом Правительством РФ 15.04.2014 было утверждено Постановление № 327 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Управление федеральным имуществом». В рамках данной Программы Минэкономразвития РФ совместно с Федеральным агентством по управлению государственным имуществом ставит приоритетными задачами реализации этой Программы следующие [2]:

- 1) сокращение доли государства в экономике и достижение оптимального состава и структуры федерального имущества;
- 2) оптимизация состава федеральных организаций, действующих в конкурентных отраслях экономики;
- 3) повышение эффективности управления организациями с участием государства в их уставных капиталах;
- 4) действенное управление объектами федерального имущества, которые закреплены за федеральными организациями и действенное управление находящимися в федеральной собственности земельными участками и объектами федерального имущества, которые составляют государственную казну РФ.

Программа предполагает постепенное выполнение следующих показателей (индикаторов) за период 2013–2018 гг., представленных на рис. 1.

Таким образом, на перспективу предполагается повышение эффективности управления федеральным имуществом (индикатор с 4% должен повыситься до 67% за период 2013–2018 гг.), небольшое повышение средних темпов сокращения имущества государственной казны РФ (с 3% до 21% в 2013–2018 гг.), повышение темпов сокращения количества организаций с государственным участием (с 8% в 2013 г. до 15% в 2018 г.).

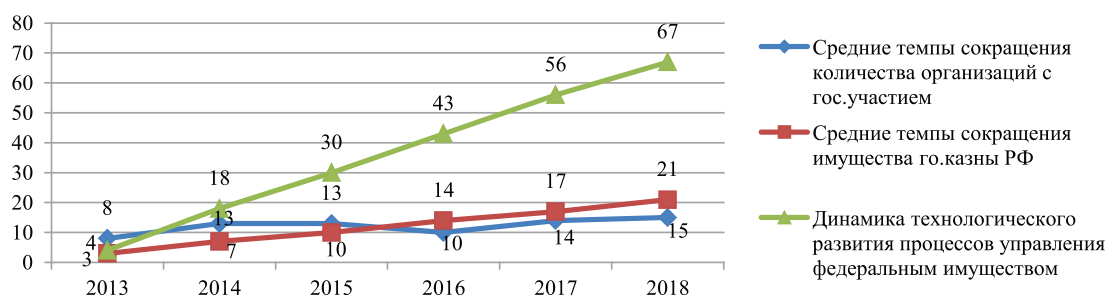


Рис. 1. Выполнение целевых показателей (индикаторов), в %

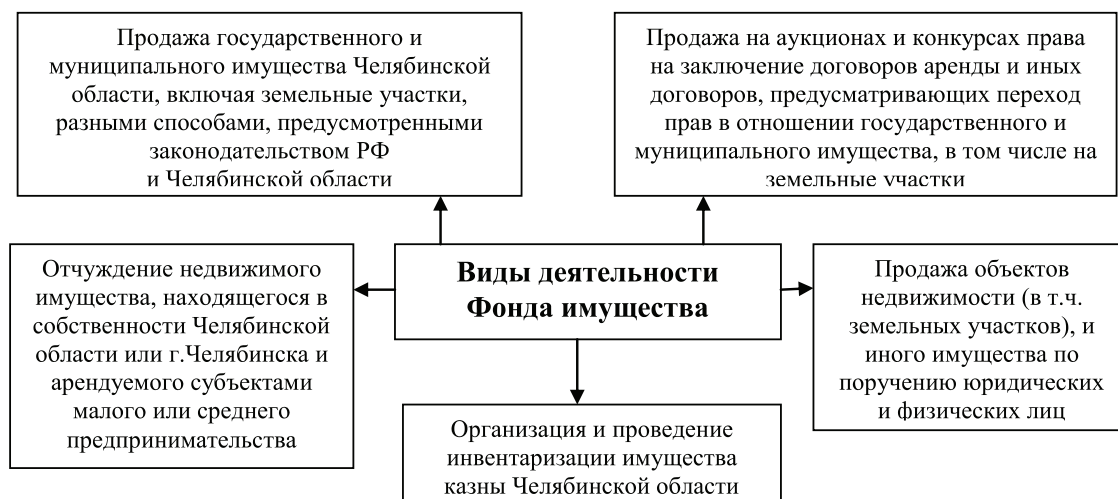


Рис. 2. Виды деятельности Фонда имущества

В соответствии с Законом Челябинской области от 07.05.2002 № 80-ЗО [3] и Постановлением Правительства Челябинской области от 26.06.2013 № 110-П [4] имуществом Челябинской области являются средства бюджета Челябинской области, объекты недвижимого (здания, сооружения, жилые и нежилые помещения) и движимого имущества, имущество ликвидированных областных государственных учреждений и унитарных предприятий, объекты незавершенного строительства, ценные бумаги, доли в праве общей собственности, которые принадлежат области, акции (доли) в уставных капиталах акционерных обществ и обществ с ограниченной ответственностью, находящиеся в государственной собственности Челябинской области.

От того, насколько эффективно используется это имущество, зависит доходная составляющая регионального бюджета. В связи с чем рассмотрим методику оценки эффективности использования бюджетных средств на оказание государственной услуги по управлению государственным имуществом на примере ГСБУ «Челябинский областной фонд имущества», которая представлена в Приложении 7 к Административному регламенту исполнения государственных функций по среднесрочному планированию и подготовке Докладов о результатах и основных направлениях деятельности органами исполнительной власти Челябинской области.

Для оценки эффективности показателей объема государственной услуги по продаже имущества (включая земельные участки), находящегося в собственности Челябинской области, применяются следующие показатели [5]:

1) оценка выполнения показателей объема государственной услуги – O_1 определяется по формуле

$$O_1 = \frac{Q_{\Phi}}{Q_{\text{ПЛ}}}, \quad (1)$$

где O_1 – показатель эффективности системы организации торгов (сделок);

Q_{Φ} – количество фактических объявленных торгов (сделок);

$Q_{\text{ПЛ}}$ – количество планируемых торгов (сделок);

2) оценка достижения показателей, характеризующих качество оказания государственной услуги – O_2 определяется по формуле

$$O_2 = \frac{\text{БФ}_{\Phi}}{\text{БФ}_{\text{ПЛ}}}, \quad (2)$$

где O_2 – показатель эффективности продаж; P_{Φ} – цена фактической продажи имущества, тыс. руб.;

$P_{\text{НАЧ}}$ – начальная цена продажи имущества, тыс. руб.;

3) оценка полноты использования бюджетных средств на оказание государственной услуги – O_3 определяется по формуле

$$O_3 = \frac{P_{\Phi}}{P_{\text{НАЧ}}}, \quad (3)$$

где БФ_{Φ} – фактическое бюджетное финансирование на оказание услуги, тыс. руб.;

$\text{БФ}_{\text{ПЛ}}$ – запланированное бюджетное финансирование на оказание услуги, тыс. руб.;

4) общая оценка эффективности оказания государственной услуги – O_y определяется по формуле

$$O_y = \frac{(O_1 + O_2)/2}{O_3}, \quad (4)$$

где O_2 – итоговая оценка эффективности оказания государственной услуги.

Таким образом, расчет представленных выше показателей позволит сделать выводы относительно эффективности оказания государственных услуг по продаже объектов государственного имущества (как объектов движимого, так и недвижимого имущества).

Управление имуществом в Челябинской области осуществляет Министерство имущества и природных ресурсов Челябинской области, а также организации, учредителем которых является данное ведомство, в частности: Государственное специализированное бюджетное учреждение «Челябинский областной фонд имущества», Областное государственное унитарное предприятие «Областная казна», Областное государственное автономное учреждение «Управление государственной экспертизы проектной документации, проектов документов территориального планирования и инженерных изысканий Челябинской области», Областное государственное унитарное предприятие «Областной центр технической инвентаризации».

ГСБУ «Челябинский областной фонд имущества» (далее – Фонд имущества) – единственный продавец государственного

имущества Челябинской области, уполномоченный Правительством Челябинской области осуществлять продажу объектов имущества Челябинской области с 1998 г. Основные виды деятельности Фонда имущества представлены на рис. 2.

Анализ динамики об исполнении государственного задания Фондом имущества (табл. 1) позволил сделать следующие выводы.

По данным оценки количество организованных торгов по продаже земельных участков составило 3 шт. в 2013 г., в 2014–2015 гг. таких торгов не проводилось. Количество торгов по продаже имущества выросло с 43 процедур в 2013 г. до 50 процедур в 2014 г. По факту 2015 г. количество таких торгов составило 85 процедур вместо запланированных 55. Таким образом, наблюдается перевыполнение плана на 70%, что объясняется принятым решением о целесообразности продажи выявленных в ходе инвентаризации областного имущества объектов. Поэтому вместо запланированных в 2015 г. 55 процедур организации и проведения торгов по продаже имущества было проведено 85 процедур.

Таблица 1

Оценка динамики организованных торгов по продаже госимущества Фондом

Наименование показателя результата работы	Ед. изм.	2013	2014	2015		Абс. изменение		Темп роста, %	
				план	факт	2013–2014	2014–2015	2013–2014	2014–2015
Кол-во торгов по продаже земельных участков, находящихся в федер. собственности, полномочия по которым переданы органам власти Челябинской области	шт.	3	0	0	0	-3	0	-	-
Кол-во торгов по продаже имущества, находящегося в собственности Челябинской области	шт.	43	50	55	85	7	35	116,28	170,00

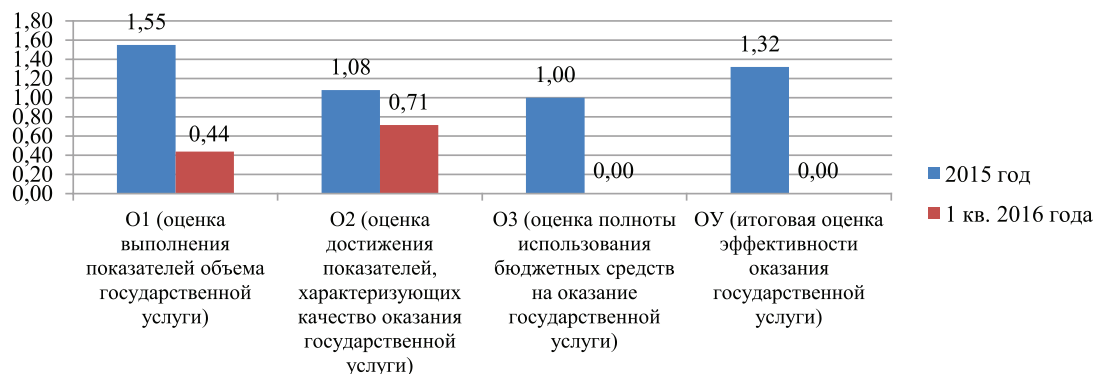


Рис. 3. Оценка эффективности продажи имущества Челябинской области

Таблица 2

Показатели качества услуги Фонда имущества по организации и проведению торгов (сделок) по продаже недвижимого имущества в собственности Челябинской области

Наименование показателя	Формула расчета	Значение показателя качества		
		2014 (факт)	2015 (факт)	2016 (план)
Проведение торгов по продаже недвижимого имущества ЧелОбл				
Результативность проведенных процедур, %	Кол-во лотов с объектами недвижимого имущества, по которым заключены договоры купли-продажи / Кол-во лотов с объектами недвижимого имущества, переданных в Фонд имущества для продажи x 100	41	23	50
Эффективность проведенных процедур, %	Сумма денежных средств, полученных от продажи объектов гос. недвижимости / Стоимость проданных объектов недвижимости x 100	101	65	110
Проведение торгов по продаже пакетов акций обществ, находящихся в собственности ЧелОбл				
Результативность проведенных процедур, %	Кол-во пакетов акций, по которым заключены договоры купли-продажи / Кол-во пакетов акций, переданных в Фонд имущества для продажи x 100	0	45	50
Эффективность проведенных процедур, %	Сумма денежных средств, полученных от продажи пакетов акций / Стоимость проданных пакетов акций x 100	0	102	110
Проведение торгов на право заключения договоров аренды имущества в собственности ЧелОбл				
Результативность проведенных процедур, %	Кол-во лотов с объектами имущества, по которым по результатам торгов определен арендатор / Кол-во лотов с объектами имущества переданных в Фонд имущества для проведения торгов на право заключения договоров аренды x 100	0	0	50
Эффективность проведенных процедур, %	Стоимость лотов, определенных по результатам торгов / Стоимость лотов, переданных для проведения торгов на право аренды x 100	0	0	110
Проведение торгов на право заключения договоров аренды земельных участков в собственности ЧелОбл				
Результативность проведенных процедур, %	Кол-во лотов с земельными участками, по которым по результатам торгов определен арендатор / Кол-во лотов с земельными участками, переданных в Фонд имущества для проведения торгов на право заключения договоров аренды x 100	0	60	66
Эффективность проведенных процедур, %	Стоимость лотов, определенных по результатам торгов / Стоимость лотов, переданных для проведения торгов на право аренды x 100	0	2047	110

Результаты оценки показателей качества услуги Фонда имущества по организации и проведению торгов по продаже недвижимого имущества, находящегося в собственности Челябинской области, представлены в табл. 2.

Оценка эффективности использования бюджетных средств на оказание государственной услуги в 2015 г. и по фактическим данным в первом квартале 2016 г. представлена в табл. 3.

Таким образом, результаты оценки показывают эффективную продажу имущества (включая земельные участки), нахо-

дящегося в собственности Челябинской области в 2015 г. Все запланированные показатели либо выполнены в 100% объеме, либо перевыполнены. Отсутствие отчетности за первый квартал 2016 г. не позволило рассчитать показатели O_3 и O_4 . Однако достаточно высокие результаты у показателей O_1 (0,44) и O_2 (0,71) (рис. 3).

Полученные данные в целом свидетельствуют об эффективности управления государственным имуществом Челябинской области. В то же время можно выделить целый ряд проблем, решение которых позволит улучшить результаты (рис. 4).

Таблица 3

Оценка эффективности продажи имущества в собственности Челябинской области

Показатель	Достижение показателя в 2015 г.			Достижение показателя в 1 квартале 2016 г.		
	план	факт	оценка достижения показателя	план	факт	оценка достижения показателя
Оценка выполнения показателей объема государственной услуги						
Эффективность системы организации торгов (кол-во фактически объявленных торгов / кол-во планируемых торгов)	55	85	–	41	18	–
O_1	–	–	1,55	–	–	0,44
Оценка достижения показателей, характеризующих качество оказания государственной услуги						
Эффективность продаж (цена фактической продажи имущества / начальная цена продажи имущества, тыс. руб.)	88 604,6	95 273,4	–	7	5	–
O_2	–	–	1,08	–	–	0,71
Оценка полноты использования бюджетных средств на оказание государственной услуги						
O_3	4091,2	4091,2	1,0	–	–	–
Оценка эффективности оказания государственной услуги						
O_y	–	–	1,32	–	–	–



Рис. 4. Мероприятия по повышению эффективности управления государственным имуществом Челябинской области

Как показали результаты оценки, предприниматели Челябинской области активно участвуют в торгах на право заключения договоров аренды земельных участков в Челябинской области, но неактивно заключают договоры на аренду нежилых помещений. В качестве метода стимулирования спроса на данный вид государственного имущества можно использовать

предложение сдачи его в аренду с последующим выкупом по сниженной цене. Предложение о среднесрочной аренде нежилого имущества сроком на 2 года с правом последующего выкупа по сниженной цене способно заинтересовать предпринимателей Челябинской области в условиях стагнации рынка недвижимости и, как следствие, избавить государство от неэф-

фактивных расходов по содержанию этих объектов имущества. Кроме того, возможность частичной приватизации государственных учреждений с оставлением за Челябинской областью 50 %-ной доли участия в этих предприятиях также позволит снизить нагрузку на бизнес нового собственника, а государству обеспечит приток денежных средств в областной бюджет.

Таким образом, в качестве предложений по усовершенствованию форм управления государственным имуществом в Челябинской области могут быть сформулированы следующие:

1) приватизация государственного имущества Челябинской области посредством сдачи объектов в аренду с правом последующего выкупа (это касается земельных участков, нежилых помещений, производственных комплексов);

2) частичная приватизация объектов государственного имущества (в частности, государственных предприятий с выделением доли контрольного участия Челябинской области) для пополнения доходов бюджета за счет повышения финансовых результатов деятельности этих предприятий после частичной приватизации.

Список литературы

1. Баранова И.В., Пирогова, Т.В. Реформирование государственного сектора экономики и системы управления государственным имуществом: 1999–2014 годы / И.В. Баранова, Т.В. Пирогова // Экономика, управление и социальная политика. – 2014. – № 5. – С. 3–12.

2. Постановление Правительства РФ 15.04.2014 № 327 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Управление федеральным имуществом» [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/70644258/> (дата обращения: 28.04.2017).

3. Закон Челябинской области от 07.05.2002 № 80-ЗО «Об имуществе, находящемся в государственной казне Челябинской области» [Электронный ресурс]. – URL: [http://ivo.garant.ru/#/basesearch/Закон Челябинской области от 07.05.2002 № 80-ЗО:0](http://ivo.garant.ru/#/basesearch/Закон%20Челябинской%20области%20от%2007.05.2002%20№%2080-ЗО:0) (дата обращения: 28.04.2017).

4. Постановление Правительства Челябинской области от 26.06.2013 № 110-П «Об Административном регламенте предоставления государственной услуги «Предоставление информации об объектах учета, содержащихся в реестре имущества, находящегося в государственной собственности Челябинской области» [Электронный ресурс]. – URL: <https://mfc74.ru/upload/iblock/a2a/471.pdf> (дата обращения: 28.04.2017).

5. Приказ Министерства экономического развития Челябинской области от 01.09.2011 № 110 «Об административном регламенте исполнения государственной функции по среднесрочному планированию и подготовке Докладов о результатах и основных направлениях деятельности органами исполнительной власти Челябинской области» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW169&n=99028&dst=100372#0> (дата обращения: 28.04.2017).

УДК 331.101.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА СОТРУДНИКОВ КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

¹Давыдовский Ф.Н., ²Величко Е.А.

¹Северо-Западный открытый технический университет, Санкт-Петербург,
e-mail: Orion.6969@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург,
e-mail: Ideaelena@yandex.ru

Концепция стандартизации трудовых процессов в ведущих отраслях национальной экономики в настоящее время вступила в стадию перехода от теории к практике. Сформированы принципы стандартизации, внесены соответствующие изменения и дополнения в Трудовой кодекс Российской Федерации, разработаны и утверждены сотни профессиональных стандартов, осуществляется их внедрение в реальную практику промышленных предприятий. Тем не менее со стороны работодателей задается множество вопросов как по процедуре внедрения профессиональных стандартов, так и по их содержанию и объективности. Учитывая данное обстоятельство, авторы предприняли попытку рассмотреть применимость утвержденного профессионального стандарта в отношении сотрудников конструкторского бюро и предложить альтернативные варианты его содержания. В качестве методического средства объективации профессиональных стандартов авторами предложен метод определения трудовых действий сотрудников на основе разработанной оптимальной модели должностных обязанностей, использованной ими при исследовании функционала инженеров и специалистов конструкторского бюро. Это, в свою очередь, позволит формировать реально работающий перечень трудовых действий с определением сферы их применения для дальнейшего использования при создании профессиональных стандартов.

Ключевые слова: профессиональный стандарт, трудовая функция, трудовые действия, квалификация

IMPROVEMENT OF THE WORK ORGANIZATION DESIGN BUREAU ON THE BASIS OF PROFESSIONAL STANDARDS

¹Davydovskiy F.N., ²Velichko E.A.

¹North-Western Open Technical University, St. Petersburg, e-mail: Orion.6969@mail.ru;

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, e-mail: Ideaelena@yandex.ru

The concept of standardization of work processes in the leading sectors of the national economy at present has entered the stage of transition from theory to practice. Formed the principles of standardization, made the appropriate changes and additions to the Labour code of the Russian Federation developed and approved by hundreds of professional standards, is their implementation in real practice of industrial enterprises. However, on the part of employers asks a lot of questions as on the procedure of implementation of the professional standards and for their content and objectivity. Given this fact, the authors attempt to examine the applicability of the approved vocational standard in respect of employees of the design Bureau and to propose alternatives of its content. As a methodological means of objectification of professional standards, the authors propose a method for the determination of the labor actions of employees on the basis of the developed optimal model functions, used in the study of functional engineers and design bureaus. This, in turn, will generate a workable list of labor action with the definition of their scope for further use in creating professional standards.

Keywords: professional standard, labor function, labor actions, qualification

Материалы и методы исследования

Предмет исследования: совершенствование организации труда сотрудников конструкторского бюро на основе профессиональных стандартов деятельности.

Методы исследования: метод анализа трудовых функций и трудовых действий работников, позволяющий разграничить сферу деятельности каждого сотрудника и обеспечить его равномерную загрузку, метод регламентации трудовых действий сотрудников, изучение нормативно-технической документации и информационных материалов, методы классификации и группировки.

Область применения: деятельность инженеров и проектировщиков конструкторского бюро.

Основание и исходные данные для разработки темы статьи

Основаниями и исходными данными для написания статьи явились:

I. Научные публикации в периодической печати, посвященные проблематике профессиональной стандартизации в отраслях национальной экономики.

II. Результаты научных исследований авторов, изложенных в соответствующих докладах и публикациях [1].

III. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2014 г. № 623н «Об утверждении

профессионального стандарта «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении» [2].

Цели и задачи исследования

1. Анализ положительных и отрицательных результатов, полученных в ходе начального этапа стандартизации трудовых процессов в отечественной промышленности.

2. Анализ применимости на практике действующих профессиональных стандартов сотрудников, занятых в сфере проектирования и конструирования изделий на примере судостроительной отрасли.

3. Исследование возможности построения трудовых функций и трудовых действий на основе оптимальной модели деятельности для инженеров различных квалификационных категорий и руководителей конструкторского бюро при разработке профессиональных стандартов.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты:

– проанализированы положительные и отрицательные стороны начального этапа разработки и внедрения профессиональных стандартов, определены пути дальнейшего совершенствования стандартизации трудовых процессов;

– предложен классификатор ключевых групп трудовых действий и набор соответствующих трудовых функций с целью их дальнейшего использования при создании профессиональных стандартов инженеров – конструкторов и проектировщиков;

– проведено сравнение наборов трудовых действий для должности «Инженер-конструктор», полученных на основе профстандарта и на основе оптимальной модели должностных обязанностей, сделаны соответствующие выводы о полноте и достоверности отражения в них содержания трудовой деятельности;

– проанализированы результаты адаптации действующего профстандарта «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении» к деятельности сотрудников конструкторского бюро, сделан вывод о недостаточности полученных результатов и необходимости доработки данного профессионального стандарта с использованием альтернативного перечня трудовых действий.

Развернувшаяся в последнее время полемика по проблеме разработки и внедрения профессиональных стандартов показала отсутствие единства взглядов в данном вопросе. Одни авторы сосредотачиваются на из-

учении тенденций стандартизации трудовых процессов в нашей стране [3], другие – на рассмотрении структуры самих профстандартов [4], третьи – на исследовании профессиональной стандартизации в качестве критерия оценки результативности сотрудников [5]. Работы этих и целого ряда других исследователей показывают, что проблема стандартизации труда по-прежнему носит дискуссионный характер как в экономической науке, так и в повседневной хозяйственной практике. При этом все новые вопросы возникают как в отношении методического обеспечения разработки профессиональных стандартов, так и в отношении эффективности организации данного процесса на конкретных предприятиях и организациях. Данное обстоятельство само по себе является неизбежным, поскольку профессиональные стандарты как фактор экономического развития в нашей стране находятся еще только в стадии становления.

По нашему мнению, стандартизация трудовых процессов в теоретическом плане позволяет поставить три основных вопроса. Во-первых, как представляется авторам, особое значение имеет вопрос о соотношении стандартизации и регламентации труда, заключающийся в том, что по-прежнему отсутствует четкое понимание того, является ли стандартизация частью общего процесса регламентации труда на предприятиях или же самостоятельным направлением организации трудовых отношений; во-вторых, какой метод организации труда более эффективен: на основе профстандартов или тарифно-квалификационных справочников; в-третьих, применима ли стандартизация трудовых процессов только при текущей деятельности работников, либо может использоваться заранее, еще на стадии организационно-проектирования.

Следует отметить, что в целом ряде случаев круг охватываемых профстандартами должностей на практике оказался явно недостаточным как по форме, так и по содержанию. Иногда квалификационные требования профстандартов полностью дублировали действующие тарифно-квалификационные справочники, в других же случаях данные о квалификации включались в профстандарт избирательно, отдельными фрагментами. На практике даже известны случаи, когда квалификационные требования по одной и той же должности, равно как и полноте изложения состава трудовых действий, более полно отражались в профстандартах более квалифицированных сотрудников, нежели менее квалифицированных.

По нашему мнению, такая ситуация, характерная для начальных этапов стандартизации, во многом сложилась в силу следующих обстоятельств:

1. Разработчики профстандартов, в некоторой степени, ориентируются на частично устаревшие тарифно-квалификационные справочники должностей, автоматически перенося зафиксированные там нормы трудовых квалификаций в профессиональные стандарты без учета содержания и характера труда целого ряда профессий, сложившихся в настоящее время.

2. В качестве разработчиков профстандартов выступают, как правило, сами предприятия и организации, вследствие чего в создаваемых ими нормативных документах преимущественно отражается именно их сложившаяся практика деятельности по тем или иным должностям.

3. Разработанные профессиональные стандарты не подвергаются более серьезной экспертизе, во многих случаях они все еще нуждаются в доработке и проверке на практике. Несмотря на данное обстоятельство, профстандарты, по существу, «спускаются» для работодателей в качестве нормативных документов деятельности без подробного информирования о порядке их применения.

4. Региональные Центры по оценке профессиональных квалификаций, возникшие в ходе реализации принятого федерального закона РФ «О независимой оценке квалификации» [6], призванные в том числе регулировать процесс стандартизации трудовых процессов на предприятиях, пока что не обладают достаточными полномочиями: оценка квалификации может производиться только по добровольному согласию работников. Сами же Центры оценки созданы только с начала 2017 г. и пока что не обладают ни наработанной практикой, ни достаточным количеством экспертов и специалистов в данной области.

5. Недостаточный уровень методического обеспечения в настоящее время остается существенным препятствием для стандартизации трудовых процессов в условиях предприятий и организаций: не разработан соответствующий методический аппарат, уровень существующих методик не отвечает поставленным задачам, отсутствует наработанная практика адаптации профстандартов, не выстроены четкие алгоритмы их реализации и апробации, многие вопросы методического свойства до сих пор носят дискуссионный характер.

По нашему мнению, одной из причин недостаточности сложившихся методик стандартизации является нечеткое обоснование состава трудовых функций и трудо-

вых действий по той или иной профессии, носящих нормативный характер. Это неизбежно ведет к тому, что трудовые функции оказываются не подкрепленными соответствующими трудовыми действиями. Простой набор трудовых действий, не имеющих четкой объективации как по характеру содержания их выполнения, так и по сфере их приложения, в свою очередь, также ведет к выхолощенной трудовой функции, оторванной от реальной функции должности, деятельность которой определяется различного рода управленческими решениями.

Данное обстоятельство необходимо рассмотреть на конкретном примере. Так, применительно к должности инженера-конструктора в судостроительной промышленности авторами в качестве альтернативы профстандарту предложен иной перечень трудовых действий, полученный на основе разработанного ими классификатора групп трудовых действий:

1. Трудовые действия, связанные с организацией процессов конструирования и проектирования.

2. Трудовые действия, связанные с утверждением конструкторской документации.

3. Трудовые действия, связанные с согласованием конструкторской документации.

4. Трудовые действия, связанные с проверкой и анализом расчетов и результатов испытаний.

5. Трудовые действия, связанные с исполнением комплекса технических задач конструирования и проектирования в соответствии с требованиями Единой системы конструкторско-технологической документации.

6. Трудовые действия, не связанные с исполнением задач по конкретной должности.

Действующий же профессиональный стандарт «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении», утвержденный Министерством труда и социальной защиты РФ, предусматривает наличие только двух трудовых функций, подлежащих стандартизации: «Создание проектов судов, плавучих конструкций и их составных частей, их сопровождение на всех этапах жизненного цикла» и «Руководство созданием проектов судов, плавучих конструкций и их составных частей и их сопровождением на всех этапах жизненного цикла». По нашему мнению, данные трудовые функции на практике не являются исчерпывающими и объективно нуждаются в более объективном подкреплении трудовыми действиями. Последнее может быть достигнуто посредством анализа организации труда данной категории работников.

Разработанная авторами оптимальная модель должностных обязанностей сотрудников конструкторского бюро, используемая ими как средство осуществления такого анализа, позволяет сформулировать альтернативный перечень трудовых действий данной категории работников. Полный перечень трудовых действий сотрудников конструкторского бюро приводится авторами в соответствующей монографии [7].

Таким образом, полученные результаты позволяют наглядно сопоставить не только перечень трудовых действий по профстандарту с альтернативным перечнем, но и содержание обеих моделей профессиональной деятельности. Так, профстандартом охватываются только 4 возможные должности, оптимальной моделью должностных обязанностей сотрудников конструкторского бюро – 9; привязка трудовых действий к категории сложности проектирования и группам новизны изделий в профстандартах отсутствует, в оптимальной модели – выступает в качестве основного императива; градация специалистов по квалификационным категориям в профстандарте отсутствует, в оптимальной модели градация по квалификациям является основой построения трудовых действий сотрудников, поскольку существует необходимость учесть фактор многозадачности в зависимости от категории; в профстандарте отсутствует описание сферы применения трудовых действий, в зависимости от характера их исполнения, в альтернативном варианте авторами предлагается соответствующий классификатор, используемый при формировании набора трудовых действий по должности.

Вывод, который необходимо сделать по итогам такого сопоставления, напрашивается сам собой: существует объективная необходимость доработки действующего профстандарта, поскольку стандартный набор трудовых действий при их сопоставлении с деятельностью различных должностей в составе конструкторского бюро, показывает явную недостаточность отражения большинства аспектов решаемых задач. Использование же альтернативного перечня трудовых действий позволит не только устранить данный недостаток, но и перейти к созданию других профессиональных стандартов для профессий, пока что не указанных в действующем профстандарте.

Предложенный вариант набора трудовых действий позволяет более обстоятельно и обоснованно регламентировать трудовую деятельность сотрудников, поскольку оптимальная модель должностных обязанностей инженеров-конструкторов и проектировщиков предоставляет возможность

учесть влияние специфических факторов трудовой деятельности данной категории работников. Например, при разработке профстандартов для должностей «Начальник конструкторского бюро» или «Руководитель проекта» необходимо опираться на более объективный перечень трудовых действий, полученный в модели должностных обязанностей. Для данных должностей существенную роль играют организаторские задачи, связанные с принятием решений по утверждению и согласованию конструкторской документации и выполнением плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, руководством процессов конструирования изделий и постановки их на производство, проведению типовых испытаний и патентованию результатов интеллектуальной собственности. Соответственно, необходимо пересмотреть в действующем профстандарте состав трудовых действий данной категории работников на основе классификации выполняемых ими трудовых действий. Данный вывод подтверждается результатами экспериментального внедрения, действующего профстандарта, проведенного для сотрудников конструкторского бюро на одном из судостроительных предприятий Санкт-Петербурга (табл. 1). Для оценки объективности трудовых действий по профстандарту применительно, в том числе и к профессиям, не рекомендованным профстандартом, авторами был использован классификатор условных обозначений, в соответствие с которым в случае реального выполнения трудового действия ставился знак (+), в случае неисполнения – знак (-). Классификатор условных обозначений призван определить сферу приложения трудовых действий (обязанностей), в зависимости от содержания труда, с этой целью были введены следующие условные обозначения классификатора: О – обязанности по организации работы; С – обязанности по согласованию работы; У – обязанности по утверждению работы; П – обязанности по проверке работы; И – обязанности по исполнению работы; Н – работа не входит в обязанности.

Полученные результаты можно свести к одному выводу: практически для всех сотрудников приведенный перечень трудовых действий оказался вполне реальным, но явно недостаточным, поскольку не были учтены ни факторы ответственности за принимаемые решения, ни сложность проводимых работ, ни характер трудовых действий. Вопросы же, связанные с созданием, утверждением и согласованием конструкторской документации, вообще не нашли своего отражения, т.е. оказалась неучтенной деятельность, зани-

мающая до 40% рабочего времени для целого ряда сотрудников конструкторского бюро. Ко всему этому добавляется и еще одно обстоятельство: действующий профстандарт, по существу, стирает разницу между квалификационными категориями, что в принципе неправильно, поскольку труд инженеров-конструкторов обладает существенным отличием от других инженеров, что выражается в способности работать в режиме многозадачности. Инженеры-конструкторы 1 категории, помимо того, что обладают и некоторыми линейными функциями в части регулирования деятельности инженеров более низких категорий, обязаны одновременно работать сразу над несколькими проектами, что, в свою очередь, требует более четкого разграничения трудовых действий между различными квалификационными группами сотрудников конструкторского бюро.

Примером, показывающим реальную сложность выполняемых трудовых действий, может служить табл. 2, в которой при-

ведено сопоставление трудовых действий, полученных на основе профстандарта и на основе анализа должностных обязанностей инженера, как следует из профстандарта, не обладающего квалификационной категорией. Приведенное сопоставление показывает, что трудовые действия инженера, рекомендованные профстандартом, во многом носят декларативный характер и не наполнены конкретикой. Не определена сфера приложений трудовых действий, не отражены различия в содержании труда с другими квалификационными категориями инженеров-конструкторов. Напротив, использование результатов, полученных на основе оптимальной модели должностных обязанностей, четко определяет сферу приложения инженеров, не обладающих квалификационными категориями: разработка конструкций и чертежей деталей, малых узлов, малых сборочных единиц и технических паспортов на изделия групп новизны А, Б, В, Г и Д, ведение соответствующих журналов учета.

Таблица 1

Анализ применимости профстандарта «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении» к деятельности сотрудников конструкторского бюро (фрагмент)

Трудовые действия сотрудников по профстандарту	Должностные позиции						
	Начальник КБ	Руководитель проекта	Ведущий инженер-конструктор	Инженер-конструктор 1 категории	Инженер-конструктор 2 категории	Инженер-конструктор 3 категории	Техник
Выполнение проектных и конструкторских работ в целях изыскания и реализации путей создания новых образцов судов, плавучих конструкций и их составных частей, и других объектов профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+	-
	О, У, С, П	О, У, С, П	И, О, С, П	И, С, П	И	И	Н
Выполнение расчетов и проработок по типовым методикам	-	-	+	+	+	+	+
	Н	Н	И, О, С	И	И	И	И
Изучение и анализ отечественного и зарубежного опыта разработки судов, плавучих конструкций и их составных частей	+	+	+	+	+	+	+
	О, И	О, И	И	И	И	И	И
Оформление документов на получение патента по результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	+	+	+	+	+	-	-
	О, У, С, П	О, У, С, П	С, П, И	С, П, И	И	Н	Н
Разработка конструкторской документации аванпроекта, эскизного и технического проектов, рабочей конструкторской документации, эксплуатационной документации	+	+	+	+	+	+	-
	О, С, У	О, С, П	С, П, И	И	И	И	Н
Разработка предложений о качественных характеристиках, реализующих требования заказчика в рамках торговых процедур	+	+	+	+	-	-	-
	О, У, С, П, И	О, С, П, И	С, П, И	И	Н	Н	Н
	Н	Н	О, И	И	И	Н	Н
	О	О, П	О, П, И	И	Н	Н	Н

Таблица 2

Сравнение наборов трудовых действий для должности «Инженер-конструктор», полученных на основе профстандарта и оптимальной модели должностных обязанностей

Трудовые действия по профстандарту	Трудовые действия по оптимальной модели
Выполнение расчетов и проработок по типовым методикам	Разработка конструкции отдельных деталей, малых узлов, малых сборочных единиц на изделия групп новизны А и Б
Изучение и анализ отечественного и зарубежного опыта разработки судов, плавучих конструкций и их составных частей	Выполнение расчётов достигнутого уровня стандартизации и унификации
Разработка технических решений по проектированию отдельных систем, изделий, конструкций с использованием средств автоматизации проектирования по отработанным прототипам	Разработка сборочных чертежей, чертежей общего вида, габаритных чертежей трубопроводной арматуры и чертежей деталей, узлов, сборочных единиц на изделия групп новизны А и Б
Разработка технических проектов, рабочей конструкторской документации в соответствии с техническим заданием, документами стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки	Разработка чертежей деталей, малых узлов, малых сборочных единиц на изделия групп новизны В, Г и Д
	Разработка чертежей деталей, малых узлов, малых сборочных единиц на изделия групп новизны А и Б
	Разработка паспорта на изделия групп новизны А и Б
	Ведение журнала учёта присваиваемых порядковых номеров технических условий и кратких обоснований безопасности

Выводы

1. Анализ состояния процесса разработки и внедрения профессиональных стандартов в нашей стране показал недостаточный уровень существующего методического обеспечения стандартизации трудовых процессов: не разработан соответствующий методический аппарат, уровень существующих методик пока что не отвечает поставленным задачам, отсутствует наработанная практика адаптации профстандартов, не выстроены четкие алгоритмы их реализации и апробации, многие вопросы методического свойства до сих пор носят дискуссионный характер.

2. В качестве методического средства объективации профстандартов авторами предложен метод определения трудовых действий сотрудников на основе разработанной оптимальной модели должностных обязанностей, использованной ими при исследовании функционала инженеров и специалистов конструкторского бюро. Это, в свою очередь, позволит формировать реально работающий перечень трудовых действий с определением сферы их применения для дальнейшего использования при создании профессиональных стандартов.

3. Сравнивая два альтернативных варианта построения набора трудовых действий для характеристики деятельности долж-

ности «Инженер», авторы пришли к выводу, что трудовые действия, полученные на основе оптимальной модели должностных обязанностей, более точно и объективно характеризуют деятельность по данной должности, нежели вариант, предлагаемый действующим профстандартом.

Список литературы

1. Давыдовский Ф.Н., Величко Е.А. Построение оптимальной модели обязанностей сотрудников конструкторского бюро на основе метода регламентации трудовой деятельности [Текст] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8–5. – С. 767–771.
2. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении» [Электронный ресурс]: приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2014 г. № 623н – URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/30.001.pdf>. – Загл. с экрана (дата обращения: 15.05.2017).
3. Волкова Н.Н. Профессиональные стандарты: обзор и тенденции развития [Текст]. – М.: Изд-во «Техсервис», 2007. – 548 с.
4. Олейникова О.Н. Профессиональные стандарты: принцип формирования, назначение и структура: метод. пособие / О.Н. Олейникова, А.А. Муравьева [Текст]. – М., 2011. – 100 с.
5. Руденко Г.Г. Внутрифирменные трудовые стандарты и нормативы как критерии оценки результатов труда персонала [Текст] // Нормирование и оплата труда в промышленности. – 2016. – № 10. – С. 54–66.
6. Федеральный закон от 03.07.2016 № 238 ФЗ «О независимой оценке квалификации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200485 (дата обращения: 13.06.2017).
7. Давыдовский Ф.Н., Величко Е.А. Теоретические и прикладные аспекты разработки премиальных систем инженеров-проектировщиков конструкторского бюро. – Самара: Изд-во «Л – Журнал», 2017. – 84 с.

УДК 338.45:69

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТРАТ

Дорохина Е.Ю., Качурин Д.А.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,
e-mail: elena_dorokhina@mail.ru, d_a_kachurin@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию затрат жизненного цикла строительного проекта. В статье рассмотрена модель, включающая три основных элемента: структуризацию затрат, подходы к прогнозированию и имитацию затрат. Предложена структуризация затрат в соответствии с фазами жизненного цикла проекта. Затраты фазы планирования включают все затраты, приводящие к положительному решению о выполнении проекта. Затраты фазы реализации предложено разделить на три укрупненных группы: затраты по возведению здания, по оснащению и оборудованию, гонорары архитекторов и инженеров. Затраты фазы использования состоят из затрат на эксплуатацию, текущий ремонт, капитальный ремонт и реновацию. Для фазы использования приведена возможная детализация затрат. Предложен подход к оценке ставки дисконтирования затрат. Показаны особенности имитации затрат жизненного цикла строительного проекта. Выявлены преимущества модели по сравнению с традиционными моделями затрат жизненного цикла.

Ключевые слова: жизненный цикл, строительный проект, имитационное моделирование

CONSTRUCTION PROJECT LIFE CYCLE: COST MODELING

Dorokhina E.Yu., Kachurin D.A.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: elena_dorokhina@mail.ru,
d_a_kachurin@mail.ru

The article studies the life-cycle costing of the construction project. The work considers the three-element model that includes cost structuring, forecasting and cost simulation approaches. The work proposes the cost structuring in accordance with the project's life cycle phases. The planning phase costing includes the entire expense types leading to the project implementation decision. The project implementation phase costs are proposed to be classified into three common categories: building costs, construction equipment costs, fees for architects and engineering staff. The upkeep phase costs include the operation, maintenance, overhaul and renovation expenses. The article suggests the discounting approach for the project's costs. The work also covers the features of the project's life cycle costs simulation modeling. Overall, the simulation modeling advantages were revealed in opposition to the conventional costing approaches.

Keywords: life cycle, construction project, simulation modeling

Особенность строительных проектов состоит в том, что затраты на эксплуатацию зданий и сооружений, как правило, существенно превышают первоначальные инвестиции [1, 2]. В связи с этим возникает необходимость анализа затрат жизненного цикла («Life-Cycle Costing Analysis», LCCA), в котором заинтересованы в том числе и добросовестные строители, так как конкуренция строительных решений касается и фазы использования объекта [3].

На наш взгляд, модель анализа затрат жизненного цикла должна учитывать три основных элемента: структуру затрат, подходы к прогнозированию и подходы к имитации (см. рис. 1).

Названные элементы обуславливают этапы формирования модели.

На первом этапе определяется структура затрат для фаз планирования и реализации проекта, затем – для фазы использования возведенного здания или сооружения.

На втором шаге разрабатывается программа, необходимая для приведения полу-

ченных от конечного пользователя показателей к произвольно выбранному моменту времени. Обычно таким моментом является дата приемки объекта и начала его эксплуатации.

На третьем шаге проводится собственно имитация и оценка полученных результатов.

Целью выявления структуры затрат является охват всех без исключения затрат жизненного цикла. Для достижения названной цели сначала рассматривается структура затрат по отдельным фазам проекта, а затем затраты объединяются в единую таблицу.

Затраты фазы планирования включают совокупные затраты, приводящие к положительному решению об инвестировании (затраты на определение потребности в объекте, оценку экономической эффективности, собственно затраты на планирование объекта) [4, 5].

Затраты фазы реализации (строительства), например, высотного здания включают элементы, которые можно объединить в следующие группы:

- «коробка здания» с элементами «общие затраты для возведения здания», «здание до обустройства территории», «здание с обустроенной территорией»;

- «организация и оборудование» с элементами «организация строительства», «строительное оснащение», «оборудование»;

- «финансы» с элементами «сопутствующие затраты», «гонорары», «затраты на передачу объекта», «непредвиденные затраты» [6, 7].

Затраты фазы использования в модели анализа затрат жизненного цикла подразделяются на три следующих группы:

- затраты на эксплуатацию;
- затраты на текущий ремонт (строительные, технические, архитектурные);
- затраты на капитальный ремонт и реновацию.

В то время как затраты на эксплуатацию и текущий ремонт осуществляются периодически в течение года, затраты на капитальный ремонт и реновацию реализуются в соответствии с нормами использования оборудования или строительных конструкций.

Очевидно, что невозможно подобрать единые подходы к прогнозированию всех групп затрат. Никто не сможет точно предсказать развитие всех влияющих на затраты факторов. В частности, на цену энергии оказывают влияние такие плохо предсказуемые события, как нефтяное эмбарго, война в Ираке и т.п. Тем не менее неопределен-

ность необходимо учитывать и оценивать ее влияние на затраты.

Особое значение для анализа затрат жизненного цикла имеет дисконтирование. Группы затрат объединяются по следующим критериям:

- время затрат (до или после приема в эксплуатацию);

- определение затрат (заработная плата, материалы и т.п.);

- периодичность затрат (одноразовые или периодические).

Для сформированных групп разрабатываются общие подходы к прогнозированию.

Ставка дисконта (СД) определяется следующими тремя факторами:

- рентабельностью аналогичных инвестиций на рынке капитала (при условии, что применяется только собственный капитал, для заемного капитала – важнее процент на капитал);

- платой за риск;

- платой за ожидаемую инфляцию.

В качестве предварительной работы для прогнозирования строится функция плотности, как для рентабельности, так и для инфляции, которые учитывают изменения за прошедший год. Информацию для построения этих функций можно получить в Государственном комитете по статистике. Прогнозирование проводится в форме имитации, при которой в каждом отдельном сценарии для каждого года рассматриваемого периода определяется ставка дисконта. Процесс имитации представлен на рис. 2.

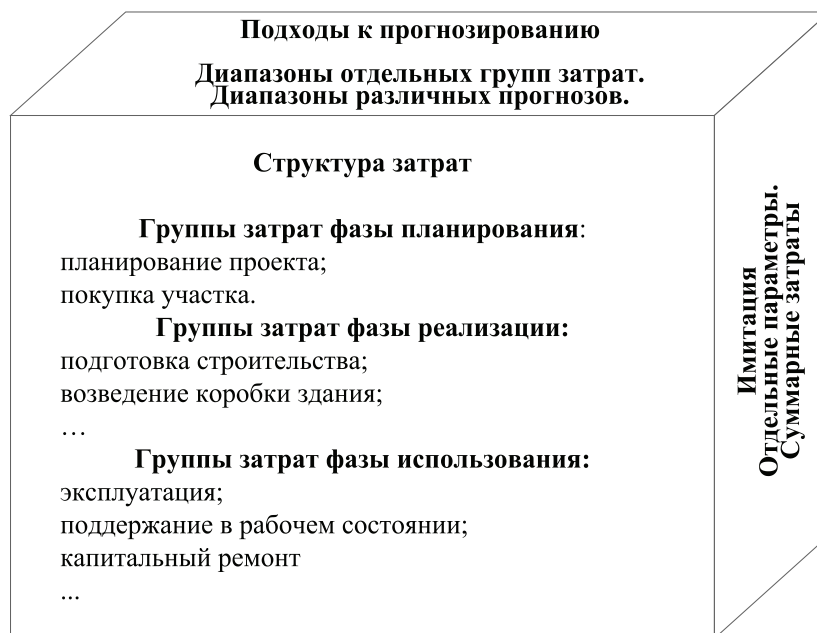


Рис. 1. Элементы модели анализа затрат жизненного цикла строительного проекта

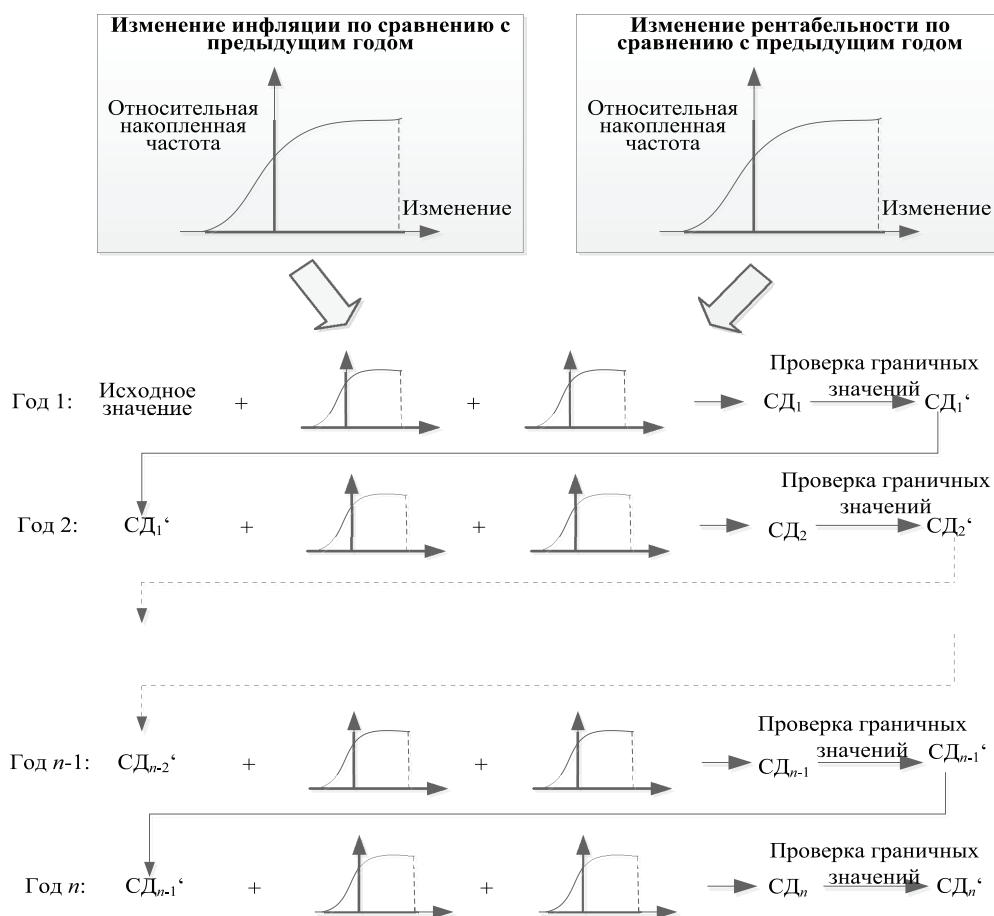


Рис. 2. Процесс имитации ставки дисконтирования

Во избежание грубых, нереалистичных отклонений могут быть установлены границы, при нарушении которых в качестве расчетного значения ставки дисконта автоматически принимается соответствующее граничное значение.

Ставки дисконта, полученные в результате имитации трех случайно выбранных сценариев и используемые в дальнейших расчетах, показаны на рис. 3.

Так как период от начала планирования до приема здания в эксплуатацию составляет лишь незначительную часть жизненного цикла, неточность прогнозов затрат до приема в эксплуатацию не столь критична, как их неточность их прогнозов после начала эксплуатации. Кроме того, для затрат в период строительства имеется достаточно точная информация из ранее реализованных проектов, с помощью которой диапазон затрат можно оценить [8].

Наряду с рыночной неопределенностью на ширину диапазона затрат влияет качество планирования. Целесообразно,

например, как в европейских странах, регламентировать гонорары архитекторов и инженеров, стоимость оказания строительных услуг, потому что лица, принимающие решения, предъявляют постоянно растущие требования к точности прогнозов затрат и соответственно к уменьшению их диапазонов (см. рис. 4).

В отличие от затрат на планирование и выполнение проекта затраты на покупку участка под строительство можно считать практически постоянными.

При среднем периоде функционирования здания от 40 до 60 лет представляется целесообразным рассмотреть детальные прогнозы отдельных групп затрат. Важным критерием при делении на группы является рост затрат. Кроме того, существуют заметные различия между динамичной заработной платы и стоимостью материалов. Соответственно, необходимо систематизированное исследование и прогнозирование затрат, разделенных на группы (эксплуатационные, на текущий ремонт, на капитальный ремонт).

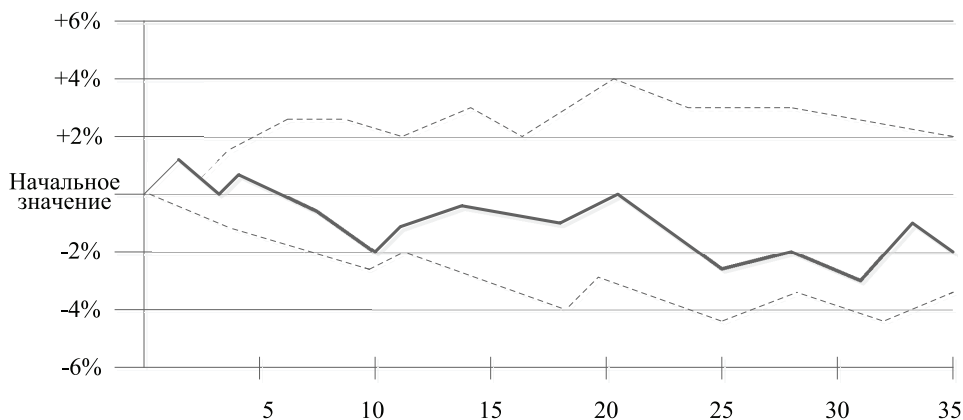


Рис. 3. Сценарии изменения ставки дисконта на 35-летний период

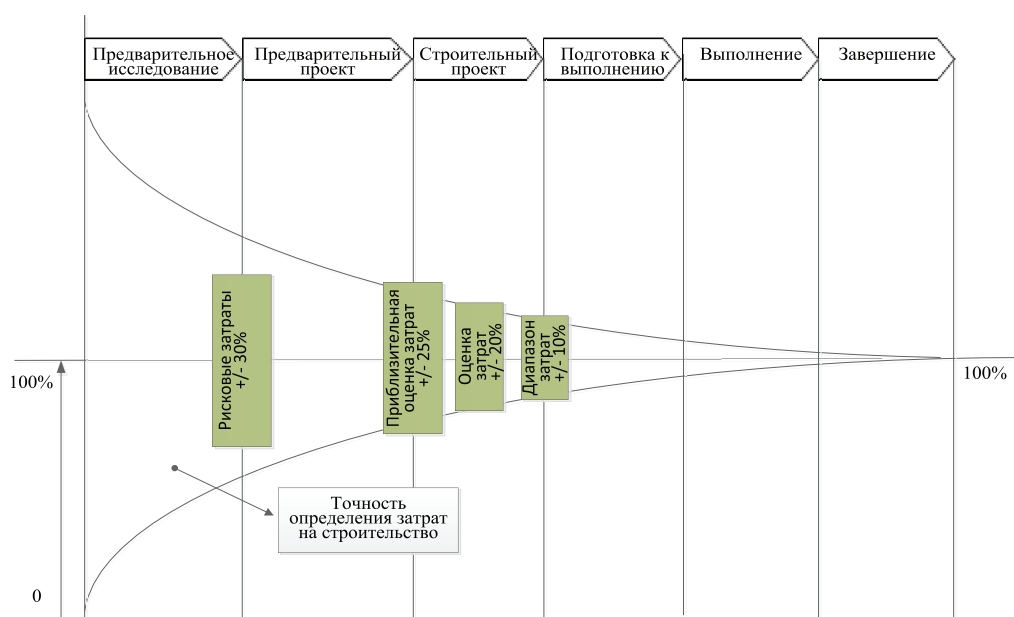


Рис. 4. Диапазон затрат в фазах планирования и реализации проекта

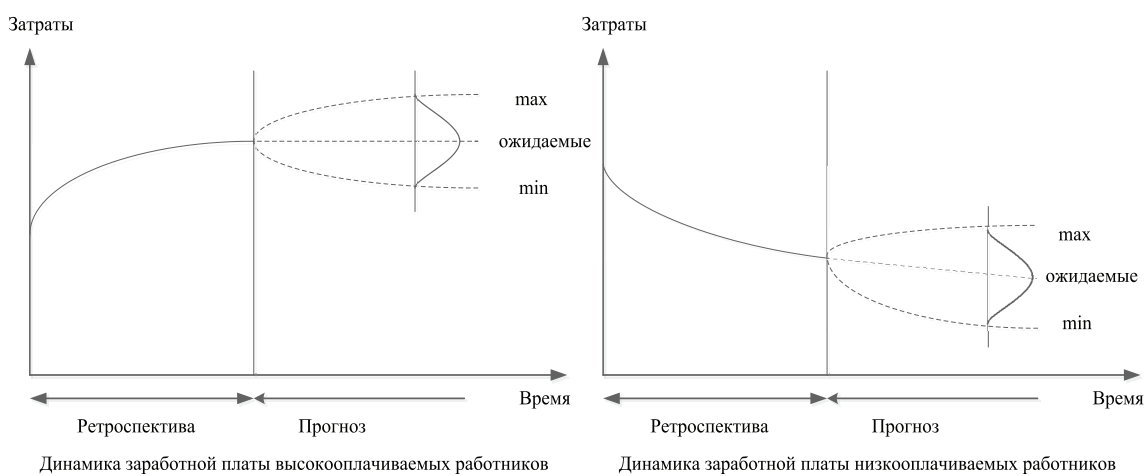


Рис. 5. Тенденции заработной платы высокооплачиваемых и низкооплачиваемых работников

Затраты на эксплуатацию практически на 100% состоят из затрат на заработную плату. Исключение составляют группы «энергия» и «водоснабжение и канализация», которые исследуются и прогнозируются отдельно.

Динамику средней заработной платы в Российской Федерации отслеживает Государственный комитет по статистике. Но для отдельных видов работ требуются различные квалификации исполнителей, поэтому заработная плата сильно дифференцирована. Следовательно, необходимо разделение работников на классы. Для повышения точности прогнозов желательно, чтобы такое деление было детализированным, но, к сожалению, с каждым дополнительным классом увеличиваются время и затраты, связанные с анализом жизненного цикла. По этой причине мы предлагаем разделять работников на высокооплачиваемых (например, управленцев) и низкооплачиваемых (например, уборщиков). Разрыв в заработной плате названных классов работников постоянно растет. Можно предположить, что он станет еще более выраженным (см. рис. 5).

В модели анализа затрат жизненного цикла затраты на текущий ремонт разделяются на две подгруппы: заработная плата и материалы. По мнению экспертов, заработная плата составляет 80% затрат, а стоимость материалов – 20% [9]. Что касается заработной платы, то представляется целесообразным разделить работников не на высокооплачиваемых и низкооплачиваемых, а на высококвалифицированных и низкоквалифицированных. Зарплаты высококвалифицированных работников растут существенно быстрее, чем низкоквалифицированных.

Стоимость материалов также необходимо дифференцировать по группам материалов, особенно если отдельные материалы имеют несопоставимо высокую стоимость.

Затраты на капитальный ремонт и реновацию также делятся на заработную плату и стоимость материалов, но доля стоимости материалов составляет уже до 40% [9], и, по видимому, требуется выделение большего числа групп материалов. В отличие от затрат на эксплуатацию и текущий ремонт, осуществляемых постоянно, затраты на капитальный ремонт должны учитывать частоту его проведения. Она зависит от вида объекта и от ряда неопределенных факторов.

Из-за комплексности и многочисленности задач, решаемых в рамках анализа затрат жизненного цикла, точное определение оптимального строительного решения не представляется возможным. Для учета всей системы отношений предлагается использовать имитационную модель. В качестве подхода к имитации выбран метод латинского гиперкуба, предпосылкой применения кото-

рого является представление всей исходной информации в виде функций распределения вероятностей. Основой имитации служит генератор случайных чисел, который с использованием чисел от 0 до 1 случайным образом определяет величину затрат по каждой группе. Этот процесс проводится для всех случайных переменных, прогноз и дисконтирование которых необходимы. В заключение определяется сумма затрат жизненного цикла. Это – единственный целевой показатель модели.

Такой подход используется для каждого сценария. Обычно имитируется не менее 10000 сценариев, и строится функция распределения суммарных затрат проекта.

В отличие от паутинообразной диаграммы Фланагана [10] в модели затрат жизненного цикла снимается ограничение на исследование влияния единственного фактора на величину затрат проекта, а также учитывается временная стоимость денег. Предлагаемая модель позволяет в рассматриваемом временном периоде изучить вариацию большого числа различных показателей с учетом распределений их вероятностей. Вместо единственного значения суммарных ожидаемых затрат оценивается их диапазон с соответствующим распределением вероятностей, что оказывает существенную поддержку в процессе принятия решений инвесторам и заказчикам строительства.

Список литературы

1. Киселева И.А., Симонович Н.Е. Оптимальное распределение финансовых средств индивидуальным инвестором / И.А. Киселева, Н.Е. Симонович // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – № 5. – С. 195–198.
2. Максимов Д.А. Методы и модели формирования оптимальной инвестиционной стратегии предприятия / Д.А. Максимов // Путеводитель предпринимателя. – 2011. – № 10. – С. 157–166.
3. Дорохина Е.Ю. О моделировании затрат жизненного цикла строительного объекта / Е.Ю. Дорохина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–3. – С. 652–652.
4. Горемыкина Г.И., Жданова М.А., Мастяева И.Н. Моделирование оценки риска инвестиционного проекта с учётом инновационного поведения предприятия // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11–5. – С. 986–990.
5. Грызунова Н.В., Киселёва И.А. Управление денежными потоками предприятия и их оптимизация / Н.В. Грызунова, И.А. Киселева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – № 7 (340). – С. 119–130.
6. Дорохина Е.Ю. Методология управления рисками проектно-ориентированного предприятия (на примере предприятия строительной отрасли): дис... док. экон. наук / Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов. – СПб., 2011. – 348 с.
7. Дорохина Е.Ю., Харченко В.С. О проблемах классификации рисков строительных проектов / Е.Ю. Дорохина, В.С. Харченко // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2010. – № 3. – С. 56–60.
8. Busch Th. Risikomanagement in Generalunternehmungen: Identifizierung operative Projektrisiken und Methoden zur Risikobewertung. – Zürich: Eigenverlag des IBB an der ETH Zürich, 2003. – 391 p.
9. Girmscheid G. Projektentwicklung in der Bauwirtschaft: Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. – Berlin: Springer, 2016. – 411 p.
10. Flanagan R., Kendall A., Norman G., Robinson G.D. Life Cycle Costing and Risk Management // Construction Management and Economics, 1987. – P. 553–571.

УДК 336.2:332.122

РОЛЬ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЭКОНОМИКЕ РОССИИ И ЕЕ РЕГИОНОВ**Казимагомедова З.А., Алиев Б.Х., Ахмедов М.Ш., Гаджиев О.С.***ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: fef2004@yandex.ru*

В статье раскрывается значение субъектов малого предпринимательства и его роль в развитии экономики РФ и ее регионов. Малое предпринимательство является неотъемлемым элементом экономической системы государства, хотя доля субъектов малого бизнеса в целом невелика. Как мощный источник развития экономики малый бизнес отвечает экономическим интересам РФ, позволяя приумножать ее национальное богатство и создавать новые ценности. Однако вклад малого предпринимательства в экономику России незначителен, так как на данном этапе экономического развития государственное регулирование этого сектора экономики в нашей стране не может приносить тех результатов, которых от него ждут. В России малый бизнес в своей деятельности встречается с серьезными проблемами, которые связаны с формой собственности, размером предприятия, а также другими проблемами микро- и макроэкономики государства. В статье уделено внимание практике государственной поддержки предпринимательства в Российской Федерации.

Ключевые слова: малое предпринимательство, реальный сектор экономики, государственное регулирование, стимулирование инвестиций, особый режим налогообложения, налоговые льготы, факторы производства

ROLE OF SMALL BUSINESS IN ECONOMY OF RUSSIA AND ITS REGIONS**Kazimagomedova Z.A., Aliev B.Kh., Akhmedov M.Sh., Gadzhiev O.S.***Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: fef2004@yandex.ru*

The article reveals the importance of small business entities and its role in the development of the economy of the Russian Federation and its regions. Small business is an integral part of the economic system of the state, although the share of small businesses in general is not large. As a powerful source of economic development, small business meets the economic interests of the Russian Federation, allowing it to multiply its national wealth and create new values. However, the contribution of small business in the Russian economy is insignificant, since at this stage of economic development state regulation of this sector of the economy in our country can not bring the results expected of it. In Russia, small business in its activities meets with serious problems that are related to the form of ownership, the size of the enterprise, as well as other problems of micro- and macroeconomics of the state. The article focuses on the practice of state support for entrepreneurship in the Russian Federation.

Keywords: small business, real sector of the economy, state regulation, investment promotion, special taxation regime, tax incentives, factors of production

Одной из составных частей экономики развитых стран, как показывает мировая практика, является малый и средний бизнес. Небольшие предприятия наиболее чутко реагируют на изменение хозяйственной конъюнктуры, влияя на стабильность и динамичность развития экономики государства в рыночной среде. В этих условиях предприниматели используют не только преимущества специализации своего предприятия и заинтересованность его работников, но и возможности, которые открываются при производственной кооперации: более эффективное использование таких элементов производства, как основные средства, сырьё, материалы, топливо и энергия, совместные научно-исследовательские разработки, разделение риска.

Причиной распространенности малого бизнеса является доступность для широкого круга людей, функционирование в различных сферах деятельности, не требующих крупных финансовых вложений, больших материальных и трудовых ресурсов [6]. Именно малый бизнес является базой фор-

мирования среднего класса, обеспечивающего стабильность развития российского общества. Деятельность субъектов малого бизнеса более всего распространена в торговле, сфере услуг, легкой и пищевой промышленности, на транспорте.

К показателям, характеризующим роль малого предпринимательства в экономике любой страны, относятся:

- число малых предприятий и индивидуальных предпринимателей в общей численности субъектов экономики;
- объем ВВП, произведенного малыми предприятиями, и его доля в объеме ВВП в отдельном регионе, субъекте Федерации или в стране в целом;
- обеспечение бесперебойной работы крупных промышленных предприятий;
- сумма налогов и сборов, уплаченных субъектами малого предпринимательства, и их доля в формировании региональных и федеральных бюджетов;
- численность работников, занятых на малых предприятиях полную норму рабочего времени, внешних совместителей и вре-

менно занятых на основании договоров гражданско-правового характера;

- эффективность деятельности малых предприятий, которую можно оценить через показатели финансовых результатов деятельности предприятий этой группы;

- вклад малых предприятий в насыщение рынка потребительскими товарами (работами, услугами) и удовлетворение потребностей населения. Этот индикатор может использоваться только в тех странах, где малый бизнес еще недостаточно развит.

К критериям отнесения предприятий к категории малых и средних, в соответствии с положениями законодательства, относят среднюю численность работников, независимо от вида деятельности, и предельный объем выручки от реализации продукции (работ и услуг) и балансовую стоимость активов [2]. Субъектами малого предпринимательства являются также внесенные в единый государственный реестр юридических лиц потребительские кооперативы и коммерческие организации, для которых суммарная доля участия субъектов РФ и муниципальных образований в уставном капитале не превышает 25% и средняя численность работников не превышает 100 человек, со средней выручкой для микропредприятий – 60 млн руб., для малых предприятий – 400 млн руб. [8]

К особенностям отечественных малых предприятий в России следует отнести:

- поиск отечественными предприятиями дополнительных источников дохода, зачастую не связанных с основным видом деятельности, в условиях нестабильности;
- низкий уровень технической оснащенности и безграмотность предпринимателей в управленческой сфере;
- решение проблем занятости населения;
- налоговая и кредитная политика, направленные на стимулирование развития предпринимательства [8].

По данным Федеральной налоговой службы на апрель 2015 г. в ЕГРИП зарегистрировано 3,5 млн индивидуальных предпринимателей, а прекратили свою деятельность за все время 7,7 млн человек. Подобная негативная тенденция имеет административную и экономическую основу.

В настоящее время вновь наблюдается небольшое оживление в сфере малого бизнеса. Количество малых предприятий в расчете на 100 тыс. жителей за прошедший год увеличилось на 25,6 ед. и составило 1 464,4 ед.

Согласно статистическим данным количество малых предприятий в 2013–2015 гг. в России растет, несмотря на неблагоприятные экономические условия. Среднесписочная численность занятых в малом бизнесе по стране не сократилась, но темпы роста численности в 2014 г. были ниже, чем в 2015 г. На индивидуальных предпринимателей сложности 2014 г. отразились сокращением численности в 2014 г. на 3,4% [7]. Но предприниматели быстро адаптировались к существующим экономическим условиям, и в 2015 г. их численность выросла на 19%.

Несмотря на развитие, малый бизнес имеет ряд проблем, затрудняющих его функционирование:

- недостаточная заинтересованность органов власти субъектов Федерации в решении проблем малого предпринимательства, незначительные объемы бюджетного финансирования малого бизнеса;
- отсутствие механизма предоставления льгот финансовым и страховым компаниям, обеспечивающим кредитно-инвестиционное обслуживание субъектов малого предпринимательства, не развита система гарантирования и страхования кредитов;
- дефицит маркетинговой и консультационной поддержки субъектов малого бизнеса;
- отсутствие широкого информационного обеспечения функционирования предприятий малого бизнеса.

Таблица 1

Изменение количества и численности занятых на малых предприятиях РФ в 2013–2015 гг.

Показатели	2013	2014	2015	откл. 2014 к 2013		откл. 2015 к 2014	
				сумма	%	сумма	%
Количество зарегистрированных малых предприятий (тыс. ед.)	2063,1	2103,8	2241,2	40,7	102,0	137,4	106,5
Среднесписочная численность работников МП (тыс. чел.)	11695,7	11744,2	13517,3	48,5	100,4	1773,1	115,1
Индивидуальные предприниматели (тыс. чел.)	2499,0	2413,8	2791,4	-85,2	96,6	377,6	115,6

Примечание. *Рассчитано: по данным Российского статистического ежегодника за 2014–2015 гг.

Основными экономическими причинами неразвитости малого бизнеса являются постоянно повышающиеся в результате скачков курса рубля цены на сырье и основные средства, высокие ставки по кредитам, рост отчислений в социальные внебюджетные фонды, организация сбыта произведенной продукции [5].

В условиях кризиса перед экономикой страны стоит задача стимулировать инвестиционную активность реального сектора экономики. Причем главным инвестиционным ресурсом выступают собственные средства. Стимулирование инвестиций осуществляется в этих условиях с помощью таких инструментов государственного регулирования, как налоговые льготы. Для субъектов малого бизнеса инвестиционно-ориентированная налоговая политика включает следующие условия:

- налоговое стимулирование производственных и научно-производственных организаций;
- освобождение организаций от уплаты налогов в течение первых двух лет с момента создания;
- введение специальных налоговых режимов.

Все эти условия работают в рамках действующего налогового законодательства России [3]. Вместе с тем существуют недостатки налоговой системы в части налоговых льгот для малых предприятий в рамках общей системы налогообложения в целях увеличения и стимулирования инвестиционной активности.

Масштабы развития малого предпринимательства в России и вклад данной сферы в оздоровление экономики в настоящее время явно недостаточны. Они все еще не соответствуют мощному природно-ресурсному, научно-техническому и человеческому потенциалу нашей страны [1]. В рейтинге стран по степени благоприятности условий для ведения бизнеса Россия занимает 120-е место из 183, что говорит о неблагоприятных условиях ведения бизнеса.

Если говорить о влиянии на формирование доходов бюджета, то по данным Федеральной налоговой службы РФ общий объем поступлений по налогу на совокупный доход в консолидированный бюджет РФ в 2014 г. увеличился на 18%. Более 64% общего объема поступлений налога на совокупный доход приходится на единый налог, взимаемый по упрощенной системе налогообложения.

Таблица 2

Изменения количества налогоплательщиков, уплачивающих налог в рамках специальных налоговых режимов по РД в 2013–2015 гг.*

Показатели	2013	2014	2015	откл. 2014 к 2013		откл. 2015 к 2014	
				сумма	%	сумма	%
Единый налог при упрощенной системе налогообложения							
Количество налогоплательщиков Всего, в т.ч.	8982	9888	10512	906	110,1	624	106,4
Организации	4575	4816	4979	241	105,3	163	103,4
Индивидуальные предприниматели	4407	5072	5533	665	115,1	461	109,1
Единый налог на вмененный доход							
Количество налогоплательщиков Всего, в т.ч.	19077	16420	17325	– 2657	86,1	905	105,4
Организации	1468	1420	1373	– 48	96,7	– 47	96,7
Индивидуальные предприниматели	17609	15000	15952	– 2609	85,2	952	106,3
Единый сельскохозяйственный налог							
Количество налогоплательщиков Всего, в т.ч.	1922	2123	2290	201	114,1	167	104,4
Организации	758	922	997	164	121,6	75	108,1
Индивидуальные предприниматели	1164	1201	1293	37	103,2	92	107,7
Количество налогоплательщиков, применяющих специальные налоговые режимы Всего, в т.ч.	29981	28431	30127	– 1550	94,8	1696	106,0
Организации	6801	7158	7349	357	105,2	191	102,7
Индивидуальные предприниматели	23180	21273	22778	– 1907	91,8	1505	107,1

Примечание. *Составлено по данным формы № 5-УСН, № 5-ЕНВД, № 5-ЕСХН УФНС РФ по РД за 2013–2015 гг.

Значение, роль и место малого предпринимательства в экономике Дагестана отмечены в стратегии социально-экономического развития РД на период до 2025 г., согласно которой объем выпуска товаров и оказания услуг субъектами малого предпринимательства в ВВП республики должен увеличиться в 2025 г. примерно до 45% [4]. За последнее время руководством республики Дагестан приняты и реализованы ряд мер по развитию и защите прав предприятий малого и среднего бизнеса, в том числе и создание правовой базы.

Для поддержки малого и среднего бизнеса в Дагестане создана специальная инфраструктура, которая включает систему грантов и бизнес-инкубаторов для начинающих предпринимателей, Фонд микрофинансирования субъектов малого и среднего предпринимательства, Фонд содействия кредитованию субъектов малого и среднего предпринимательства РД, Дагестанская лизинговая компания и мобильный консультационный центр. Дагестанские предприниматели активно участвуют в конкурсах грантов, проводимых дагестанским правительством: в 2009 г. гранты получили 177 предпринимателей, в 2014 г. – 455 предпринимателей, а в 2016 – 484 предпринимателя. На мероприятия государственной поддержки малого и среднего бизнеса в Дагестане в 2016 г. из федерального бюджета было выделено 248,1 млн руб.

Степень эффективности применения мер по поддержке малого бизнеса в Республике Дагестан демонстрирует динамика изменений количества и среднесписочной численности предприятий малого бизнеса.

Анализ численности лиц, занятых в малом бизнесе РД, показывает, что в 2014 г. произошло снижение количества налогоплательщиков на 5,2% на фоне ввода западных санкций и роста инфляции, а в 2015 г. произошел рост численности предпринимателей на 11,2% [9]. Причем снижение произошло в результате выхода из бизнеса налогоплательщиков ЕНВД, т.е. лиц, занятых в сфере услуг. В 2015 г. население адаптировалось к существующим условиям и вернулось в бизнес, что подтверждает и рост налоговых платежей [10]. Причем рост налоговых платежей опережает прирост количества налогоплательщиков, что свидетельствует об увеличении прибыльности малого бизнеса и эффективности администрирования налогоплательщиков, занятых в сфере малого предпринимательства (табл. 3).

Налоговые поступления от малого бизнеса за период 2013–2015 гг. невелики и составляют в 2013 г. – 3,4%, в 2014 г. – 3,6, в 2015 г. – 4,2% от налоговых доходов консолидированного бюджета Республики Дагестан. Анализ динамики показывает рост по всем видам налогов, взимаемых в рамках специальных налоговых режимов. Рост происходит на фоне объявленных Российской Федерации санкций, снижения цен на нефть и связанного с этими событиями повышения курса доллара, роста цен на все виды товаров. Действующая на территории республики система поддержки малого предпринимательства в виде Фонда микрофинансирования и Фонда содействия малого и среднего бизнеса, Дагестанская лизинговая компания способствуют адаптации предпринимателей республики к сложившимся условиям и росту их доходов.

Таблица 3

Структура и динамика налогов, взимаемых в бюджетную систему РД с субъектов малого предпринимательства*

Показатели	2013	2014	2015	откл. 2014 к 2013		откл. 2015 к 2014	
				сумма	%	сумма	%
Налоговые доходы	24117,7	26642,8	27488,8	2525,1	110,5	846,0	103,2
Налоги, поступившие от субъектов малого бизнеса Уд. вес (%), в том числе	809,7 3,4	950,1 3,6	1161,7 4,2	140,4	117,3	211,6	122,3
Налог, взимаемый в связи с применением УСН	544,4	584,1	679,9	39,7	107,3	95,8	116,4
ЕНВД	248,2	344,1	456,6	95,9	138,6	112,5	132,7
ЕСХН	16,1	19,9	22,2	3,8	123,6	2,3	111,6
Патентная система	1,0	2,0	3,0	1,0	200,0	1,0	150

Примечание. *Составлено по данным формы 1-НМ УФНС РФ по РД за 2013–2015 гг.

Так как в российской экономике наблюдается социально-экономическая нестабильность то малоэффективные реформы не налаживают отношения между предпринимательством, государством и обществом. Для эффективного решения задач социально-экономического развития общества и развития предприятий малого бизнеса необходимо дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы, предоставление одинаковых условий всем субъектам экономики для входа на рынок, сокращение налоговой нагрузки. Для России на современном этапе развития рыночных отношений стимулирование развития сектора малого предпринимательства должно стать основой социальной реструктуризации общества, обеспечивающей устранение кризисных явлений в экономике и формирование высокоразвитой рыночной экономики.

Список литературы

1. Алиев Б.Х., Алимурзоева М.Г. О необходимости регионализации экономических реформ в России // *Финансы и кредит*. – 2010. – № 38 (422). – С. 15–20.

2. Алимурзоева М.Г., Алиев Б.Х. Социально-экономические параметры российских регионов и перспективы пе-

рехода к устойчивому развитию // *Региональная экономика: теория и практика*. – 2011. – № 25. – С. 41–45.

3. Кадиева Р.А., Алиев Б.Х., Мусаева Х.М. Налоговое регулирование политики занятости как фактор стимулирования экономической активности регионов // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. – 2012. – № 6. – С. 13–24.

4. Казимагомедова З.А., Алиев Б.Х. Султанов Г.С. Результативность механизма налогового стимулирования инвестиционной активности в регионах // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2. – С. 285.

5. Алиев Б.Х., Мусаева Х.М., Иманшапиева М.М. Малый бизнес в условиях инновационного развития экономики российской федерации // *Финансы и кредит*. – 2011. – № 37 (469). – С. 20–27.

6. Борзенков Р. Малый бизнес в современной России // *Общество и экономика*. – 2014. – № 6. – С. 133–157.

7. Васильев В.А. Развитие и особенности правового регулирования малого бизнеса в России // *Аудитор*. – 2012. – № 3. – С. 54–62.

8. Васильева Е.Н. Проблемы и перспективы малого и среднего предпринимательства в условиях инновационного развития регионов РФ // *Экономика и управление*. – 2011. – № 1. – С. 105–109.

9. Сайфиева С.Н. Налогообложение малого предпринимательства: практический аспект // *Финансы*. – 2014. – № 10. – С. 47–51.

10. Сомоев Р.Г., Алиев Б.Х., Кравцова Н.И., Сулейманов М.М. Роль налогового федерализма в нивелировании межтерриториальной дифференциации регионов // *Налого и налогообложение*. – 2015. – № 9. – С. 655–664.

УДК 339.133.024

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ БРЕНДА

Королева Л.А., Матина В.С.

*ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
Владивосток, e-mail: ludmilakoroleva@rambler.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию технологии персонализации в качестве способа повышения эффективности стратегии продвижения бренда. Цель исследования заключается в совершенствовании стратегии продвижения бренда с использованием технологии персонализации. Необходимость в персональном подходе к потребителю в позиционировании товаров и услуг выявлена в процессе поиска оптимальных путей совершенствования стратегии продвижения с использованием информационно-коммуникационных технологий. Сформулированы основные этапы и ключевые составляющие технологии персонализации. Обоснована актуальность применения данного метода с целью совершенствования стратегии продвижения. Персонализация позволяет сделать рекламу товара более адресной, нацеленной на конкретного потребителя и отвечающей на его потребности, а также повысить лояльность потребителя к бренду за счет формирования определенных ценностей, имеющих значение для целевой аудитории.

Ключевые слова: продвижение бренда, стратегия продвижения, технология персонализации, позиционирование товаров и услуг, глубинное интервью, адресная реклама

USING PERSONALIZATION TECHNOLOGY AS A METHOD OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE BRAND PROMOTION STRATEGY

Koroleva L.A., Matina V.S.

Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: ludmilakoroleva@rambler.ru

This article is dedicated to a research of technology of personalisation as a method of increasing efficiency of a brand promotion strategy. The research purpose is improvement brand promotion strategy with using personalisation technology. Need for personal approach to a customer for positioning of goods and services is revealed in the course of search of optimum ways of enhancement of strategy of advance with use of information and communication technologies. The main stages and key component technologies of personalisation are formulated. Relevance of application of this method for the purpose of enhancement of strategy of advance is justified. Personalisation allows to make advertising of goods of more address, aimed at a specific customer and meeting on it need, and to increase loyalty of a customer to a brand due to formation of the certain values important for target audience.

Keywords: brand, strategy of promotion, technology of personalization, positioning of goods and services, depth interview, address advertising

Для продвижения бизнеса все более значимой становится сфера информационно-коммуникационных технологий. В настоящее время сложно переоценить ее влияние на взаимодействие брендов и потребителей. Наблюдается все более активная интеграция различных бизнес-процессов в интернет-пространство, а имидж компании все больше зависит от ее позиционирования в социальных сетях и средствах массовой информации в сети Интернет. Согласно данным Ассоциации коммуникационных агентств России суммарная доля рекламы в средствах ее распространения за 2016 год увеличилась на 13%, при этом динамика в печатных средствах массовой информации (СМИ) снизилась в среднем на 15%, а в интернете – увеличилась на 24% по сравнению с прошлым годом [1].

Наряду с этим можно наблюдать другую тенденцию: рынок стал более гибким и более приветливым к индивидуальным покупателям. Постепенно исчезают поставщики:

практически каждый может заказать определенный товар или услугу напрямую, минуя длинную цепочку поставщиков и, как следствие, избегая увеличения стоимости товара в несколько раз. Это привело к изменению общей картины рынка: бренды стали больше понимать своих потребителей и то, как можно с ними взаимодействовать. Обращение к широкой аудитории уже неэффективно, гораздо больше отклика приносит индивидуальный подход и поиск персональных путей взаимодействия с потребителем. Реклама стала более «точной», нацеленной на конкретную аудиторию и отвечающей на определенную потребность. Не последнюю роль в этом играет технологическое развитие средств коммуникации, которое сегодня может предоставить поистине фантастические возможности.

Проводимые в данной области исследования [3, 7, 8] имеют один существенный недостаток. В них признается наличие персонального подхода к потребителю, одна-

ко в настоящее время не сформулированы этапы и порядок реализации технологии персонализации и данный подход не рассматривается в общем контексте стратегии продвижения бренда, хотя персонализация уже сейчас является неотъемлемым слагаемым ее успеха.

Цель данного исследования – разработка технологии персонализации с целью формирования высокоэффективной стратегии продвижения бренда.

В процессах развития бизнеса и продвижения брендов в 2017 г. выделяют два ведущих тренда: локализация и пересечение различных сфер бизнеса и культуры [2]. Если ранее специалисты отмечали тенденцию к глобализации, то сегодня некоторые страны склоняются к изоляции и развитию собственной идентичности, и не последнюю роль в этом сыграл вопрос кибербезопасности. Однако самым перспективным вектором для бизнеса является баланс между патриотизмом и глобализацией. Другой тренд – пересечение секторов развития. На данный момент практически невозможно найти проблему, которая связана лишь с одной сферой и не затрагивает другие. Интернет-коммуникации способствуют мгновенному распространению информации, развитию противоположных точек зрения, распространению политических, социальных, экономических и культурных веяний. События, происходящие в одной стране, моментально вызывают реакцию по всему миру, формируя такой уникальный тренд, как межсекционный футуризм – пересечение социальных вопросов, которые могут рассматриваться только в многосоставном, сложном контексте. Современным компаниям необходимо учитывать, какое влияние оказывают их продукты и услуги на социум, оценивать взаимосвязи бизнеса с окружающей средой и смежными сферами деятельности.

Наряду с глобальными трендами, затрагивающими в основном крупные компании, выявлены и более локальные тренды, влияющие на поведение отдельных групп людей и их развитие в персональном ключе. По мнению World Economic Forum, мир движется к четвертой индустриальной революции, когда первостепенное значение будет иметь не капитал, а талант. Эти изменения можно отметить уже сейчас: все больше специалистов получает образование удаленно и самостоятельно развивает профессиональные навыки. Все больше людей предпочитают зарабатывать на идеях, контенте и личной собственности, а работодатели отходят от традиционных форм организации рабочего процесса, экспери-

ментируя с форматами и привлекая удаленных специалистов. Интерес представляет исследование Edelman Trust Barometer, согласно которому 8 из 10 людей ждут, что бизнес будет решать социальные проблемы общества. Переработка отходов, экология и другие проблемы все чаще становятся объектом внимания стартапов и крупных компаний. По данным Consumer News and Business Channel (CNBC) снижается влияние моды: большинство сезонных вещей остаются невостребованными, а потребители делают выбор не в пользу того, что модно, а в пользу индивидуального стиля.

Следовательно, вышеперечисленные исследования в совокупности дают представление об общей картине взаимодействия бизнеса с целевой аудиторией. От производителей товаров и услуг ждут внимания к социальным проблемам, оперативной реакции на происходящие в мире события, а также персонального внимания к самим потребителям и учета индивидуальных потребностей.

Производители, в свою очередь, все чаще делают выбор в пользу качества, а не количества, акцентируют внимание на таргетированной рекламе и адресных рекламных кампаниях и обращаются к смежным сферам при формировании стратегий развития. Огромную роль в этом играет развитие технологий: новые изобретения регулярно оказывают влияние на все сферы деятельности, внося коррективы, а зачастую и во все кардинально меняя направление развития. Проведенный анализ показал, что основной проблемой в области продвижения бренда с помощью современных интернет-технологий является слишком динамичное изменение среды. Очевидно, что информация достаточно быстро утрачивает актуальность, а методы, которые применяются сегодня, могут в ближайшем будущем оказаться неэффективными.

Однако, когда речь идет о персонализации, ситуация выглядит несколько иначе. Данный тренд более долговечный, поскольку связан с личным отношением потребителя, с его собственным выбором. В отличие от глобальных мировых тенденций, которые имеют свойство меняться, возможность подстраивать ситуацию под себя и делать выбор, основываясь на личных предпочтениях – это фактически естественная потребность человека. При таком стремительном развитии рынка и обилии информации, самое верное направление развития – персональное обращение к целевой аудитории. Современной аудитории довольно трудно навязать товар или услугу, которая ей не нужна, скорее наоборот: в наше время за-

кон «спрос определяет предложение» получает самое наглядное и конкретное подтверждение и действует с максимальной эффективностью. Это подводит к понятию персонализации как таргетированному предоставлению товаров и услуг с учетом личных потребностей, целей, особенностей и образа жизни конкретного потребителя или сегмента целевой аудитории.

Суть персонализированного подхода заключается в том, что сначала необходимо собрать как можно больше данных о пользователях, а далее, анализируя полученную информацию, составить психологические портреты каждого из них и сформулировать для них таргетированное предложение. Наибольшую известность этот подход, составляющий основу стратегий продвижения многих брендов, получил благодаря корпорации Cambridge Analytica, которая активно применяла его во время предвыборной кампании президента США. Политические высказывания были сформированы с учетом пола, национальности, района проживания и предпочтений, что помогло сформулировать как можно более привлекательные для электората лозунги.

Подобный подход широко используется не только в крупномасштабных акциях и кампаниях: в настоящее время возможности для сбора и анализа персональных данных пользователей предоставляют практически все социальные сети, которые являются одной из важнейших площадок для продвижения. Например, Facebook собирает и хранит информацию о пользователях, позволяя рекламодателям создавать наиболее эффективные предложения, адресованные конкретным пользователям – мамам с маленькими детьми, людьми, которые живут с соседями или находятся в отношениях на расстоянии. Однако даже таких подробных данных недостаточно, чтобы сформулировать грамотное персонализированное предложение. Эффективность и наполненность таргетинговой рекламе придает потребительский инсайт. Это истинный мотив потребителя, который побуждает его к совершению покупки [4]. Правильный инсайт означает истинные проблемы и мотивы потребителя и является неотъемлемой частью его жизни. Он отвечает на вопрос: Как думает потребитель? О чем думает потребитель? Почему он себя ведет именно так? Что он по-настоящему чувствует? При этом грамотно сформулированный инсайт всегда является открытием, позволяет взглянуть на вещи под новым углом, стимулирует переоценку существующих знаний и опыта.

Технологию персонализации товаров и услуг условно предлагается разделить

на три этапа: сбор данных, их анализ, формирование предложения с учетом инсайта. Рассмотрим каждый этап подробнее.

Первый этап – сбор данных – подготовительный. На данной стадии проводятся различные опросы, анкетирование, персональные интервью с клиентами бренда, а также глубинные исследования. Этап сбора данных может занимать от пары месяцев до нескольких лет – в зависимости от целей и задач, которые перед собой ставит компания. Однако, чтобы собрать более объективные данные, необходимо провести ряд исследований, охватывая наибольший сегмент целевой аудитории. Высокую эффективность показывают глубинные интервью, которые проводятся с целью как можно лучше изучить психологию клиента и определить его проблемы и мотивы. Сбору данных предшествует этап формирования запроса, во время которого формулируются цели и задачи исследований и составляются основные вопросы, ответы на которые эти исследования должны дать.

После сбора данных следует приступить к их анализу. Этап анализа данных может занимать несколько недель, определяющим критерием здесь служит количество анализируемых параметров, преследуемая цель и задачи. В первую очередь непосредственно оцениваются количественные и качественные показатели, полученные с помощью исследований, а затем анализируется возможность их применения для выполнения поставленных целей, а также проводится более глубокий анализ для выяснения глубинных причин и мотивов, которыми руководствуется потребитель. Эти глубинные мотивы (или инсайт) – скрытая информация, которую практически невозможно получить методом опроса или анкетирования [6]. На данном этапе для изучения потребителей рекомендуется подключить специалистов (психологов, социологов), чтобы рассмотреть полученные данные максимально эффективно. Собранная информация систематизируется для дальнейшего использования при разработке предложения и персонализации товаров и услуг. Именно на этом этапе формулируется инсайт, который является основой стратегии продвижения.

Заключительный этап – формирование предложения с учетом собранных и проанализированных данных. При его разработке учитывается не только информация о потребителе, но также и цели и задачи самой компании. Полученное решение должно являться синтезом того, что хочет потребитель, и того, что производитель может ему предложить.

Механизм персонализации товаров и услуг схож с традиционными маркетинговыми исследованиями, которые обычно проводятся на первоначальном этапе разработки стратегии продвижения, однако имеет существенное отличие, так как его цель в конечном итоге не просто дать представление о рынке и аудитории, но и сформулировать глубинные мотивы ее непосредственных участников. Если маркетинговые исследования проводятся для самой компании, то исследования с целью персонализации товаров и услуг должны отвечать ключевым потребностям клиента [5]. Если предметом маркетинговых исследований чаще всего является рынок, то при проведении в случае персонализации товаров и услуг – этим предметом является непосредственно сам клиент. Таким образом, метод персонализации значительно повышает эффективность стратегии продвижения. Во-первых, предложение товара и услуги становится адресным, что позволяет быстрее достичь конечной цели – привлечения внимания целевой аудитории. Во-вторых, персонализация товаров и услуг, несмотря на трудоемкость и затратность на первом этапе – сборе данных и их анализе, в дальнейшем позволяет избежать лишних затрат на нецелевую рекламу. Наконец, персонализация товаров и услуг способствует более глубокому изучению целевой аудитории бренда, что позволяет в дальнейшем формировать дополнительные предложения, которые получают отклик, и эффективнее оценивать нишу рынка, в которой бренд существует.

Данная технология апробирована на примере британского бренда Bronte by Moon, открывшего представительство на территории России. Данный бренд занимается изготовлением изделий из натуральной шерсти в британском стиле, все производство сконцентрировано на территории Великобритании, на фабрике полного цикла в Йоркшире. Бренд имеет свои ключевые ценности, основанные на менталитете и культуре жителей Великобритании: верность традициям, ценность семьи и родственных уз, преемственность, качество и долговечность изделий, локальность бренда (производство на территории Великобритании), экологичность.

При разработке стратегии продвижения бренда на российском рынке учтены исследования, проводимые в Великобритании. Однако разница менталитета, климата и национальные особенности выявили необходимость проведения аналогичных исследований на территории России с целью персонализации товаров и услуг. Основ-

ными потребителями продукции Bronte by Moon в Великобритании являются семьи, в том числе имеющие аристократическое происхождение, с уровнем дохода выше среднего, а также индивидуальные покупатели, заинтересованные в покупке качественных изделий в британском стиле. Кроме того, одним из направлений деятельности фабрики Bronte by Moon в Йоркшире является изготовление ткани и изделий из шерсти для известных британских брендов. В России же представлено исключительно направление, связанное с продажей готовых аксессуаров премиум-класса, следовательно, целевая аудитория и ее потребности разительно отличаются.

Первый этап – сбор данных – занял около 6 месяцев. За это время было проведено 17 опросов, затрагивавших основные моменты взаимодействия покупателя с брендом и 96 глубинных интервью, раскрывающих истинные мотивы и проблемы целевой аудитории. Этап обработки и анализа данных занял 3 месяца, за это время сформулирован основной инсайт, выявлены ключевые потребности потребителей и особенности целевой аудитории. По результатам исследований был составлен портрет персоны-модели, на которую ориентируется бренд: женщина возраста 30+, с уровнем дохода выше среднего, заинтересованная в создании собственного, уникального стиля. Были определены ключевые ценности: свобода, уникальность, самосовершенствование и самореализация. Среди основных показателей, связанных со сферой деятельности целевой аудитории, были выявлены две категории: работа и путешествия. Именно эти сферы деятельности представляют для клиентов бренда наибольшую ценность, наравне с личностными целями: самореализация и свобода выбора.

Первоначально позиционирование бренда не имело под собой четко сформулированной базы, поэтому было размытым и не сфокусированным. В целевую аудиторию включались потребители на всей территории России, несмотря на то, что представительство бренда располагается на Дальнем Востоке. Изделия рекламировались по аналогии с другими марками: исключительно за счет описания положительных свойств продукта, для работы с клиентами и их привлечения использовались стандартные методы и приемы (реклама в интернет-СМИ, участие в выставках-продажах, размещение рекламных буклетов у партнеров, участие в мероприятиях с возможностью представления бренда и т.д.). Отсутствовали два важнейших фактора: ценностная база и персонализация товаров и услуг.

Проведенные исследования предоставляют возможность сформулировать основные ценности, важные для клиента: уникальность, самореализация, статусность; а также разделить всю целевую аудиторию на более мелкие категории, чтобы сформулировать внутри каждой из них свои ключевые ценности и проблемы и сформулировать индивидуальное предложение. Это позволяет посмотреть на потенциальных клиентов под другим углом и включить в стратегию продвижения дополнительные мероприятия, способствующие повышению лояльности клиентов к бренду. Например, организация нескольких клубов по интересам, давших клиентам возможность реализовывать собственные потребности в личностном росте, общении и обмене опытом. Кроме того, сформулированы персональные предложения для ключевых групп потребителей, которые повысили продажи за счет адресной рекламы и персонального обращения к потребителю. Данные персональные предложения направлены на решение конкретных проблем: готовые решения для гардероба, составление простых и универсальных образов с помощью изделий, фокусирование на полезности определенных свойств продукта (долговечность, экологичность, натуральность, гигроскопичность, эстетические характеристики). Увеличение объема исследований для персонализации товаров и услуг к традиционной стратегии продвижения услуг позволило повысить эффективность рекламных предложений на 17%, а также увеличить конверсию в социальных сетях бренда на 24%.

Таким образом, применение технологии персонализации позволяет улучшить традиционную схему продажи товаров и услуг, при которой основной целью является непосредственно реализация товара и получение выгоды. Технология персонализации позволяет изменить существующую схему

на более привлекательную для потребителя систему, где за товаром стоят определенные ценности, которые являются ответом на их невысказанные потребности. В меняющихся условиях рынка данный подход является более эффективным, поскольку именно персонализация является точкой пересечения информационно-коммуникационных технологий и клиенториентированных стратегий развития. В условиях, когда потребитель сам определяет необходимость выбора товаров и услуг, адресное продвижение становится все более актуальным. Следовательно, предлагаемая технология персонализации должна стать неотъемлемой частью большинства стратегий продвижения бренда.

Список литературы

1. Ассоциация коммуникационных агентств России [Электронный ресурс] // Объем рекламы в средствах ее распространения. – URL: http://www.akarussia.ru/knowledge/market_size/id7077 (дата обращения: 01.07.2017).
2. Агентство маркетинговых коммуникаций Molinos [Электронный ресурс] // Тренды Digital 2017. – URL: Molinos <https://molinos.ru/about/blog/trendy-digital-2017> (дата обращения: 03.07.2017).
3. Вапнярская О.И. Сервис в условиях кастомизированного потребления / О.И. Вапнярская // Сервис в России и за рубежом. – 2014. – № 8 (55). – С. 13–25.
4. Лочан С.А. Этапы разработки стратегии продвижения брендов в социальных сетях / С.А. Лочан, Д.В. Федютин // Транспортное дело России. – 2012. – № 4. – С. 29–32.
5. Морозов А.П. Способы продвижения нового бренда / А.П. Морозов, С.В. Дмитриенко // Новый университет. Серия «Экономика и право». – 2013. – № 11(33). – С. 86–88.
6. Сотников О.Н. Стратегия продвижения нового бренда: особенности разработки / О.Н. Сотников, А.Г. Ивасенко // KANT. – 2014. – № 1(10). – С. 167.
7. Симагина О.В. Технология персонализации как метод повышения информационной доступности государственных услуг / О.В. Симагина, С.С. Цукарь // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2016. – № 1. – С. 160–171.
8. Татарина Л.Ю. Цепочки ценностей потребителя – фундамент клиентоцентричной модели ведения бизнес-процессов в банке / Л.Ю. Татарина // Финансы и кредит. – 2013. – № 26 (554). – С. 29–35.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА РФ ОТ 13.07.2015 № 212-ФЗ
«О СВОБОДНОМ ПОРТЕ ВЛАДИВОСТОК»**

Королева Э.В., Ивельская Н.Г., Волынчук Я.А., Долгих В.А., Цирук А.А.
*ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
Владивосток, e-mail: lotos08@mail.ru*

В настоящее время социально-экономическое развитие Дальнего Востока России представляет собой одно из генеральных и приоритетных направлений государственной экономической политики. Статья посвящена рассмотрению особенностей и преимуществ развития малого и среднего предпринимательства, как в Дальневосточном федеральном округе в целом, так и в Приморском крае в частности. Анализ перспектив применения режима свободного порта Владивосток для малого и среднего предпринимательства проводится в контексте реализации Федерального закона РФ от 13.07.2015 № 212-ФЗ «О свободном порте Владивосток». Раскрываются преференции для организаций, которые принимают решения стать резидентами свободного порта Владивосток. Выявляются основные проблемы развития малого и среднего предпринимательства как на уровне региона, так и города Владивостока в режиме порто-франко. Рассмотрены основные социально-экономические показатели, отражающие результаты реализации вышеназванного закона.

Ключевые слова: свободный порт Владивосток, малое и среднее предпринимательство, преференциальный режим, налоговые льготы, предпринимательская среда, экономическая активность

**DEVELOPMENT PROSPECT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESS
IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL LAW
OF RUSSIAN FEDERATION FROM 13.07.2015 № 212-FS
«ABOUT THE FREE PORT OF VLADIVOSTOK»**

Koroleva E.V., Ivetskaya N.G., Volynchuk Ya.A., Dolgikh V.A., Tsiruk A.A.
Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok e-mail: lotos08@mail.ru

At present, the social and economic development of the Russian Far East is one of the general and priority directions of the state economic policy. The article is devoted to consideration of features and advantages of development of small and medium business, both in the Far Eastern Federal District, in general, and in the Primorsky Territory. An analysis of the prospects for the application of the Vladivostok free port regime for small and medium-sized businesses is conducted in the context of the implementation 13.07.2015 № 212FS «On the Free Port of Vladivostok». Preferences are disclose for organizations, which making decisions to become residents of free port of Vladivostok. Reveal main problems of development of small and medium-sized enterprise at the regional level and city level in mode of Porto-Franco. Scrutinized main socio-economic indicators, which represent results from realization of mentioned law.

Keywords: free port of Vladivostok, small and medium-sized enterprise, preferential mode, tax credits, business environment, economic activity

Успешное развитие малого и среднего предпринимательства является залогом функционирования рыночной экономики любого государства. Государство, как регулятор, разрабатывает и реализует различные механизмы государственной поддержки, направленные на формирование благоприятной предпринимательской среды, как ключевого фактора, влияющего на формирование привлекательного инвестиционного климата.

Большое количество хозяйствующих субъектов способствует развитию экономики во всех сферах, созданию здоровой конкуренции, обеспечению населения рабочими местами. Развитие малого и среднего предпринимательства, как в Дальневосточном федеральном округе в целом,

так и в Приморском крае в частности, имеет ряд особенностей и преимуществ. Выгодное географическое положение округа открывает множество перспектив и сфер развития. Близость к странам Азиатско-Тихоокеанского региона обеспечивает наличие естественных хозяйственных партнеров в сфере логистики и туристического бизнеса. Но и способствует формированию духа конкуренции, особенно в части портовой инфраструктуры с морскими портами стран АТР. При этом что наличие множества портов обеспечивает целую отрасль для развития субъектов МСП, занимающихся только их обслуживанием и эксплуатацией. Регион также богат сырьевыми ресурсами, столь привлекательными для иностранных инвесторов.

В настоящее время социально-экономическое развитие Приморского края, как и всего Дальнего Востока, представляет собой одно из генеральных и приоритетных направлений государственной экономической политики. Свидетельством чему является не только проведение в 2012 г. Саммита АТЭС, но и, начиная с 2015 г., Восточных экономических форумов.

Это позволяет обеспечивать системное функционирование диалоговых площадок, как между государственными институтами, так и в рамках международного экономического сообщества. Инициаторы проведения таких форматных мероприятий в лице органов государственной власти, в частности в лице Министерства экономического развития Дальнего Востока, максимально заинтересованы не только в проведении ежегодных экономических форумов стран АТР, но и заинтересованы в проведении столь форматных мероприятий, организованных представителями бизнес-сообщества других стран, в рамках текущей совместной работы.

В частности, в апреле 2017 г. в городе Владивостоке по инициативе корейского бизнес-академического сообщества прошел VII Дальневосточный корейско-российский форум, в ходе которого были обсуждены такие ключевые вопросы, связанные с вхождением резидентов в свободного порта Владивосток (далее СПВ), как:

- проблемы применения преференциальных режимов, в рамках принятых Федеральных законов о территориях опережающего социально-экономического развития (далее ТОСЭР) и Свободном порте Владивосток;
- проблемы сложной системы администрирования;
- проблемы поиска источников финансирования и др. [4].

По информации Пресс-службы администрации Приморского края, представленной на сайте органа власти, ключевыми вопросами в процессе обсуждения также были и такие, как сложность получения статуса резидента и соответственно возможности пользоваться льготами, закрепленными в федеральном законодательстве, применения кластерного подхода при создании ТОСЭРов [1].

В ближайшее время представители китайского бизнес-сообщества также планируют проведение на базе Дальневосточного федерального университета подобного мероприятия. На федеральном и региональном уровнях продолжается работа по масштабному развитию всех форм предпринимательской активности, с использованием различных инструментов государственного регулирования.

В частности, в рамках Федерального закона от 13.07.2015 № 212-ФЗ «О свободном порте Владивосток», целями которого является использование географических и экономических преимуществ региона как восточных морских ворот Российской Федерации для интеграции в экономическое пространство государств Азиатско-Тихоокеанского региона, развитие международной торговли с государствами Азиатско-Тихоокеанского региона, создание и развитие производств, ориентированных на выпуск в свободном порту Владивосток конкурентоспособной в государствах Азиатско-Тихоокеанского региона продукции с применением современных технологий, были определены некоторые преференции для резидентов, осуществляющих деятельность в границах СПВ [2].

Данные льготы и преференции также были направлены на улучшение предпринимательского климата, в целях привлечения и развития субъектов малого и среднего предпринимательства в экономику региона.

К территориям Свободного порта, в рамках первой редакции закона, относились территории муниципальных образований Приморского края: Артемовского городского округа, Владивостокского городского округа, городского округа Большой Камень, Находкинского городского округа, Партизанского городского округа, городского округа Спасск-Дальний, Уссурийского городского округа, Надеждинского, Шкотовского, Октябрьского, Ольгинского, Партизанского, Пограничного, Хасанского и Ханкайского муниципальных районов, в том числе территории и акватории морских портов, расположенных на территориях этих муниципальных образований. Особый режим действует в течение 70 лет [2].

Под свободным портом понимается часть территории, на которой устанавливаются особые режимы налогового, таможенного и инвестиционного регулирования. Реализация данного закона, по мнению разработчиков, позволит увеличить валовой региональный продукт в 1,7 раза к 2021 г. в сравнении с показателями на дату принятия (до 1,1 трлн руб.), к 2025 г. – рост в 2,2 раза (до 1,4 трлн руб.), к 2034 г. – в 3,4 раза (до 2,16 трлн руб.). Планируется создание новых рабочих мест до 84,7 тыс. к 2021 г., 108 тыс. – к 2025 г. и 468,5 тыс. – к 2034 г. Прирост ВРП ДФО к 2025 г. в результате реализации проекта может составить до 34% или до 1,97 трлн руб. [3].

Резидентам Свободного порта Владивосток разрешена любая предпринимательская деятельность, не запрещенная законом, с предоставлением следующих преференций (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные данные по преференциальному режиму в рамках порто-франко

Вид налога	Для резидентов СПВ	Для нерезидентов СПВ
Налог на прибыль в течение первых 5 лет	0%	20%, (из них в федеральный бюджет 2%, в бюджет субъекта РФ 18%
Налог на имущество в течение первых 5 лет	0%	Не более 2,2%
Земельный налог в течение первых 5 лет	0%	Устанавливается представительным органом (0,3 – льготная; 1,5 – прочие)
Размер страховых взносов в течение 10 лет	7,6%	34% (26%; 2,9%; 5,1%)

Примечание. Источник: [5].

Таблица 2

Ставки налогообложения на территории иностранных государств с особым экономическим режимом

Наименование налога	Гонконг (Сянган)	Шанхай (ЗСТ – Вайгаоцяо, Яншань, Пудун)	Сингапур		Далянь			
					Единая ставка	для предприятий новых и высоких технологий	для малых малорентабельных предприятий	
Налог на прибыль	16,5%	25%	До 17%		25%	15%	20%	
Налог на доходы физических лиц	Не более 16%	15%	от 0 до 20% по прогрессивной шкале для резидентов; 15% – для нерезидентов		1-й год	2-й год	Более 2 лет	Для нерезидентов ДСЭЗ
					0%	7,5%		15%
Налог на недвижимость	15%	0,6%	со стоимости недвижимости	с суммы арендных платежей	со стоимости недвижимости		с суммы арендных платежей	
			4%	10%	1,2%		12%	
Корпоративный налог	–	25%	17%		В экспериментальной зоне	Производственный цикл рассчитан не менее 10 лет и экспорт 70% или более	Для всех	
					10%		12%	25%
Налог на товары и услуги (НДС)	–	17%	7%		–			

Примечание. Источник: [5].

Для получения полной картины преемственности режима «порто-франко», приведем пример в табл. 2 по некоторым ставкам налогообложения на территории иностранных государствах Шанхай, Гонконг, Сингапур, Далянь в зонах с особым экономическим режимом (зонах свободной торговли – ЗСТ).

И это мировые локомотивы в области экономических темпов развития территорий. Камнем преткновения здесь, конечно же, будет являться такой показатель, как численность населения, проживающая в границах ЗСТ, и численность экономически активного населения. Так, численность Гонконга на 2015 г. составляет 7 313 000 чел.,

Сингапура 5 618 000, в то время как все население Приморья 1 933 308 человек, из которых 631 387 жителей столицы.

Чтобы в регионе закрепился и инвестор, и потребитель, предстоит еще долгая и системная работа, ключевым моментом в которой призван стать свободный порт. Однако хочется отметить, что желание и действия федеральных и региональных властей сделать из Дальневосточного региона в целом и из Владивостока в частности свободный порт со всеми вытекающими из этого последствиями, безусловно, сулит в перспективе как большие экономические выгоды, так и кропотливую и напряженную работу.

По данным Министерства по развитию Дальнего Востока с помощью новых инструментов развития (территории опережающего развития, свободный порт Владивосток, инфраструктурная поддержка инвесторов, льготное финансирование Фонда развития Дальнего Востока) на Дальний Восток привлечено 1,67 трлн руб. новых инвестиций (количество инвестиционных проектов увеличено со 117 до 605, количество планируемых к созданию новых рабочих мест увеличено с 40 до 100 тыс.).

В соответствии с ФЗ «О свободном порте Владивосток» на 01.01.2017 г. подписаны соглашения с резидентами СПВ, определены объемы финансирования и количество рабочих мест (табл. 3) [6].

ставка 11,1% годовых) на общую сумму 2,7 млрд руб.

Приняты федеральные законы, обеспечивающие:

- снижение тарифов на электроэнергию для промышленных потребителей Дальнего Востока до среднероссийского уровня;

- упрощенный визовый въезд иностранных граждан на территорию свободного порта Владивосток (8-дневная электронная виза);

- распространение режима свободного порта Владивосток на 5 муниципальных образований в Приморском крае, Хабаровском крае, Камчатском крае, Сахалинской области, Чукотском автономном округе;

- упрощенный порядок захода иностранных круизных судов в порты Дальнего Востока;

- предоставление квот добычи (вылова) водных биоресурсов на Дальнем Востоке под обязательства инвесторов по строительству новых рыбопромысловых судов или рыбоперерабатывающих заводов [6].

Все названные выше акты, несомненно, своевременны и необходимы для развития предпринимательства. Важнейшим из перечисленных является долгожданный закон о снижении тарифов на электроэнергию для промышленных потребителей Дальнего Востока до среднероссийского уровня.

До конца 2017 г. также определены приоритетные задачи по развитию Дальнего

Таблица 3

Итоги реализации направления развития свободного порта Владивосток за 2015–2017 гг.

Целевой показатель	Результаты по достижению целевых показателей	
	План	Факт
Направление: Развитие свободного порта Владивосток		
Количество вновь созданных рабочих мест на территории СПВ (с нарастающим итогом), тыс. чел.	0,6	0,43
Количество резидентов СПВ (с нарастающим итогом), ед.	70	118
Количество заявленных частных инвестиций резидентами СПВ (с нарастающим итогом), млрд.руб	140	183

Примечание. Источник: [6].

Также введен в действие заявительный порядок получения налоговых льгот любыми инвесторами Дальнего Востока за пределами территорий опережающего развития и свободного порта Владивосток, осуществившими инвестиции в объеме 50 млн рублей в течение 3 лет или 500 млн рублей в течение 5 лет.

По специальной программе льготного кредитования субъекты малого и среднего предпринимательства Дальнего Востока получили 226 льготных кредитов (средняя

Востока, в том числе и по вопросам поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства. В частности, для создания более благоприятного предпринимательского климата Минвостокразвития России намерен согласовывать проведение налоговых проверок в отношении резидентов свободного порта Владивосток.

Также предложен новый порядок предоставления земельных участков резидентам свободного порта Владивосток. Планируется введение специального налогового режима

для резидентов свободного порта Владивосток – единого налога свободного порта Владивосток и предоставление возможности осуществления медицинской деятельности ведущими иностранными медицинскими организациями в свободном порту Владивосток.

С целью оказания методической помощи тем резидентам, которые только начинают свои проекты, была создана Ассоциация поддержки резидентов свободного порта. Основная задача новой структуры – наладить диалог между инвесторами и органами власти [7].

Кроме этого будет осуществляться мониторинг взаимодействия между органами власти субъектов и резидентами, а также осуществляться сбор и тиражирование лучших практик и историй успеха. Все это даст дополнительную поддержку тем инвесторам, которые уже работают в границах свободного порта, и тем, кто только в него заходит.

Следует отметить, что с момента принятия Федерального закона № 212-ФЗ границы Свободного порта Владивосток за 2016–2017 гг. расширились еще на 5 муниципальных образований: Лазовский муниципальный район Приморского края, городской округ Петропавловск-Камчатский Камчатского края, Ванинский муниципальный район Хабаровского края, городской округ Корсаковский Сахалинской области и городской округ Певек, Чукотского автономного округа, тем самым улучшив предпринимательскую среду за счет реализации преференциальной политики, в рамках выше рассматриваемого федерального закона не только на территории Приморского края, в рамках его первой редакции, но и в границах федерального округа.

Также за данный период увеличено количество заявок на реализацию инвестиционных проектов в Свободном порту Владивосток с 30, с объемом частных инвестиций 42 млрд руб. и созданием 15 тыс. новых рабочих мест до 316 проектов, с объемом частных инвестиций 333 млрд руб. и созданием 33 тыс. новых рабочих мест [6].

Количество инвесторов, получивших статус резидента Свободного порта Владивосток, составило 171 с объемом частных инвестиций 270 млрд руб. и созданием 25 тыс. новых рабочих мест. В Свободном порту Владивосток введено в эксплуатацию 9 новых предприятий с объемом инвестиций 1,3 млрд руб. и созданием 430 новых рабочих мест [6].

В территориях опережающего развития и свободном порту Владивосток введено в действие 31 новое предприятие с объемом осуществленных инвестиций более

14 млрд руб. и 1,4 тыс. новых рабочих мест. Крупнейшими среди вновь созданных являются:

– завод по производству теплоизоляционных материалов в Хабаровском крае (инициатор проекта – ООО «ТехноНиколь – Дальний Восток», объем инвестиций – 2 млрд руб., количество созданных рабочих мест – 120);

– свиноводческие комплексы в Приморском крае (инициатор проекта – ООО «Приморский Бекон», объем инвестиций – 1,8 млрд руб., количество созданных рабочих мест – 113);

– комбикормовый завод в Приморском крае (инициатор проекта – ООО «Мерси трейд», объем инвестиций – 0,8 млрд руб., количество созданных рабочих мест – 39).

Компания «Артаяр» в статусе резидента Свободного порта Владивосток планирует реализацию проекта по строительству крупного торгово-развлекательного центра во Владивостоке. Общий объем капиталовложений в проект составит 3,5 млрд рублей, планируется предоставить 107 рабочих мест. Пятиуровневый торгово-выставочный комплекс «Калина Молл» будет возведен в районе улицы Калинина, на северном побережье бухты Золотой Рог. В настоящее время завершаются фасадные работы, ведётся монтаж внутренних инженерных сетей. Окончание строительства и ввод комплекса в эксплуатацию запланирован на третий квартал 2018 г. [7].

Все вышеизложенное представлено как положительный опыт. Но реализация ФЗ «О свободном порте Владивосток» имеет и множество проблем, в том числе о которых было уже упомянуто по итогам корейско-российского форума.

Основными проблемами развития малого и среднего предпринимательства во Владивостоке являются слабая активность большинства предпринимателей, разобщенность действий, дефицит производственных помещений и, помимо всего прочего, главной проблемой остается недостаток начального капитала предпринимателей и средств для дальнейшего развития бизнеса.

Преференциальный подход для резидентов, предоставленный рядом административных мер в виде права на предоставление земельных участков в аренду без торгов по кадастровой стоимости, разрешения на иностранную рабочую силу (доля до 20% – для всех резидентов, более 20% – по решению наблюдательного совета), сокращенного времени проведения плановых контрольных проверок и сокращенного времени проведения внеплановых контрольных проверок – не более 15 дней, не создает необходимых

условий субъектам МСП для более активно-го включения в экономику региона.

По мнению профессора В.А. Остани-на, прямые выгоды для малого бизнеса от участия в качестве резидента скорее сомни-тельны, однако косвенные дополнительные или комплементарные эффекты будут пре-валировать. Малый бизнес может получить более расширенное поле для своей деятель-ности, обслуживая часто неповоротливый и инерционный крупный бизнес.

Если вести речь о территориях опережа-ющего социально-экономического развития, то эта модель окажется скорее воспринима-емой малым и средним бизнесом. Инфра-структурная поддержка федерального центра принесет основные преференции резидентам зоны Свободного порта Владивосток, где ос-новным игроком станет крупный бизнес. Он в большей степени адаптирован к извлече-нию преференций в работе свободных тамо-женных зон. И хотя от инвестиций в развитие инфраструктурных проектов выигрывают все, тем не менее основными бенефициарами станет именно крупный бизнес [8].

Вполне можно согласиться с вышепере-численными аргументами, они достаточно логично обоснованы. Тем не менее для раз-вития малого и среднего предприниматель-ства открывается перспективная экономи-ческая ниша, которую можно разделить на несколько сегментов, с учетом потребностей г. Владивостока и Приморского края. И, как один из сценариев эффективного развития субъектов МСП – это применение кластер-ного подхода, в том числе, и в отраслевом аспекте. В контексте реализации Федераль-ного закона № 212-ФЗ «О свободном порте Владивосток» можно с уверенностью за-явить, что резиденты СПВ имеют, прежде всего, статус субъектов малого и среднего предпринимательства, учитывая те пара-метры инвестиционных проектов, которые они заявляют, особенно в части создания рабочих мест. Как правило, количество заявленных в проектах рабочих мест не превышает 250 человек, что в рамках Федерального закона от 24.07.2007 № 209-ФЗ (ред. 03.07.2016) «О развитии малого и среднего предприни-мательства в РФ» позволяет резидентов СПВ рассматривать как субъектов МСП [9].

Исходя из вышеизложенного, представ-ляется возможным сделать выводы о том, что государство, как регулятор, предлагает различные инструменты государственной поддержки экономически активным суб-ъектам. Совокупность этих инструментов относительно хозяйствующей единицы не уменьшает ни один из них, наоборот создает некий синергетический эффект от их сум-мированного использования. Исключени-

ем не являются и Федеральный закон от 13.07.2015 № 212-ФЗ «О свободном порте Владивосток», и Государственные програм-мы поддержки МСП, и многие нормативные правовые акты, регулирующие предпри-нимательскую деятельность, позволяющие формировать благоприятную среду для раз-вития бизнеса.

И если говорить о перспективах развития института предпринимательства в России, то уповать лишь на отдельные правовые акты, регулирующие те или иные направления в экономике и социальной сфере не верно и не логично. Только при условии комплекс-ного подхода к вопросам социально-эконо-мического развития любой территории, ос-нованного на применении лучших мировых практик, полноценной интеграции в эконо-мические сообщества, на условиях соблюде-ния международных норм и правил, можно в уверенностью отметить, что предприни-мательство в России будет развиваться толь-ко в рамках цивилизованной конкуренции и свободных рыночных отношений. А раз-витие сферы малого и среднего предприни-мательства позволит разрешить комплекс со-циально-экономических проблем, ключевой из которых является занятость населения, и, как следствие – качество жизни населения.

Список литературы

1. Официальный сайт Администрации Приморского края.: URL: <https://www.http://primorsky.ru/news/126468/> (дата обращения: 28.05.2017).
2. Федеральный закон от 13.07.2015 № 212-ФЗ «О сво-бодном порте Владивосток»: URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 27.05.2017).
3. Рыжова П.М., Бондаренко Т.Н. Изучение зарубеж-ного опыта создания ОЭЗ – как фактор успешного развития свободного порта Владивосток // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-6. – С. 1043–1048.
4. Во Владивостоке открылся VII Дальневосточный Российско-Корейский форум: URL: <http://www.dv.kp.ru/daily/26669.4/3690116/> (дата обращения: 26.05.2017).
5. Третьяков С. Г., Кожевникова М.С. Перспектива ре-ализации нестандартного подхода к развитию Приморского края в рамках закона «О свободном порте Владивосток». Ма-териалы Всероссийской научно-практической конференции «Образование, наука и практика в деятельности по обеспе-чению прав граждан и борьбе с преступностью» (к 45-летию образования Владивостокского филиала ДВЮИ МВД Рос-сии), 2015 г.: URL: https://www.двои.мвд.рф/upload/site134/document_file/Otchet_po_. (дата обращения: 28.05.2017).
6. Отчет «Об итогах деятельности Министерства Рос-сийской Федерации по развитию Дальнего Востока в 2016 году и задачах на 2017.»: URL: minvostokrazvitia.ru (дата об-ращения: 28.05.2017).
7. Ассоциация поддержки для резидентов свободного порта: URL: <http://www.newsvl.ru/vlad/2017/03/06/157117/#ixzz4foNOGCVN> (дата обращения: 28.05.2017).
8. Останин В.А. Свободный порт Владивосток в кон-цепции конкурентных преимуществ. URL: <https://www.http://dalost-inno.ru/html/library/Library71.pdf> (дата обраще-ния: 27.05.2017).
9. Федеральный закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ (ред. 03.07.2016) «О развитии малого и среднего предприни-мательства в РФ»: URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обраще-ния: 28.05.2017).

УДК 332.142.4

КАЧЕСТВО СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С.

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», Кемерово,
e-mail: krishtof1948@mail.ru, 05bns09@mail.ru, galina02025@mail.ru*

В статье исследуются современные взгляды отечественных ученых на категорию «качество жизни» населения. Выявлено, что в постиндустриальном обществе присутствуют ограничения на удовлетворение потребностей людей, включающих: охрану окружающей среды, заботу о безопасности производства и продукции, поддержание ресурсного потенциала страны. Определено, что в качестве жизни важнейшая роль наряду с удовлетворением потребностей людей, отводится экологической составляющей, значительно воздействующей на здоровье населения и, как следствие, продолжительность его жизни. Дано определение понятия «экологический риск». Представленная классификация экологических рисков позволяет оценивать и ранжировать регионы по таким показателям качества жизни, как ее продолжительность, уровень заболеваемости и инвалидности людей. Проведенная оценка среды обитания и ее влияние на качество жизни населения позволяет сделать вывод, что региону присущи, в соответствии с вышеприведенной классификацией экологических рисков, признаки экологического бедствия. Предлагается усилия региональной власти направлять на улучшение экологической обстановки и в целом среды обитания. При этом первоочередными должны стать направления повышения инвестиционной привлекательности региона и выделение финансовых средств на окружающую среду и ее сохранение; более совершенные экономические методы регулирования в данной сфере; внедрение современных экологически безопасных технологий и оборудования, взамен на морально и физически устаревшие; внедрение безотходных технологий и утилизации отходов.

Ключевые слова: малый бизнес, дефицит финансов, фискальные нагрузки, кредитование, задолженность, реструктуризация, устойчивый рост, налоговые гарантии, налоговые платежи

QUALITY OF THE HABITAT AND ITS INFLUENCE ON QUALITY LIVES OF THE POPULATION OF THE REGION

Kosinskiy P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S.

*Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo, e-mail: krishtof1948@mail.ru,
05bns09@mail.ru, galina02025@mail.ru*

In article modern views of domestic scientists on category «quality of life» of the population are investigated. It is revealed that at post-industrial society there are restrictions for satisfaction of needs of the people including: environmental protection, care of safety of production and production, maintenance of resource capacity of the country. It is defined that as life the major role on a number with satisfaction of needs of people, is allocated for the ecological component considerably influencing health of the population, and as a result, duration of his life. Definition of the concept «environmental risk» is given. The presented classification of environmental risks allows to estimate and range regions on such indicators of quality of life as its duration, to incidence and disability of people. The carried-out assessment of the habitat and its influence on quality of life of the population, allows to draw a conclusion that are inherent in the region, according to above the given classification of environmental risks, signs of ecological disaster. It is offered to direct efforts of the regional power to improvement of an ecological situation and in general, habitats. At the same time, the directions of increase in investment appeal of the region and allocation of financial means on the environment and its preservation have to become paramount; more perfect economic methods of regulation in this sphere; introduction of modern ecologically safe technologies and the equipment, in exchange on morally and physically outdated; introduction of waste-free technologies and recycling.

Keywords: small business, financial deficit, fiscal burdens, lending, debt, restructuring, sustainable growth, tax guarantees, tax payments

Современные взгляды на качество жизни определяют его как комплексную характеристику положения человека в обществе, включающую социально-экономические, политические, культурно-идеологические, экологические факторы и условия проживания человека. В настоящий период времени взгляд на концепцию жизни продолжает интеллектуальные поиски, начатые Т. де Шардони и В.И. Вернадским. Ими введено в научный обиход понятие «ноосфера», что означает разумную организацию взаимодействия природы и общества.

Под целенаправленной деятельностью человека и в следствии реализации мероприятий, направленных на рациональное природопользование, биосфера превращается в ноосферу.

В постиндустриальном обществе концепция качества жизни содержит некоторые рамки удовлетворения потребностей людей, способствующих гармоничному развитию ноосферы. Такие ограничения связаны с охраной окружающей среды, безопасным производством и продукцией, поддержанием ресурсных запасов в стране.

Справедливости ради отметим, что главными задачами концепции качества жизни в настоящее время остаются направления обеспечения здоровья общества (физического и морального), увеличение потребления экологически чистого продовольствия, гармонизации условий труда.

Научная литература представляет множество понятий качества жизни, уровня жизни, и зачастую можно встретить отождествление их, что представляется не совсем корректным. Характеризуя качество жизни, можно встретить показатели уровня жизни, такие как объем потребительской корзины, означающую набор товаров-представителей по фиксированным ценам с добавлением таких показателей, как смертность населения, уровень образования и др. Фактически такое смешение показателей представляет собой оценку частных показателей качества жизни населения, при этом четкого определения данного понятия не приводится.

Исследуя определения качества жизни, которые сформулировали отечественные ученые А.И. Субетто, Н.С. Бондарев, В. Бобков, П. Мстиславский, М.Б. Лига, А.Г. Чупрякова, В.А. Шабашев и др., видно: несмотря на отсутствие единогласия в понимании качества жизни всем им присущи такие компоненты, как материальные, социокультурные, экологические и демографические, а также система духовных качеств.

Подчеркнем, что практически все авторы акцентируют внимание на экологической компоненте, которая значительно воздействует на здоровье населения и, как следствие, продолжительность жизни.

Исследования, проводимые ООН ежегодно, ранжируют страны, характеризуются индексом качества жизни (глобальным уровнем управления качеством). В качестве главных индикаторов используют производство ВВП на душу населения, уровень образования и продолжительность жизни. В таком контексте понимания качества жизни, качество окружающей среды (экологии) выступает доминантной. Вследствие этого тема исследования является весьма актуальной в современных условиях развития общества.

Целью данной работы является исследование воздействия среды обитания на качество жизни населения региона. Задачей ставится систематизация теоретических представлений о категории «качество жизни» населения, обоснование влияния состояния окружающей среды на качество жизни населения.

Объектом исследования выступает среда обитания и ее влияние на качество жизни населения Кемеровской области.

В исследовании применялись методы сравнительного и экономического анализа, статистический метод.

Качество среды обитания и экологические риски, влияющие на качество жизни населения

Развитие общества всегда сопровождается необходимостью удовлетворения потребностей населения, включающих, с одной стороны, удовлетворение физиологических потребностей: пищу, жилье, здоровье, профессиональные навыки, с другой – пользу извлекаемую для удовлетворения потребностей высшего уровня, касающейся продуктивной деятельности, активной культурной и социальной жизни, досуга. То есть качество жизни выходит за рамки понятия уровня жизни и содержит не только материальные, но и потребности, которые невозможно оценить с помощью экономического выражения.

Согласно выводам ученых, приведенным выше, предпосылкой формирования достойного качества жизни выступает состояние окружающей среды и ее качество, а последствия изменения качества окружающей среды могут сказаться не только на здоровье но и выступают ограничивающим фактором выживания. Состояние окружающей среды и ее изменения напрямую зависят от развития экономики и темпов экономического роста.

В своих трудах Дж. Гелбрейт делает вывод, что экономический рост и его экологические последствия, воздействующие на окружающую среду и качество жизни населения, не оправданы [1]. М. Ньюэл в работе «Качество жизни» увязывает экономическое развитие с прямым воздействием на качество жизни, обосновывая тезис превращения людей в «безликих потребителей» вследствие оторванности их от природы, что обесценивает человеческие отношения и выдвигает на первый план такие ценности, как деньги и вещи.

Следствием этого стало занятие многих алкоголизмом, наркоманией, урбанизация, вызывающая нервные стрессы [3; 9].

Давая характеристику трем родам качества жизни, в одном из них (функциональном), А.И. Субетто оценивает его как потребности человека и взаимодействие с окружающей средой определяет [8]. «...всестороннее и гармоничное развитие человека как цель «человеческой революции», не реализуя которую человечество будет двигаться к экологической гибели», ут-

верждает А. Печчеи [6]. Такой же позиции придерживается М.Б. Лига, считающая, что к повышению качества жизни необходимо применять комплексный подход на основе формирования эффективной экономической системы, обеспечивая всеобщее процветание, а устранение социального неравенства достичь не только в отдельной стране, но и мировом масштабе [4; 5].

Отметим, что интенсивное развитие промышленности и высокая урбанизация некоторых регионов непременно сопровождается экологическими рисками, отражающимися на качестве жизни населения. **Экологический риск** представляет собой сложную категорию, отражающую уровень опасности проявления негативных экологических последствий в результате принятия и реализации определенных хозяйственных действий, в нашем случае рассматривается развитие угольной промышленности. Существующая классификация экологических рисков разделена на экологическое качество в природно-экологической шкале и экологическое качество природы в медико-социальной шкале.

Не умаляя важности классификации по природно-экологической шкале, в нашем исследовании остановимся на втором варианте, как наиболее отражающем показатели качества жизни населения. В соответствии с классификацией выделим несколько наименований качества:

1) благополучная ситуация, характеризующаяся устойчивым ростом продолжительности жизни и снижением заболеваемости;

2) зона напряженной экологической ситуации, где некоторые показатели здоровья населения превышают нормы аналогичных мест страны, не подверженным антропогенным воздействиям таких типов и не приводят к заметному статистическому изменению продолжительности жизни и ранним проявлениям инвалидности людей;

3) зона экологического бедствия, территория, на которой антропогенное воздействие сопровождается высокой смертностью и инвалидностью, продолжительность жизни значительно ниже, чем в других регионах;

4) зона экологической катастрофы, характеризуется переходом природного состояния от катастрофы к полному кризису.

Ареал возникающий вследствие такого природного явления для проживания людей смертельно опасный.

Острота проблем развития экономики и связанное с ней воздействие на качество жизни населения особенно проявляется в высокоурбанизированных, с интенсивным развитием промышленности регионах.

К числу таких регионов относится Кемеровская область.

В связи с этим целесообразно оценить экологическое качество жизни населения конкретного региона. Как одна из главных компонент качества жизни, экологическое качество представляет собой качественную среду обитания.

Оценка качества среды обитания и ее влияние на качество жизни населения региона

Представляя собой типовой регион, экономика которого основана на развитии сырьевых отраслей, а также незначительной доле сельскохозяйственного производства, Кемеровская область является одной из плотно населенных в Сибирском федеральном округе, где на один квадратный километр приходится 28,5 человек. Более половины валового внутреннего продукта формирует угольная отрасль, что выше аналогичных среднероссийских показателей.

Угольная отрасль и ее отдельные предприятия, в зависимости от геологических и геотехнических особенностей месторождений и применяемых технологий по-разному воздействуют на формирование окружающей среды. Отметим, что добыча одного миллиона тонн угля в среднем сопровождается нарушением 10 гектар земли.

В регионе примерно 60% угля осуществляется путем открытой добычи, что влечет за собой отторжение пахотных земель из сельскохозяйственного оборота. Увеличение нарушенных земель за 2011–2015 гг. составило 19,6% и достигло 76,3 тысячи гектар в 2015 г. [7]. Для того, чтобы компенсировать выбывшие для несельскохозяйственных целей, требуется вложить в освоение одного гектара новых земель – 1012 тысяч рублей.

Предприятия, осуществляющие добычу угля подземным способом, загрязняют атмосферу складываемой породы, извлеченной из шахт, содержащую в значительной степени уголь, способный самовозгораться при взаимодействии с воздушной средой. Метан, выбрасываемый вентиляционными стволами при проветривании и дегазации, также способствует загрязнению атмосферы.

Горение выделяет сернистый газ, оксид углерода и смолистые вещества. Добыча угля открытым способом сопровождается буровзрывными работами, что является одним из элементов технологии, которые представляют значительный источник пылеобразования и газообразования [2].

Интенсивное развитие добычи природных ресурсов в последствии влекут за собой

такие негативные процессы, как их деградация, сопровождающуюся потерей почвенного плодородия, сокращением пастбищ и деградации животного мира. Загрязнение воздушной среды оценивается объемом поступающих загрязняющих веществ в атмосферу, что является острой проблемой региона. В 2015 г. общие объемы загрязнителей атмосферы составили – 1344,5 тысячи тонн (на одного жителя приходится – 494,7 килограмма загрязняющих веществ, что на 10,6 килограмма меньше к 2012 г.).

Насыщение атмосферы высокотоксичными и канцерогенными веществами, содержащими свинец, сажу, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, усугубляет экологическую обстановку. Наибольшую долю загрязняющих веществ в атмосферу вносят стационарные источники. Структура загрязняющих веществ в 2015 г. включает: твердые вещества – 146,2 тысячи тонн; газообразные и жидкие вещества – 1198,3 тысячи тонн, в том числе углеводороды без летучих веществ – 769,0 тысяч тонн; оксид углерода, диоксид серы 235,5 и 110,9 тысячи тонн соответственно [7].

Современная экономика региона основывается на развитии ресурсодобывающих отраслей, углехимии и металлургии. Такое развитие экономики оправдано тем, что обеспечивает стабильное функционирование социальной сферы. Однако последствия проявляются в формировании неблагоприятной экологической обстановки, отражающейся на такой важной составляющей качества жизни, как благоприятная среда обитания.

Здоровье населения выступает одной из важных характеристик уровня социально-экономического состояния региона и страны в целом. Заболеваемость и смертность населения трудоспособного возраста, их динамика представляет среду обитания и ее качество. Одной из важнейших проблем региона в настоящее время является именно состояние среды обитания. По состоянию на 01.01.2016 г. население Кемеровской области сократилось на 1,6%, насчитывает 2717,6 тысячи человек. При этом ежегодная рождаемость детей составляет более 30,0 тысяч и тенденции к смертности их возрастом до одного года. В то же время, данная ситуация не способствует простому воспроизводству населения.

Вследствие этого, средняя продолжительность жизни при рождении остается невысокой, прогнозные данные определяют ее в 68,5 года в 2016 г. Характеризуя демографическую ситуацию, отметим, что в регионе сохраняется устойчивая тенденция снижения общей численности населе-

ния. Несмотря на самые высокие в СФО показатели миграции, он не компенсирует сокращение населения, на которое существенное влияние оказывает низкая продолжительность жизни. Заболевания органов пищеварения, дыхания, новообразования, инфекционные и паразитарные заболевания, отравления, производственные и бытовые травмы являются причинами низкой продолжительности жизни.

По информации Кемеровского областного информационно-аналитического центра, с 2011 по 2014 гг. общая заболеваемость выросла на 3% и на 10,5% – общая смертность. Отличительной чертой периода с 2011 по 2015 г., является снижение младенческой смертности, в то же время она остается довольно высокой. Воздействие химических веществ является одной из основных причин высокой смертности врожденных аномалий. Неблагоприятная среда обитания в регионе сопровождается мутагенными и иммунодепрессивными воздействиями в пре- и постнатальный период развития детского организма [10].

Резюмируя вышеизложенное, приходим к выводу, что надеяться на улучшение экологической обстановки в ближайшее время не приходится и эколого-экономические факторы по-прежнему представляют угрозу здоровью населения и его качеству жизни. Данное обстоятельство воздействует на миграцию населения в места, где более благоприятная окружающая среда и условия для проживания. Кроме того, техногенным регионам необходимо значительно наращивать расходы на медицинские услуги для повышения качества жизни населения.

Исходя из вышеприведенной классификации экологических рисков, Кемеровскую область можно отнести к зоне экологического бедствия и дальнейшие усилия региональной власти должны быть направлены на улучшение экологической обстановки и в целом среды обитания.

Заключение

Кемеровская область характеризуется высокой антропогенной нагрузкой и уровнем заболеваемости населения, что составляет двухкратное превышение соответствующих средних российских показателей. Абсолютные и удельные показатели характеризуют наличие загрязнителей в окружающей среде и их негативное влияние на здоровье населения и в конечном итоге на экономику региона. При разработке и корректировке программ социально-экономического развития государственным органам исполнительной власти за

основу необходимо брать оценку ущерба экономике и здоровью населения, наносимого неблагоприятной окружающей средой. Основываясь на том, что основной производительной силой выступает человек, следствием ущерба здоровью, снижения численности населения, низкой производительности труда является ущерб региональной экономике в будущем, выражающийся в потере валового регионального продукта.

Данное обстоятельство на первый план ставит задачу по принятию мер улучшения сложившейся обстановки, включающих использование автоматизированного, объективного инструментария оценки сбалансированности затрат на увеличение экономической эффективности региона и сохранение окружающей среды. Мероприятия должны содержать: направления повышения инвестиционной привлекательности региона и выделение финансовых средств на окружающую среду и ее сохранение; более совершенные экономические методы регулирования в данной сфере; внедрение современных экологически безопасных технологий и оборудования, взамен на морально и физически устаревшие; внедрение безотходных технологий и утилизации отходов.

Список литературы

1. Гелбрейт Дж. Жизнь и наше время. – М., 1986. – 408 с.
2. Косинский П.Д. Экологическая компонента в качестве жизни населения региона // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6–3. – С. 484–488.
3. Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Воздействие эколого-экономических факторов на качество жизни населения техногенного региона // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11–4. – С. 711–716.
4. Лига М.Б. Качество жизни и качество окружающей среды: диалектика взаимодействия // Проблема соотношения естественного и социального в обществе и человеке. – 2012. – № 3. – С. 47–51.
5. Лига М.Б. Обеспечение социальной безопасности и социальные риски // Трансграничные в изменяющемся мире. – 2010. – № 1. – С. 40–46.
6. Печчи А. Человеческие качества. – М.: Прогресс, 1980. – 302 с.
7. Сельское, лесное и охотничье хозяйство Кемеровской области 2011–2015. Стат. сб. / Кемеровостат. – Кемерово, 2016. – 142 с.
8. Субетто А.И. Управление качеством жизни и выживаемость человека // Стандарты и качество. – 1994. – № 1. – С. 32–36.
9. Чупрякова А.Г., Косинский П.Д. Экономический рост как функция качества жизни населения региона // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11–5. – С. 1021–1025.
10. Kosinskiy P.D., Merkur'ev V.V., Medvedev A.V. Estimation of gross regional product losses due to the influence of environmental factors (in the context of an industrial region) // The 8-th Russian-Chinese Symposium Coal in the 21-st Century: Mining, Processing and Safety (10–12 October, 2016, Kemerovo, Russia). – Amsterdam-Paris-Beijing: Atlantis Press, 2016. – P. 366–371.

УДК 338.264

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РИСКИ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА (ГЧП)

Лебедева А.В., Морозов О.А.

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Высшая школа технологии и энергетики ВШТЭ,
Санкт-Петербург, e-mail: annswan80@gmail.com*

Недостаток финансовых ресурсов и опыта применения рыночных подходов в социальной сфере диктует необходимость более широкого применения механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП). Реализация такого рода проектов оказывает положительное влияние на развитие страны, становление малого и среднего бизнеса. Вместе с тем участие в таких проектах носит высокорисковый характер как для бизнес-сообщества, так и для органов власти. Выявление и систематизация рисков, а также понимание ключевых методов управления рисками определяет успешность дальнейшего развития механизма ГЧП. В статье рассматриваются отдельные аспекты управления самыми значимыми – стратегическими рисками. Природа стратегических рисков в рамках ГЧП состоит в первоначальном конфликте целей органов власти и бизнеса. Авторами актуализируется природа стратегических рисков, выделяются их источники формирования, освещаются механизмы снижения стратегических рисков.

Ключевые слова: государственно-частное партнёрство, целеполагание, стратегия региона, инфраструктура, бизнес, управление, риск

STRATEGIC RISKS WITHIN PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP (PPP)

Lebedeva A.V., Morozov O.A.

St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design, Graduate School of Technology and Energy, St. Petersburg, e-mail: annswan80@gmail.com

The lack of financial resources and experience of application of market-based approaches in the social sphere dictates need of broader use of mechanisms of the public-private partnership (PPP). Implementation of such projects exerts positive impact on development of the country, formation of small and medium business. At the same time, participation in such projects has highly risk character both for business community, and for authorities. Identification and systematization of risks, and also understanding of key risk management methods determines success of further development of the mechanism of PPP. The articles considers different aspects of strategic risks, which are the most significant. The nature of strategic risks within PPP consists in the initial conflict of the purposes of authorities and business. Authors actualize the nature of strategic risks, allocate their sources of forming, illustrate mechanisms of decrease in strategic risks.

Keywords: public private partnership, goal-setting, strategy of region, infrastructure, business, governance, risk

В настоящее время во всем мире признано, что одним из действенных инструментов взаимодействия государства и бизнеса в рамках осуществления социальных проектов является государственно-частное партнерство (ГЧП). Использование механизма ГЧП позволяет привлечь не только дополнительные инвестиции в развитие социальной сферы и модернизацию основных фондов различных отраслей, но и повысить эффективность управленческих процессов. Привлечение частного бизнеса формирует элементы конкурентной среды, способствует выработке инновационных технологических решений, оптимизации инфраструктуры.

По состоянию на начало 2017 г. в Российской Федерации прошли стадию принятия решения о реализации 2446 инфраструктурных проектов, предусматривающих привлечение частных инвестиций на принципах ГЧП. Проектов ГЧП, прошедших стадию коммерческого закрытия (подписания соглашений/договоров) –

2183, в рамках которых совокупные инвестиционные обязательства (обязательства по финансированию создания/строительства/реконструкции) публичной и частной стороны составляют – 2,040 трлн рублей, из них обязательства частных партнеров – 1,336 трлн рублей (65,4%) [9]. Органы государственной и муниципальной власти переносят опыт структурирования проектов ГЧП федерального уровня социальную, транспортную, коммунально-энергетическую, информационно-коммуникационную инфраструктуру.

Однако привлечение в социальные сферы деятельности частных компаний, ориентированных на прибыль, уже само по себе содержит немало рисков. Анализ и минимизация рисков, связанных с реализацией таких проектов, является приоритетной целью в изучении вопросов повышения эффективности ГЧП.

Таким образом, первоочередной задачей становится классификация рисков, выявление

ние источников их возникновения и тяжести возможных последствий.

Контент-анализ позволил выделить следующие направления классификации:

- в зависимости от факторов возникновения;
- в зависимости от сферы возникновения;
- в зависимости от стадии реализации проекта [5].

Традиционно выделяют следующие виды рисков в зависимости от этапа развития сотрудничества государства и бизнеса: риски строительства, риски финансирования, риски операций и определения прав собственности.

В.А. Кабашкин выделяет следующие виды рисков: ретроспективные, текущие, перспективные, политические, правовые, экономические, внешние, внутренние, чистые, динамические, производственные, общественные, коммерческие, финансовые, валютные, инвестиционные.

В.Г. Варнавский, А.В. Клименко и В.А. Королев в своей работе выделяют четыре основные категории рисков при осуществлении проектов ГЧП:

- 1) политические и правовые;
- 2) технические;
- 3) коммерческие;
- 4) экономические, валютные и финансовые [8].

Вместе с тем приоритетным считается выделение стратегических рисков. Степень важности социальных проектов требует применения специальных механизмов минимизации стратегических рисков. Категория стратегических рисков не может быть представлена в противовес таким текущим рискам, как финансовые, операционные, торговые, инвестиционные и т.д. Сущность стратегических рисков многогранна и выходит за рамки традиционного восприятия риска, используемого в теории риск-менеджмента.

В современной отечественной и зарубежной литературе стратегический риск чаще всего связывают с ошибками в результате разработки и реализации стратегических решений, которые могут найти свое отражение и в среднесрочной перспективе [4]. В научной литературе подчеркивается неразрывная связь стратегического решения и стратегического риска. Опасность, что стратегическое решение будет выработано на ошибочных базовых допущениях о развитии внешней и внутренней среды организации, возможность субъективных ошибок в процессе разработки стратегического решения формируют стратегический риск в самом начальном этапе формирования стратегии [7].

При этом отдельные ученые (Р. Симонс, В.А. Черкасова, А.А. Батенкова, М.А. Бухтин, Г.Б. Клейнер, В.Н. Вяткин, В.А. Гамза, Ю.Ю. Екатеринославский, П.Н. Иванушко) подчеркивают, что реализация стратегических планов осуществляется в рамках тактических мероприятий и в контексте изменяющейся внешней и внутренней среды [3; 6; 10; 13]. Следовательно, текущие риски также могут быть причиной возникновения стратегических рисков, если масштаб их влияния настолько серьезен, что способен привести к провалу стратегии.

Актуальность управления стратегическими рисками на государственном уровне определяется тем, что реализация такого рода рисков представляет потенциальную угрозу для обеспечения национальной безопасности в каждой из сфер жизнедеятельности государства. Таким образом, стратегические риски проявляются в основных сферах жизнедеятельности государства: политической, экономической, социальной, природно-техногенной, научно-технической [1].

Оценка и управление стратегическими рисками зависят не только от знания субъекта причин и факторов риска, но и от его умения в процессе идентификации установить принадлежность факторов риска. Идентификация рискообразующих факторов сужает свод возможных стратегических рисков. Эти данные позволяют принимать превентивные меры, ослабляющие или минимизирующие степень влияния риска.

Диагностика рисков проектов ГЧП позволяет определить уникальный рисковый профиль, который отражает особенности конкретного вида деятельности. Таким образом, рисковый профиль отдельного проекта формируется выделением из общего каркаса рисковых экспозиций, самых важных в конкретный момент времени. На основе общего спектра рисков можно собирать информацию о рисках, типичных для отраслей, и строить типичный рисковый спектр сферы деятельности. Составленный перечень рисков без указания их сравнительной силы образует рисковое поле. Указание числовых характеристик каждого риска превращают его в рисковый ландшафт.

Отметим, что в ходе процедуры выявления рисков проекта ГЧП могут использоваться разнообразные методы (табл. 1).

Поскольку круг потенциальных угроз достаточно широк, то ни один из известных методов диагностики не устраняет все пробелы в идентификации стратегических рисков. Для получения целостной картины целесообразно использовать те или иные комбинации различных методов.

Таблица 1

Методы выявления стратегических рисков

Подход к выявлению рисков организации	Методы выявления стратегических рисков
Фактографические методы	Метод анализа публикаций, статистические методы, факторный анализ, метод аналогии, анализ инцидентов и аварий
Экспертные методы	«Мозговая атака», двухтуровое анкетирование, интервьюирования (с высшим руководством, персоналом организации, клиентами, партнерами и др.), сценарный анализ, анализ дерева ошибок (Fault Tree Analysis)
	Применение специальных стандартизированных вопросников
Ревизорский подход к выявлению рисков	Процедура «примеривания» заранее заготовленного списка рисков к особенностям конкретной фирмы. Отраслевой анализ рисков
Мониторинг и системы раннего оповещения	Системы наблюдения за стратегическими составляющими программы риск-менеджмента (Strategic Issue Management, SIM) Общая симптоматика стратегического риска (сигналы раннего оповещения о проблемах в фирме предложенные Дж. Баррикманом)
Методы стратегического анализа	SWOT-анализ, СТЭПП-анализ, анализ поля сил, диаграмма Ишикава, модель «пяти сил», матрица БКГ, секторный анализ
Методы финансового анализа	Свр-анализ, финансовый коэффициентный анализ
Специальные методы риск-менеджмента	Анализ развития сценариев (пр. в ходе идентификация событий в модели ERM COSO руководство должно определить потенциальные события, которые могут воздействовать на способность воплощать стратегию и достигать поставленных целей) Метод FRR используется при анализе рисков сетей и помещений Методика технического аудита HAZOP

Отдельного внимания заслуживает изучение возможных последствий стратегического риска. Последствиями проявления стратегического риска большинством авторов признается возможность отклонения от достижения (недостижение) поставленных стратегических целей (задач) [2; 12]. Однако здесь не рассматриваются ситуации, в которых сами стратегические цели оказались недостаточно эффективны, то есть существовала бы возможность наиболее полно использовать потенциал организации. Таким образом, возникает вероятность существования издержек упущенных возможностей для организации или риск того, что выбранные цели хоть и направлены на развитие организации, не обеспечивают максимально возможного приращения её потенциала. Данное предположение развивается R. Miles и C. Snow в предпринимательском аспекте стратегического риска. Стратегический риск здесь выступает как потенциальные потери, ассоциируемые в оперировании фирмы в данной среде, а не в альтернативной.

Таким образом, стратегический риск можно трактовать как возможность наступления рискованного события для лица, принимающего стратегические решения, результатом которого может быть полное или частичное недостижение стратегических целей. В данной трактовке стратегический

риск представляется как один из параметров качества управленческого решения, обеспечивающих сопоставимость альтернативных вариантов принимаемых стратегических решений и повышающих их обоснованность.

Отметим, что при разнонаправленности целей органов государственной власти (с одной стороны) ГЧП и частного бизнеса (с другой стороны) ситуация стратегического риска становится очевидной. Следует понимать, что каждая из сторон, несмотря на обоюдные выгоды от ГЧП, имеет собственные цели, решает свои конкретные задачи, следовательно, имеет разные мотивации. Государство заинтересовано в увеличении объемов, улучшении качества услуг, экономии государственных средств. Частный сектор стремится получать стабильную прибыль и расширить границы своего бизнеса на устойчивых рынках.

Несмотря на привлекательность данного направления сегодня, компания, выходя на этот рынок, должна сформировать наиболее устойчивую стратегию и соотносить ее с имеющимся потенциалом. Подчеркнем особую важность регулярного формализованного подхода как анализу набора критических задач, не выполнение которых приведет к немедленному срыву проекта. Наряду с технико-экономическим сопровожде-

нием таких проектов, руководитель обязан отслеживать конкурентную позицию фирмы в глазах своего партнера, формировать и поддерживать свое конкурентное преимущество. Выполнение этого требования минимизирует риск отказа от дальнейшей работы в рамках проекта в силу появления более выгодного партнера. В табл. 2 представлены возможные последствия от реализации стратегического риска как результат отклонения от сформированных целей ГЧП на уровне органов власти и бизнеса.

Отметим, что ситуация стратегического риска здесь может быть вызвана не столько представленными стратегическими установками, а скорее возможными перекосами в формировании целей той или другой стороны.

Примером таких перекосов с позиции бизнеса является смещение стратегических целей в направлении изъятия излишней монополярной ренты, ориентация на краткосрочные планы без инвестирования в модернизацию. Государство в свою очередь также может подвергнуть сотрудничество определенной опасности, если преследует сугубо политические цели, например, сдерживая оправданный рост тарифов, ограничивая экономическую свободу партнера, затягивая процессы согласования различных этапов реализации ГЧП. Неопределенность в отношении налоговых поступлений в долгосрочном периоде (охватывающем сроки реализации большинства проектов ГЧП) может приводить к переоценке органами публичной власти возможностей бюджета и принятию чрезмерных расходных обязательств по ГЧП. В результате такие стратегические риски, основа которых – ошибочные целевые установки, могут проявляться в текущей деятельности сторон.

Отдельным элементом проявления стратегического риска, который может снизить эффективность проектов, осуществляемых в рамках ГЧП, является отсутствие четкого целеполагания при выработке стратегии раз-

вития региона. Эффективная система государственного стратегического планирования в субъекте РФ позволяет выделить совокупность целей, последовательности действий, приоритетов для развития потенциала региона в среднесрочной и долгосрочной перспективе. В этой связи система документов планирования в сфере ГЧП является не самостоятельной и обособленной группой документов, а составной частью системы документов стратегического планирования субъекта РФ. Определение ключевых отраслей в рамках развития ГЧП позволяет максимально сконцентрировать трудовые и финансовые ресурсы. Тем самым становление ключевых (ведущих) направлений региона позволяет сформировать базу для прогрессивного развития поддерживающих институтов. Структурная связь в формировании целей развития региона и реализации проектов ГЧП представлена на рисунке.

Опыт ряда регионов доказал эффективность такого подхода как на стратегическом, так и на тактическом уровне. Тактические мероприятия здесь направлены, прежде всего, на создание условий для реализации заявленной инвестиционной стратегии региона.

Формализации требуют процессы, направленные на правовое регулирование различных аспектов ГЧП. Таким образом, государство изначально берет на себя правовые и политические риски, сокращая степень неопределенности у представителей бизнес-сообщества.

Разработка и применение специальных методов качественной и количественной оценки текущих рисков для всех сторон, участвующих в ГЧП, является инструментом контроля над ходом исполнения процесса. Разработка матрицы рисков проекта с указанием допустимых значений, методов управления и ответственных структур является одним из ключевых инструментов в управлении рисками ГЧП.

Таблица 2

Последствия от реализации стратегического риска в рамках ГЧП

Целевые установки	
Органы государственного управления	Бизнес-партнер
Экономия бюджетных средств Повышение качества и доступности услуг Привлечение частных средств на модернизацию ОФ Совершенствование процессов управления	Расширение границ бизнеса Повышение прибыльности компании Долгосрочное стабильное функционирование компании
Отклонения от целей и последствия стратегического риска	
Органы государственного управления	Бизнес-партнер
Возрастающая нагрузка на бюджет Снижение качества предоставляемых услуг Снижение доступности услуги для населения Прогрессирующий износ государственного имущества	Не достижение запланированного объема прибыли Рост транзакционных издержек, связанный с бюрократизацией



Стратегические и тактические аспекты целеполагания на уровне субъекта РФ в рамках ГЧП

Принимая возможность реализации стратегических рисков и частный бизнес, и государство все-таки реализуют совместную работу при условиях, что стратегические риски могут быть минимизированы. Разделение рисков является обязательным условием отношений ГЧП. При этом наибольшую сложность представляет поиск оптимального распределения рисков в зависимости от специфики проекта ГЧП. Наиболее эффективный подход выражается в грамотном распределении риска – каждый риск по проекту несет та сторона, которая способна наилучшим образом им управлять. Сложность в реализации этого правила заключается в том, что, с одной стороны, частный инвестор стремится увеличить доход и поэтому склонен недооценивать риски проекта ГЧП (прямая зависимость «риск – доход»); с другой стороны, публичный орган стремится снизить ответственность и поэтому склонен завышать риски, передаваемые частному сектору (обратная зависимость «риск – доход/ответственность») [11].

Целый ряд методов снижения стратегических рисков ложится на органы власти и общественности. Среди таких механизмов можно указать создание координационного совета по развитию ГЧП, совершенствование правового поля, регулирующего вопросы ГЧП. В процессе формирования государственной политики развития сферы ГЧП субъекта РФ рекомендуется привлекать потенциальных участников ГЧП и заинтересованных лиц: российских и иностранных частных инвесторов, финансовые организации, консультантов и экспертные организации, представителей органов публичной власти. В зарубежной практике

многими странами разработаны стандартные процедуры управления в сфере ГЧП. Минэкономразвития рекомендует к использованию Региональный ГЧП-стандарт, который состоит из четырех основных блоков. Первый – планирование развития инфраструктуры и учет механизмов государственно-частного партнерства в документах стратегического планирования в субъекте РФ. Второй – организация системы государственного и муниципального управления сферой ГЧП в регионе. Третий – региональная нормативно-правовая база в сфере ГЧП, и четвертый блок – стимулирование участия частного сектора экономики в реализации инфраструктурных проектов.

Указанные меры позволяют гарантировать, что все проекты ГЧП будут реализованы в соответствии с долгосрочными стратегическими документами государственной политики, а также помогает осуществлять координацию между органами государственной власти и иными участниками процесса реализации ГЧП.

Список литературы

1. Акимов В.А. Основные опасности и угрозы современной России: Оценка и прогноз // Стратегия гражданской защиты: проблемы исследования. – 2013. – № 2. – С. 105–119.
2. Вишняков Я.Д. Общая теория рисков: Учебное пособие для студ. Высш. учеб. заведений / Я.Д. Вишняков, Н.Н. Радаев. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
3. Вяткин В.Н., Гамза В.А., Екатеринославский Ю.Ю., Иванушка П.Н. Управление рисками фирмы // Программа интерактивного риск-менеджмента. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 400 с.
4. Евстафьев И.Н. Тотальный риск-менеджмент / И.Н. Евстафьев. – М.: Эксмо, 2008. – 208 с.
5. Кабашкин В.А. Государственно-частное партнерство: международный опыт и российские перспективы. – М.: ООО «МИЦ», 2010. – 576 с.

6. Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Качалов Р.М. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегия, безопасность / Г.Б. Клейнер, В.Л. Тамбовцев, Р.М. Качалов. – М.: Экономика, 1997. – 288 с.
7. Лебедева А.В. Анализ существующих подходов к определению сущности стратегических рисков // Дискуссия. – 2010. – № 8. – С. 35–38.
8. Матаев Т.М. Типология рисков по проектам государственно-частного партнерства // Российское предпринимательство. – 2012. – № 3. – С. 4–10.
9. Платформа поддержки инфраструктурных проектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pppi.ru/sites/all/themes/pppi_new/img/raytingREG2017_B5_Block_31-03-2017-web.pdf (дата обращения: 04.05.2017).
10. Понягина А.Е. Подходы к пониманию и классификации рисков // Современные экономические проблемы, тенденции, перспективы. – 2012. – № 6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mivlgu.ru/site_arch/educational_activities/journal_ec/journal_arch/N6/panyagina.pdf (дата обращения: 04.05.2017).
11. Рекомендации по реализации проектов государственно-частного партнерства в субъектах Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pppcenter.ru/assets/files/presentations/GChP-Recommend_web.pdf (дата обращения: 04.05.2017).
12. Сливоцки А., Джик Д. Учеть самый главный риск // Harvard Business Review (русское издание). – 2005. – С. 32–43.
13. Simons, R. Stress-test your strategy // Harvard Business Review 2010 (November): P. 92–100.

УДК 338.27: 330.46

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-НАКОПИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Мамченко О.П., Исаева О.В., Байкин А.А.

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, e-mail: asuolga@mail.ru,
isaeva.olgav@mail.ru, baykinaa@mail.ru*

Настоящая статья посвящена описанию разработанной авторами динамической модели управления производственно-накопительными процессами в организационно-экономических системах. Данная модель учитывает случайные факторы в условиях применения эластичных и жестких ограничений. Основной характеристикой управления производственно-накопительными процессами является скорость реакции на изменение условий функционирования организационно-экономической системы, поэтому система управления такими процессами должна быстро адаптироваться к текущим изменениям. При вероятностном моделировании производственно-накопительных процессов для целей управления рассмотрены проблемы выбора класса моделей и методов моделирования. В предлагаемой модели рассматривается трехуровневая система управления производственно-накопительными процессами. Описаны алгоритмы планирования и регулирования, осуществляющие пространственное согласование работы производственных процессов с учетом планируемого или реального состояния производственных и накопительных процессов на определенном промежутке времени и условия невыхода уровня накопления за пределы допуска. Показано, что использование накопительных процессов, благодаря сглаживанию влияния случайных факторов, позволяет повысить эффективность согласования производственных процессов.

Ключевые слова: организационно-экономические системы, производственно-накопительные процессы, динамическая модель управления, управление запасами, финансово-материальные ресурсы, согласование процессов

DYNAMIC MODEL OF MANAGEMENT OF PRODUCTION-ACCUMULATING PROCESSES IN ORGANIZATIONAL-ECONOMIC SYSTEMS

Mamchenko O.P., Isaeva O.V., Baykin A.A.

*Federal State Educational Institution of Higher Education «Altai State University», Barnaul,
e-mail: asuolga@mail.ru, isaeva.olgav@mail.ru, baykinaa@mail.ru*

The present article is devoted to the description of the dynamic model developed by the authors of management of production-accumulation processes in organizational and economic systems. This model takes into account random factors in conditions of application of elastic and rigid restrictions. The main characteristic of managing production-accumulation processes is the speed of reaction to changing conditions of the functioning of the organizational and economic system, therefore the management system of such processes must quickly adapt to the current changes. In the case of probabilistic modeling of production-accumulation processes for control purposes, the problems of choosing a class of models and modeling methods are considered. The proposed model considers a three-level system for managing production-accumulation processes. Algorithms of planning and regulation that carry out spatial coordination of the work of production processes with account taken of the planned or actual state of production and storage processes for a certain period of time and the conditions for the non-existence of the level of accumulation beyond the limits of tolerance are described. It is shown that the use of accumulation processes, due to the smoothing of the influence of random factors, makes it possible to improve the efficiency of harmonization of production processes.

Keywords: organizational and economic systems, production and accumulation processes, a dynamic management model, inventory management, financial and material resources, process coordination

В условиях современной экономики, характеризующейся динамичностью, важное значение приобретает оптимизация управления организационно-экономическими системами, позволяющая сочетать высокую оборачиваемость финансово-материальных ресурсов в системе и за её пределами с риском возникновения дефицита, выполнять прогнозирование, повышать финансовую устойчивость, определять источники развития системы на основе внешних и внутренних факторов и проводить её комплексную реструктуризацию. Под организационно-

экономической системой будем понимать «сложную взаимосвязанную совокупность элементов – организационно, экономически, а иногда и технологически связанных между собой подсистем более низкого уровня» [8].

Управлять производственно-накопительными процессами необходимо иерархической системой алгоритмов, в которой алгоритмы более высоких уровней осуществляют агрегированное согласование работы процессов нижележащего уровня. Задача согласования упрощается, если в ор-

ганизационно-экономической структуре системы между производственными процессами (ПП) осуществляются накопительные процессы (НП), образующие запасы материальных, трудовых или финансовых ресурсов. Использование накопительных процессов, благодаря сглаживанию влияния случайных факторов, позволяет повысить эффективность согласования производственных процессов.

При вероятностном моделировании производственно-накопительных процессов для целей управления возникают проблемы выбора класса моделей и методов моделирования. Чаще всего для этих целей используются методы теории управления запасами, методы статистических испытаний и экономического анализа [3, 4]. Задача управления запасами возникает тогда, когда необходимо создать финансовый или материальный запас с целью удовлетворения спроса на некотором интервале времени. Поэтому при решении задачи управления организационно-экономическими системами возникает необходимость в управлении финансовыми и материальными запасами, образующимися в накопительных процессах, связывающих систему с внешней средой по входу и выходу, так и в накопительных процессах, осуществляющих связь производственных процессах. Следовательно, для организационно-экономических систем возникает необходимость в решении двух видов задач управления запасами.

В задачах управления финансовыми или материальными запасами, образующимися в накопительных процессах, связывающих систему с внешней средой по входу и выходу, решаются вопросы выбора размеров и сроков размещения заказов на запаасаемую (отгружаемую продукцию) или объемов всех видов финансовых поступлений в систему (оттоков из системы). Это стандартная задача теории управления запасами.

Наличие накопительных процессов, связывающих производственные элементы, определяет специфику управления финансовыми или материальными запасами. С одной стороны, финансово-материальные запасы позволяют уменьшить жесткость связей процессов, составляющих структуру организационно-экономической системы, и, следовательно, снизить требования к управлению. С другой стороны, наличие накопительных процессов увеличивает число вариантов задачи выбора управлений и требования к оптимальности и интегрированности системы.

Эти особенности производственно-накопительных процессов, как объекта управления, выдвигают специфические требова-

ния к системе управления. Во-первых, при управлении такими процессами среди прочих затрат учитываются стоимости товарно-материальных запасов и расходы на их хранение. Во-вторых, уровни запасов должны находиться в пределах допуска, выход из которых ведет к излишним потерям от связывания оборотных средств, дефициту или аварийным остановкам производственно-накопительных процессов, зачастую связанных с потерями от простоя, затратами на выведение технологии в рабочий режим, штрафами за несвоевременную поставку продукции потребителям, убытками от расторжения договоров. В-третьих, для учета временных и пространственных факторов система управления производственно-накопительными процессами должна быть иерархической.

Анализ методов и практики разработок систем управления запасами показывает, что вторая задача методами теории управления запасами не решается. Частная задача рассмотрена в некоторых работах. Однако при большом числе производственных и накопительных процессов и произвольной структуре их связей задача является сложной.

Следовательно, вероятностное моделирование производственно-накопительными процессами в рамках теории управления запасами полностью осуществить не удаётся, хотя понятия, термины и методы этой теории могут использоваться при построении рассматриваемых систем управления. Кроме того, для вероятностного анализа широко применяются методы статистических испытаний. Их применение для управления выделенным классом систем будет оправдано, если для части оценок получены конечные формулы, проведено упрощение структуры системы, например, по принципу узких мест, использованы альтернативные модели, выбираемые алгоритмом по требуемой точности вычислений.

Одной из сложных задач экономико-математического моделирования является получение оценок вероятностей выхода уровней запасов в накопительных процессах за пределы допуска. С этой целью могут быть использованы результаты исследований, изложенные в работах [2, 6, 7]. К сожалению, решения, описываемые на основе моделей этого класса, следует рассматривать скорее как принципиальные выводы, а не конкретные рекомендации для управления системами с накопительными процессами.

При решении задач стратегического планирования и оперативного управления необходимо использовать многоэтапную вероятностную модель траектории развития

процесса и многоэтапную вероятностную модель планирования, ориентированную на получение с заданной, заранее установленной степенью вероятности выполнения планового задания и минимизирующую вероятность выхода уровней накопления за пределы допуска.

Как следует из обзора вероятностных моделей, к настоящему времени для организационно-экономических систем с производственно-накопительными процессами требуется проведение системных исследований задачи управления, которые могут быть выполнены с использованием методов декомпозиции.

Рассмотрим функционирование организационно-экономической системы на промежутке времени $[O, T]$, разбитом на интервалы $[t_{j-1}, t_j]$, $j = 1, N$, $t_0 = 0$, $t_N = T$, осуществляемое в частично неконтролируемой среде, причем основное влияние стохастических факторов проявляется в не-прогнозируемом сбое ПП, обусловленном различными причинами.

Будем предполагать, что в данной системе происходит N производственных (ПП $_i$, $i = \overline{1, N}$) и M одноресурсных накопительных процессов (НП $_k$, $k = \overline{N+1, N+M}$). Одна часть НП (НП $_k$, $k = \overline{N+1, M_1}$) осуществляет связь системы с внешней средой по входу, вторая часть (НП $_k$, $k = \overline{M_1+1, M_2}$) осуществляет связь между ПП, а третья часть (НП $_k$, $k = \overline{M_2+1, N+M}$) связывает систему с внешней средой по выходу.

Структура производственно-накопительного процесса задается множеством Q_k номеров ПП, осуществляющих связь с НП $_k$ по входу, множеством P_k номеров ПП, связанных с НП $_k$ по выходу, множеством Q_i номеров НП, связанных с ПП $_i$ по входу и множеством P_i номеров НП, осуществляющих связь с ПП $_i$ по выходу.

Объемные статические модели ПП $_i$ записываются в виде

$$Y_{ij}^{x,y}(f_{ij}, u_{ij}) = \alpha_{ij}^{x,y}(f_{ij}, u_{ij}) \tau_{ij},$$

где $Y_{ij}^{x,y}(f_{ij}, u_{ij})$ – количество ресурса или продукта x_i (или y_i) потребляемого (или выпускаемого) ПП $_i$ в интервале времени $[t_{j-1}, t_j]$;

$\alpha_{ij}^{x,y}(f_{ij}, u_{ij})$ – средняя интенсивность потребления ресурса x_i (или выпуска продукта y_i) в интервале $[t_{j-1}, t_j]$;

u_{ij}, f_{ij} – значения управляющего и возмущающего воздействия на ПП $_i$ в интервале $[t_{j-1}, t_j]$;

τ_{ij} – время работы ПП $_i$ в интервале времени $[t_{j-1}, t_j]$.

Величины $Y_{ij}^{x,y}$ и $\alpha_{ij}^{x,y}$ представляют собой векторы, координатами которых являются, соответственно $Y_{kij}^x, \alpha_{kij}^x$ и $Y_{mij}^y, \alpha_{mij}^y$, где $k \in Q_i, m \in P_i$. Уравнение связи между ПП и НП записывается в виде $Y_{ijk}^x = Y_{kij}^x$ и $Y_{ijm}^y = Y_{mij}^y$. Использование различных типов производственных функций обсуждалось в работе [1].

Текущий уровень запаса в НП $_k$ в момент времени t_j определяется из формулы $V_k(t_j) = V_k(t_{j-1}) + z_{kj} \Delta t_j$, где $\Delta t_j = t_j - t_{j-1}$. Для НП, осуществляющих связь ПП, получаем

$$z_{kj} = \sum_{i \in Q_k} \alpha_{kij}^x(f_{ij}, u_{ij}) \gamma_{ij} - \sum_{i \in P_k} \alpha_{kij}^y(f_{ij}, u_{ij}) \gamma_{ij},$$

$$\gamma_{ij} = \frac{\tau_{ij}}{\Delta t_j}.$$

Для НП, осуществляющих связь производства с внешней средой по входу,

$$z_{kj} = x_k - \sum_{i \in P_k} \alpha_{kij}^y(f_{ij}, u_{ij}) \gamma_{ij}, \quad x_k = \frac{Q_k}{\Delta t_{kj}},$$

где x_k – интенсивность поставок на НП $_k$; Q_k – объем единовременной поставки на НП $_k$; Δt_{kj} – интервал времени между поставками на НП $_k$.

Для НП, осуществляющих связь производства с внешней средой по выходу,

$$z_{kj} = \sum_{i \in Q_k} \alpha_{kij}^x(f_{ij}, u_{ij}) \gamma_{ij} - y_k, \quad y_k = \frac{Q'_k}{\Delta t'_{kj}},$$

где y_k – интенсивность отгрузки из НП $_k$; Q'_k – объем единовременной отгрузки из НП $_k$; $\Delta t'_{kj}$ – интервал времени между отгрузками из НП $_k$.

В данной модели на интервале времени $[O, T]$ рассматривается трехуровневая система управления производственно-накопительными процессами, в которой верхний уровень, уровень планирования, осуществляет разбиение плана по пространственной структуре производства. Второй уровень (регулирования) выявляет отклонения фактических результатов от плановых в каждый из моментов времени $t_j, j = \overline{1, N-1}$ и осуществляет проверку возможности выполнения плана на оставшемся интервале времени $[t_j, T]$. Нижний уровень осуществляет непосредственное управление производственно-накопительными процессами.

На уровнях планирования и регулирования осуществляется пространственное согласование работы ПП с учетом плани-

руемого или реального состояния производственных и накопительных процессов на рассматриваемом j -м интервале времени $[t_{j-1}, t_j]$ и условия невыхода уровня накопления за пределы допуска.

В задаче планирования план экономическим или техническим звеньям получают на основе календарного плана всей системы $X_{[0,T]}^* = [X^*(0), X^*(t_1), \dots, X^*(t_N = T)]$, где $X^*(t) = [X_k^*(t)]$, $k \in \Omega$ – множество номеров накопительных процессов, для которых решена задача календарного планирования; а $X_k^*(t)$ – объем k -го ресурса (продукта), т.е. помещенного в НП _{k} , за интервал $[0, t]$.

Модель прогнозируемого в момент времени t_j выпуска объема k -го ресурса (продукта) за $[0, t]$ имеет вид

$$X_k^*(t) = X_k^*(t_j) + \sum_{i \in Q_k} Y_{kj}(f_{ij}, u_{ij}, \tau_{ij})(t - t_j),$$

$$t \in [t_j, T],$$

где $X_k^*(t)$ – прогноз выпуска k -го ресурса (продукта) в момент времени t_j ;

$X_k^*(t_j)$ – выпуск k -го ресурса (продукта) за $[0, t]$.

Решение задачи планирования позволяет определить программу управления каждым ПП _{i} , связанным по выходу с НП _{k} в следующем виде

$$\alpha_{ki}^*[0, t_{N-1}] = [\alpha_{ki1}^*(f_{i1}, u_{i1}), \dots, \alpha_{kiN}^*(f_{iN}, u_{iN})],$$

где $\alpha_{kij}^*(f_{ij}, u_{ij})$ – интенсивности работы ПП _{i} на интервале $[t_{j-1}, t_j]$.

Оперативное планирование целесообразно осуществлять в соответствии со следующим алгоритмом.

Шаг 1. Полагаем $j=1, t_0=0$.

Шаг 2. С учетом планируемых состояний $X_k^*(t_j), X_k^*(t_{j-1})$ определяем значения интенсивностей работ $\alpha_{kij}^*(f_{ij}, u_{ij})$, лежащих в границах допустимой экономической или производственной мощности так, чтобы выполнялось равенство

$$D^k(t_j) = M \left[X_{t_j}^k(T) / \left\{ P^* - \lambda_1 \leq P(X_{t_j}^k(T) > X_k^*(T)) \leq P^* + \lambda_2 \right\} \right],$$

где $P^* = P[X_{0k}(T) > X_k^*(T)] = \frac{1}{2} - \Phi \left(\frac{X_k^*(T) - M[X_{0k}(T)]}{\sqrt{D[X_{0k}(T)]}} \right)$ – вероятность выполнения

планового задания при реализации программной траектории $X_k^*[0, T]$;

λ_1, λ_2 – предельно допустимые уровни снижения и превышения вероятности выполнения планового задания;

$X_k^*(T)$ – плановое задание для момента времени T .

$$\sum_{i \in Q_k} M \left[Y_{kj}^*(f_{ij}, u_{ij}, \tau_{ij}) \right] = \frac{X_k^*(t_j) - X_k^*(t_{j-1})}{\Delta t_j},$$

$$\alpha_{kij}^*(f_{ij}, u_{ij}) \in W_{kij}, k \in \Omega.$$

Шаг 3. Определяем интенсивности работ остальных ПП из условия невыхода уровня накопления за верхний и нижний пределы с максимальной вероятностью. При этом решаются задачи

$$P(V_{kj \min} \leq V_{kj} \leq V_{kj \max}) \rightarrow \max_{\alpha_{kij} \in W_{kij}}$$

или

$$P(V_{kj \max} < V_{kj} < V_{kj \min}) \rightarrow \min_{\alpha_{kij} \in W_{kij}}, k \notin \Omega.$$

Движение по экономической или производственной структуре производится, начиная от НП, осуществляющих связь производства с внешней средой по выходу, в направлении противоположном движению финансовых или материальных потоков.

Шаг 4. Полагаем $t_j = t_{j-1} + \Delta t_j$, если $t_j < T$, то переходим на шаг 2, иначе заканчиваем оперативное планирование.

Регулирование производственно-накопительных процессов предлагается осуществить в соответствии со следующим алгоритмом.

Шаг 1. Полагаем $j=1, t_0=0$ и устанавливаем интенсивности $\alpha_{ki1}^*(f_{i1}, u_{i1})$.

Шаг 2. Полагаем $t_j = t_{j-1} + \Delta t_j$, и если $t_j = T$, то конец очередного цикла управления.

Шаг 3. Измеряем объемы k -го ресурса (продукта) $X_k(t_j) \forall k \in \Omega$ и определяем прогнозируемые значения цели управления

$$M[X_{t_j}^k(T)] = X_k(t_j) + \sum_{k=j+1}^N \Delta t_j \sum_{i \in Q_k} M[Y_{kj}^*(f_{ij}, u_{ij}, \tau_{ij})].$$

Шаг 4. Для \forall НП _{k} , $k \in \Omega$ проверяется условие $M[X_{t_j}^k(T)] \in D^k(t_j)$, где $D^k(t_j)$ – область значений, удовлетворяющая условиям

Шаг 5. Если условие шага 4 выполняется, то коррекция не проводится, т.е. реализуются интенсивности и переходим к шагу 9 алгоритма.

Шаг 6. Если условие шага 4 не выполняется, то анализируются возникшие отклонения. Если компенсировать отклонение на интервале $[t_j, T]$ не удается при имеющихся ресурсах, то осуществляется выход в подсистему более высокого уровня с целью корректировки планового задания на интервале $[t_j, T]$. Если возникшие отклонения удастся компенсировать, то вычисляются интенсивности, удовлетворяющие выражениям

$$\sum_{k \in Q_k} M[Y_{kj}^*(f_{ij}, u_{ij}, \tau_{ij})] = \frac{X_k^*(t_j) - X_k(t_{j-1})}{\Delta t_j},$$

$$\alpha_{kij}^* \in W_{kij}, k \in \Omega.$$

Шаг 7. Выполняется шаг 3 алгоритма оперативного планирования.

Шаг 8. Устанавливаем значения интенсивностей $\alpha_{kij}^*(f_{ij}, u_{ij})$ и осуществляем переход к шагу 2 алгоритма.

Шаг 9. Проверяются условия выхода уровня накопления за установленные пределы с заданной вероятностью

$$P(V_k \geq V_{k \max}) \leq h_1; P(V_k \leq V_{k \min}) \leq h_2.$$

Если данные условия выполняются, то выполняем переход к шагу 2 алгоритма. В противном случае возврат к шагу 7.

Таким образом, разработанные для модели алгоритмы планирования и регулирования могут быть конкретизированы до постановок задач, входящих в них для численного решения, и реализованы в виде моделирующего программного комплекса.

В алгоритмах управления запасами наиболее трудоёмким является определение плотности распределения выполнения стратегического плана и плотности распределения текущего уровня запаса в НП, требующие вычисления композиции законов распределения времени безотказной работы ПП. В работе [5] рассмотрены способы вычисления композиций законов распределения при распределении времени безотказной работы ПП по усеченному нормальному закону и в классе кривых Пирсона.

Список литературы

1. Байкин А.А. Управление выбором производителя с учетом влияния конъюнктурной информации / А.А. Байкин, О.В. Исаева, Е.Ю. Иванов // Проблемы управления. – 2008. – № 4. – С. 55–64.
2. Грылева И.В. Условия применения статических детерминированных и вероятностных математических моделей управления запасами. // Интернет-журнал «Мир науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://mir-nauki.com/PDF/28EMN414.pdf>. (дата обращения: 17.04.17).
3. Губко М.В. Управление организационными системами: современные научные направления / М.В. Губко, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков // Проблемы теории и практики управления. – 2011. – № 12. – С. 62–71.
4. Клейнер Г.Б. Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды Москва: ЦЭМИ РАН, 2016. – 856 с.
5. Мамченко О.П. Иерархические системы управления в экономике: монография / О.П. Мамченко, Н.М. Оскорбин. – Барнаул, Издательство Алт. ун-та, 2007. – 283 с.
6. Разиньков П.И. Проблемы разработки модели оптимизации запасов материальных ресурсов на предприятии / П.И. Разиньков, О.П. Разинькова // Программные продукты, системы и алгоритмы. – 2016. – № 4. – С. 82–85.
7. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети / Т. Саати. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 360 с.
8. Федорович В.О. Состав и структура организационно-экономического механизма управления собственностью крупных промышленных корпоративных образований / В.О. Федорович // Сибирская финансовая школа. – 2006. – № 2. – С. 45–54.

УДК 339.13.017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОВЫХ РЫНОЧНЫХ НИШ В БЬЮТИ-ИНДУСТРИИ**Никитина О.А.***Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург,
e-mail: maol@rambler.ru*

В условиях высокой конкуренции компаниям необходимо проводить полный анализ отраслевого рынка и прогнозировать новые рыночные ниши для развития своего бизнеса. Для определения новых направлений спроса на основе выявления интереса потребителей «бьюти-индустрии» целесообразно проводить маркетинговые исследования значимости мотивов посетителей (не специалистов) на специализированных выставках. В работе представлено пилотное исследование по поиску новых рыночных ниш в бьюти-индустрии на основе разработанной автором экспресс-методики выявления спроса на специализированной выставке, которая позволяет компаниям быстро и эффективно выявлять направления для диверсификации деятельности и создавать новые «бьюти-стартапы» на ближайшую перспективу. Проведенный автором анализ направлений спроса потребителей на специализированной выставке «INTERCHARM Professional Санкт-Петербург – 2017» показал, что имеется перспективное направление услуг «Эстетическое омоложение лица и тела», которое характеризуется значительным потенциалом потребителей и может быть реализовано в формате студий эстетического омоложения (СЭО) лица и тела.

Ключевые слова: бьюти-индустрия, СПА-индустрия, специализированная выставка, рыночный сегмент, рыночная ниша, запросы потребителей

DEFINITION OF NEW MARKET NIS IN THE INDUSTRY OF BEAUTY**Nikitina O.A.***St.-Petersburg State University of Economics, St.-Petersburg, e-mail: maol@rambler.ru*

In a highly competitive environment companies need to conduct a full analysis of the industry market and predict new market niches for the development of their business. To determine new directions of demand on the basis of identifying the interest of consumers in the «beauty industry», it is advisable to conduct marketing studies of the significance of the motives of visitors (not specialists) at specialized exhibitions. In the work is presented a pilot study on the search for new market niches in the beauty industry based on the express method developed by the author and approved at the specialized exhibition «INTERCHARM Professional St. Petersburg-2017», which allows companies to quickly and efficiently identify directions for diversification of activities and create new «beauty start-ups» for the near future. The analysis carried out by the author to identify the directions of consumer demand at the specialized exhibition INTERCHARM Professional St. Petersburg-2017 showed that there is a promising line of services «Aesthetic facial and body rejuvenation», which is characterized by a significant potential of consumers and can be realized in the format of Studio of aesthetic rejuvenation (SAR) of the face and body.

Keywords: beauty industry, SPA industry, specialized exhibition, market segment, market niche, consumer demand

В условиях сильно возросшей конкуренции компаниям необходимо довольно часто проводить полный анализ отраслевого рынка для выявления тенденций его развития и прогнозировать по выявленным направлениям новые рыночные ниши, которые, возможно, еще не сформировались окончательно, но уже имеют целевой спрос у потребителей [1, 2].

Новые рыночные ниши возникают в результате дробления отраслевого рынка и смежных с ним рынков (например, санаторно-курортного, индустрии красоты, туристско-рекреационного, медицинского и др.) под влиянием изменения политики цен на услуги, перемен в моде, смены жизненных стилей и концепций, а также научно-технического прогресса и вытеснения конкурентов.

Например, для определения новых направлений спроса на основе выявления интереса потребителей «бьюти индустрии»

целесообразно проводить маркетинговые исследования значимости мотивов посетителей (не специалистов) на специализированных выставках.

Материалы и методы исследования

В качестве основных методов исследования нами применялись: анализ социологических исследований в изучении данного вопроса, опубликованных в российской и зарубежной печати по существу теоретическим подходам, обсуждение результатов исследования, учет их при интерпретации собственных полевых социологических исследований; разработка теоретических гипотез для первичных социологических исследований, выбор гипотез, разработка анкетных опросников для письменных, устных, онлайн-, офлайн-исследований; опрос в форме анкетирования; обработка и анализ данных; сравнительный и типологический анализ; качественный и количественный анализ, интерпретация полученных результатов, кейс-стади из авторского информационного архива материалов по исследуемой тематике, что обеспечило максимальное погружение в проблематику исследования.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

С целью определения новых рыночных ниш и направлений спроса на «бьюти-рынке» нами было проведено эмпирическое исследование, представленное экспертными полуструктурированными интервью с посетителями выставки «INTERCHARM Professional Санкт-Петербург – 2017» (N = 48) [3].

По ответам на первый вопрос участники опроса были разделены нами на две группы: «Адепты СПА-услуг» и остальные, потребители услуг предприятий индустрии красоты (ПИК) в целом (в исследовании эта группа получила название «Потребители ПИК»). Данные опросов представлены в табл. 1 и 2.

Анализ результатов проведенных опросов показал, что в группе «Потребители

ПИК» отчетливый спрос и интерес посетители проявляют к таким услугам, как «Стрижка/Укладка/Лечение волос/Маникюр/Педикюр», «Эстетические уходы за лицом и телом», «Эстетическое омоложение лица и тела».

В группе «Адепты СПА-услуг» отчетливый спрос фиксировался на такие услуги, как «Восстановление сил и отдых», «Эстетическое омоложение лица и тела», «Персонализированный СПА-сервис», «Нехирургическое омоложение лица и тела при помощи аппаратных методов косметологии».

В обеих группах опрошенных «Потребители ПИК» и «Адепты СПА-услуг» значимость мотива при посещении СПА-салонов и салонов ПИК – «Эстетическое омоложение лица и тела» – совпала при проведении опросов в обеих группах.

Таблица 1

Данные опроса посетителей выставки «INTERCHARM Professional Санкт-Петербург – 2016», группа «Потребители ПИК»

Вопрос: Вспомните свой последний визит в салон индустрии красоты – Какие три основные причины определяли ваш выбор?			
Доля в процентах	1-я причина	2-я причина	3-я причина
	Базис – 22 чел.	Базис 22 чел.	Базис 22 чел.
Восстановление сил и отдых	10,1	8,2	9,3
Эстетические уходы за лицом и телом	13,1	12,1	19,2
Отдых с друзьями	3,0	9,3	3,0
Персонализированный сервис	7,1	10,3	12,1
Эстетическое омоложение лица и тела	10,8	20,2	14,8
Стрижка/укладка/Лечение волос Маникюр/Педикюр	26,8	14,2	10,3
Массаж	10,1	5,2	7,1
Тагуаж	4,0	5,2	8,2
Другое	3,0	3,1	4,0

Таблица 2

Данные опроса посетителей выставки «INTERCHARM Professional Санкт-Петербург-2016», группа «Адепты СПА-услуг»

Вопрос: Вспомните свой последний визит в СПА-салон – Какие три основные причины определяли ваш выбор?			
Доля в процентах	1-я причина	2-я причина	3-я причина
	Базис – 26 чел.	Базис 26 чел.	Базис 26 чел.
Восстановление сил и отдых	22,8	11,0	8,2
Эстетическое омоложение лица и тела	9,9	10,3	21,2
Отдых с друзьями	3,0	6,6	5,2
Персонализированный СПА-сервис	19,8	20,9	10,3
Фитнес	4,0	5,5	5,2
Хамам	4,0	2,2	9,3
СПА-Массаж	6,9	9,2	10,3
Нехирургическое омоложение лица и тела при помощи аппаратных методов косметологии	11,0	26,8	14,3
Другое	4,0	1,1	3,1

Таблица 3

Общие сведения для расчета верхнего и нижнего предела потенциала новой рыночной ниши для СЭО [4, 5]

Показатель	Численность, тыс. человек
Население г. Санкт-Петербурга на 1 января 2016 г.	5 225,7
Численность женщин в г. Санкт-Петербурге в возрасте 15–49 лет в 2016 г.	1 359,84
Потенциал рынка для СЭО в Санкт-Петербурге	407,95 (~ 30% от общего объема потенциальных потребителей – женщин в возрасте 15–49 лет)

В первой группе, «Потребители ПИК», этот мотив в качестве 1-ой причины занимал третью позицию в рейтинге, по второй причине занимал лидирующую позицию, а по третьей причине – вторую позицию в рейтинге.

В группе «Адепты СПА-услуг» мотив «Эстетическое омоложение лица и тела» в качестве первой причины занимал четвертую позицию, по второй причине занимал третью позицию в рейтинге, а по третьей причине лидировал в рейтинге в этой группе опрошенных.

Полученные данные в результате опроса позволили выявить новую рыночную нишу и потенциальный спрос лояльных потребителей услуг в «бьюти-индустрии» в условиях специализированной выставки на услуги «Эстетическое омоложение лица и тела».

Величины, полученные в группе «Адепты СПА-услуг», принимаются в качестве нижнего предела (складываются все процентные величины), а величины, полученные в группе «Потребители ПИК», в качестве верхнего предела, в результате чего в исследовании были получены следующие приближенные значения спроса на услуги «Эстетическое омоложение лица и тела»:

«Адепты СПА-услуг»:

$$9,9\% + 10,3\% + 21,2\% = 41,4\%.$$

«Потребители ПИК»:

$$10,8\% + 20,2\% + 14,8\% = 45,8\%.$$

Полученные данные можно использовать в качестве основы для расчета потенциала новой рыночной ниши для салонов красоты, специализирующихся только на услугах по «Эстетическому омоложению лица и тела» – студий эстетического омоложения (СЭО). Общие сведения для расчета верхнего и нижнего предела потенциала новой рыночной ниши для СЭО приведены в табл. 3.

Таким образом, при потенциале рынка 407,95 тыс. человек в г. Санкт-Петербурге: минимумом будет 168,89 тыс. человек (41,4% от 407,95 тыс. чел.) и максимумом 186,84 (45,8% от 407,95 тыс. чел.).

Следует обратить внимание, что в настоящее время при разработке концепций развития предприятий индустрии красоты (ПИК) все большую популярность приобретают следующие концепции:

1. Концепция развития предприятий индустрии красоты на основе холистического подхода к здоровью человека.

2. Концепция развития предприятий индустрии красоты на основе превентивного персонализированного подхода к здоровью человека.

В первом случае, холистический подход (от греческого *holos* – всеобъемлющий, совокупный), к оказанию услуг в индустрии красоты рассматривает человека как «единство его физического, психологического и энергетического состояний» [6]. При этом оказываемые услуги на предприятиях индустрии красоты должны базироваться на трех принципах:

1. *Принцип целостности* – воздействие, оказываемое на организм строится на балансе всех органов и систем человека в целом.

2. *Принцип полночувствительности* – воздействие осуществляется через все пять органов чувств (зрение, слух, осязание, вкус, обоняние).

3. *Принцип комфортности* – воздействие должно быть приятным клиенту и вызывать положительную психо-эмоциональную реакцию.

Исходя из «холистической концепции» на предприятиях индустрии красоты, особенно, на предприятиях СПА-индустрии, сегодня увеличивается количество комплексных программ для клиентов, построенных на этих принципах. Прежде всего, это «пакетные услуги», объединенные в одном комплексе услуг, оптимально сочетающиеся между собой процедуры, принимаемые в один день без перерыва с определенной последовательностью в одном или нескольких кабинетах с указанием единой цены и общего времени проведения.

Например, пакет услуг на принципах «холистической концепции» может быть следующим:

– Фитнес-класс;

- Музыкальный душ/душ впечатлений;
- Хамам + пилинг тела + мыльный массаж + циркулярный душ;
- СПА-обертывание;
- СПА-процедура для лица;
- Маникюр;
- Арома-отдых /дегустация ароматов/ ароматека;
- Фитнес-завтрак / Фитнес-ланч.

Второй подход к развитию предприятий индустрии красоты на основе концепции превентивного персонифицированного подхода к здоровью человека заключается в индивидуальном «управлении» состоянием здоровья и резервами человеческого организма. Индивидуальный превентивный план здоровья человека включает: оценку общего состояния организма на основе скрининговых методик ранней диагностики, оценку индивидуальных факторов риска развития тех или иных заболеваний, в зависимости от генетического анамнеза конкретного человека, оценку экологической ситуации в месте его проживания, особенностей и условий работы, наличия тех или иных вредных привычек или психологических зависимостей, профессиональных факторов риска, адекватности уровня физической активности, особенностей питания, пищевых привычек и пр. С учетом выявленных факторов риска составляется план их устранения, формируется индивидуальный комплекс общего оздоровления организма.

Превентивный персонифицированный подход к здоровью человека базируется на превентивной медицине – принципиально новой идеологии и методологии сохранения качества здоровья. Базируясь на прорывных достижениях молекулярной биологии, генетики, биоинженерии, индустрия бьюти получает возможность использовать высокие технологии здоровья (такие, как генетическое тестирование, изучение биомаркерных молекул, полипептиды в омоложении и др.) не столько с целью выявления патологических процессов в организме на доклинической стадии болезни, сколько для разработки индивидуального персонифицированного плана продления полноценной здоровой жизни человека до естественных, биологически обусловленных пределов, которые, по мнению геронтологов, составляют не менее 110–120 лет.

Таким образом, выделяемое нами новое направление услуг «Эстетическое омоложение лица и тела» на рынке бьюти-индустрии гармонично встраивается в современный мейнстрим как развитие СЭО на основе холистического подхода к здоровью человека или развитие СЭО на основе превентивного персонифицирован-

ного подхода к здоровью человека. Однако ключевым элементом в работе СЭО будет их интегрированность в структуру медицинского учреждения, а услуги СЭО могут определяться направлениями лечебной деятельности медицинского учреждения, санаторно-курортного комплекса или центра реабилитации. Например, СЭО, интегрированные в структуру родильных домов, могут специализироваться на проблемах, связанных с беременностью и восстановлением после родов (гиперпигментация, стрии, растяжки, прибавка в весе, послеродовая депрессия и т.п.). СЭО, интегрированные в структуру многопрофильных медицинских клиник, должны будут иметь более широкий спектр услуг, ориентируясь на контингент клиники.

Выводы

Проведенный нами анализ направлений спроса по результатам пилотных исследований на специализированной выставке «INTERCHARM Professional Санкт-Петербург – 2017» показал, что имеются возможности по развитию новой рыночной ниши на рынке «бьюти-индустрии».

Направление услуг «Эстетическое омоложение лица и тела» рассматривается нами как перспективное, которое характеризуется значительным потенциалом потребителей и может быть реализовано в формате студий эстетического омоложения (СЭО) лица и тела.

Разработанная и апробированная автором экспресс-методика по выявлению новой рыночной ниши, приведенная выше, имеет относительный характер, но позволяет компаниям этого направления быстро и эффективно выявлять направления для диверсификации деятельности и создавать новые «бьюти-стартапы» на ближайшую перспективу.

Выделяемое новое направление услуг «Эстетическое омоложение лица и тела» на рынке бьюти-индустрии гармонично встраивается в современный мейнстрим: 1) развитие СЭО на основе холистического подхода к здоровью человека (на массового потребителя), или 2) развитие СЭО на основе превентивного персонифицированного подхода к здоровью человека (на индивидуального потребителя).

Ключевым элементом в работе СЭО будет их интегрированность в структуру медицинского учреждения или партнерство с медицинскими учреждениями, а услуги СЭО могут определяться направлениями лечебной деятельности медицинского учреждения, санаторно-курортного комплекса или центра реабилитации.

Работа подготовлена по гранту БФ В. Потанина для преподавателей магистратуры «Управление инфраструктурой рынка медицинского туризма», 2017–2018 гг.

Список литературы

1. Залуцкая С.Ю., Суханова М.И. Особенности рекламных коммуникаций в бьюти-индустрии / Гуманитарные науки и проблемы современной коммуникации материалы: I Международной научно-практической междисциплинарной интернет-конференции. Научный редактор: В.В. Хлынова. – 2013. – С. 45.
2. Ponomarev V.G., Moiseeva O.A., Saunina A.I. USING «Opinion leaders'» blogs as advertising and marketing innovation (on the example of the beauty industry) / Последние тенденции в области науки и технологий управления. – 2016. – № 2. – С. 87–105.
3. Официальный сайт специализированной ежегодной выставки «INTERCHARM Professional Санкт-Петербург» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.intercharmsp.ru/> (дата обращения: 09.02.2017).
4. Медико-демографические показатели здоровья населения в Санкт-Петербурге 2013–2016 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2016/12/19/Doklad%20med-soc%2016.12.2016.pdf> (дата обращения: 24.03.2017).
5. ПРОГНОЗ значений социально-демографических показателей по Санкт-Петербургу на период до 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://gov.spb.ru/Files/file/prognoz%20demograficheskikh%20pokazatelei%20po%20sankt-peterburgu%20do%202021%20pdf.pdf> (дата обращения: 24.03.2017).
6. Богачева Е.Л. Энциклопедия SPA и Wellness. Книга руководителя. Красивый и здоровый бизнес. – М.: Международный Совет по развитию индустрии спа и веллнесс, 2014. – 354 с.

УДК 332.122

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

¹Носовский В.С., ²Терещенко Н.С., ¹Приходько Д.С.

¹АО «Дальневосточный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»,
Владивосток, e-mail: landrecl@yandex.ru;

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

Данная статья посвящена вопросам формирования социально-инженерных систем территории. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью эффективного их освоения в рамках действующей стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г. и реализации проектов территорий опережающего развития на Дальнем Востоке. В качестве решения проблемы авторами рассматриваются социально-экономические системы, в частности институциональные и функциональные, особенности их экстенсивного и интенсивного типов. Предлагается определение и классификация показателей и факторов социально-инженерной системы. Представлены механизм и схема управления развитием территории муниципального района. Выделены основные критерии и условия создания территорий опережающего развития. Проанализировано распределение муниципальных районов Приморского края по ключевым индикаторам развития промышленности, строительства и сельского хозяйства. Предложены модель и механизм реализации производственного кластера сельской местности. Рекомендовано их выделение с учетом индустриально-промышленного производства вблизи городов и сельскохозяйственной специализации рисоводческой направленности на базе действующих мелиоративных систем в бассейне озера Ханка. Предлагается комплекс мероприятий по созданию необходимой социальной и инженерной инфраструктуры для повышения доходов территории.

Ключевые слова: Приморский край, устойчивость территории, социально-экономическое развитие, производственный кластер, социально-инженерные системы, сельское хозяйство

PROBLEMS FORMATION OF SOCIALLY-ENGINEERING SYSTEMS TERRITORY OF THE FAR EAST

¹Nosovskiy V.S., ²Tereschenko N.S., ¹Prikhodko D.S.

¹AO Far Eastern Research Institute of Hidrotechnics and land Reclamations», Vladivostok,
e-mail: landrecl@yandex.ru;

²Far Eastern Federal University, Vladivostok

This article focuses on the formation and development of socio-engineering systems of territory. Relevance of the research topic due to the need to improve the methodological approaches to the management of the development of the territory in the framework of the current strategy for socio-economic development of the Far East and the Baikal region for the period till 2025 and projects of advancing socio-economic development. As a solution to the problem of the authors considered socio-economic system, in particular, institutional and functional characteristics of their extensive and intensive types. The authors propose a definition and classification of indicators and factors of social and engineering systems. The article presents the development of the mechanism and the control circuit area of the municipal district. The article highlighted the basic criteria and conditions for the creation of areas of advanced development. We analyzed the distribution of the municipal districts of the Primorsky Territory on key indicators of industry, construction and agriculture. It was proposed model and the mechanism of realization of industrial cluster countryside. The recommendations on their allocation, taking into account the industrial and industrial production near cities and rice-growing agricultural specialization focus on the basis of existing reclamation systems in the basin of Lake Khanka. It proposed a set of measures to create the necessary social and physical infrastructure to increase income area.

Keywords: the Primorye Territory, sustainability of territory, socio-economic development, the production cluster, socio-engineering systems, agriculture

Социально-экономическое развитие сельских территорий Дальнего Востока определяют такие документы, как Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2009 г. № 2094-р «О Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г.», Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 473-ФЗ «О территориях опережающего социального-экономического развития в Российской

Федерации» и целый ряд сопутствующих программ развития села. Обзор их содержания показывает несоответствие заявленных целей и средств достижения. Одной из причин этого расхождения являются действующие методики разработки программ и стратегий, которые не отражают развитие социально-инженерных систем территории.

Цель исследования – совершенствование методических основ и организаци-

онно-экономической системы управления развитием социально-инженерных систем сельской местности. Для этого была рассмотрена общая теория формирования социально-экономических систем, определен механизм управления сельскими территориями, проведен анализ социально-экономического состояния и возможностей сельских территорий Приморского края, а также даны общие рекомендации по развитию социально-инженерных систем. Объектом исследования являлись экономические отношения и методы управления социально-инженерными системами отраслей производства сельских территорий. Предметом исследования – закономерности, тенденции, показатели и факторы повышения их устойчивости, в том числе территорий опережающего развития (ТОР). В качестве объекта наблюдения выбраны муниципальные районы Приморского края.

Методика исследования включала в себя несколько этапов. Вначале рассматривался субъект управления территорией на предмет определения его полномочий и зоны ответственности, отношений с объектом управления. Это позволяло определить характер и вклад в развитие села и связь с социально-инженерной системой. Анализ самого объекта управления заключался в оценке текущего социально-экономического состояния, производственной специализации района и его возможностей. Для этого были выделены наиболее значимые индикаторы социально-инженерных систем для изучения их распределения по однородным группам муниципальных образований. Это позволяло провести группировку рассматриваемых объектов и определить ключевые факторы, имеющие наибольшее влияние на данные индикаторы развития. В заключение на основании проведенного анализа обоснованы конкретные количественные рекомендации по решению выявленных проблем развития социально-инженерных систем сельских территорий.

Научная новизна данной работы заключается в представлении механизма управления развитием сельской территории, а также моделях социально-инженерных систем производственного кластера. Практическая значимость работы – в возможности использования полученных параметров и прогнозов развития проектов территорий опережающего развития. В качестве основных результатов исследования следует отметить предложение о выделении рисоводческого кластера в бассейне озера Ханка с перечнем необходимых мер для его функционирования.

Управление развитием территории обеспечивается решением ряда функциональных и институциональных проблем, позволяющих повысить эффективность деятельности основных отраслей производства. Государственная поддержка инфраструктуры сельских территорий входит в систему мер так называемой «зеленой корзины» ВТО и не имеет ограничений [1, с. 3].

Преобладающими методологическими подходами к определению категории «инфраструктура» являются функциональный и институциональный. Первый рассматривает это понятие как совокупность экономических субъектов, второй – как механизм функционирования наблюдаемого объекта [1, с. 3–9]. Существуют подвижные границы взаимосвязей между административно-командными, рыночными и смешанными механизмами координации этих подходов [11, 5, 8]. Смена упорядоченных событий обусловлена причинно-следственными отношениями социально-экономических систем различного происхождения и ранга [3, с. 208].

Социально-экономические системы проходят стадии формирования, стагнации и разрушения (рассогласования отношений между элементами). Система по форме является единой, а по содержанию слабо связанной. В настоящее время количество дотационных регионов растет. С позиций воспроизводства преобладает экстенсивный тип, то есть социально-экономические показатели меняются за счет привлечения дешевых ресурсов других систем. Интенсивный тип функционирует на основе точек роста и привлечения инвестиций в основные фонды территории. Стадия эволюционных катастроф возникает, когда одна идея или отрасль формируется за счет подавления другой. Развитие социально-экономической системы зависит от интеллектуального уровня обладающих властью людей [3, с. 215–216].

В стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г. основной целью заявлено закрепление населения на отдаленных от центра России территориях. Для ее достижения предполагается повысить уровень жизни населения до среднего по России. Ключевой проблемой экономики Дальнего Востока остается ориентация на добычу природных ресурсов, что является следствием невозможности обеспечить конкурентоспособность производимых товаров по причине неразвитой транспортной сети и неэффективной энергетики [9–10]. Долгосрочный эффект от реализации стратегии возможен только при условии

достижения устойчивого состояния регионов. Под «устойчивым» понимается такое развитие, при котором экономический рост и повышение уровня жизни населения осуществляются не в ущерб друг другу и не за счет будущих поколений. Отсутствие ориентации на устойчивый характер развития приведет к достижению поставленной цели в обозначенные сроки, но в долгосрочной перспективе реализация стратегии может создать определенные проблемы для этих территорий и вызовет обратный эффект [7].

Важным инструментом реализации стратегии может стать создание территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) в Приморском крае. Обзор по основным направлениям и структуре инвестиционной деятельности ТОСЭР показал, что указанные выше проекты не предполагают строительство объектов социальной инфраструктуры, в том числе жилья, а значит, будут функционировать за счет трудовых мигрантов и в конечном счете станут причиной сокращения малого бизнеса, роста безработицы и снижения доходов бюджета муниципальных образований [6].

Определение социально-инженерной системы включает в себя комплекс вза-

имосвязанных производственных и непроизводственных объектов народного хозяйства, социальной и инженерной инфраструктуры, обеспечивающих создание организационных, производственных, экономических, административно-правовых отношений в социально-трудовой сфере для повышения материального благосостояния населения, валового регионального продукта и консолидированного дохода территории. Для социально-инженерной системы территории важными индикаторами являются валовая продукция по отраслям, уровень жизни, обеспеченность транспортной сетью дорог, жильем, объектами здравоохранения, образования, спорта и туризма, электроснабжения, водоснабжения и связи.

В Приморском крае построена сеть сложных мелиоративных и гидротехнических сооружений, создавшая условия для возделывания риса в Приханкайской низменности. Поэтому есть все основания выделить рисоводческий кластер в бассейне озера Ханка. Общую модель социально-инженерной системы на территории данного кластера можно представить мелиоративными сооружениями, производственной и социально-инженерной инфраструктурой (рис. 1).



Рис. 1. Модель социально-инженерной системы производственного кластера



Рис. 2. Гистограмма частот значений валовой продукции сельского хозяйства

Организация особой экономической зоны на территории муниципальных районов, приоритетом которой является развитие рисоводства, позволит раскрыть потенциал существующих мелиоративных систем [2]. Потребуется выделение средств на восстановление мелиоративных сооружений и обеспечение доступа к ним транспортной инфраструктуры. Для привлечения частных инвесторов предлагается создать особый правовой режим, включающий не только налоговые льготы для бизнеса, но и определение прав собственности на землю, а также гидротехнические сооружения мелиоративных систем в рамках организуемого кластера. Рисовые мелиоративные системы являются необходимым условием функционирования кластера.

Промышленное производство слабо развито на большинстве сельских территорий Приморского края. При этом отдельные районы специализируются на обработке сырья. Более половины районов края: Яковлевский, Пограничный, Шкотовский, Михайловский, Кавалеровский, Чугуевский, Дальнереченский, Ольгинский, Октябрьский, Пожарский, Надеждинский и другие – нуждаются в индустриально-промышленном развитии (рис. 2).

Анализ выявил отклонение распределения от нормального вида. Группа сельских районов с производством ежегодно менее 703 млн руб. имеет объем продукции обрабатывающей промышленности в 2 раза больше, чем сельскохозяйственного производства.

Для оценки перспективы развития используется индикатор площади земель, используемых в сельскохозяйственном производстве (рис. 3).

В группу до 45 тыс. га, т.е. малообеспеченных, вошли ранее указанные районы с преобладающим объемом производства

обрабатывающей промышленности, требующие индустриально-промышленного развития. Районы рисоводческого кластера являются достаточно обеспеченными земельными ресурсами, производственной и непроизводственной инфраструктурой.

Показатель доходов консолидированного бюджета муниципального образования является одним из критериев для сравнения экономического положения территорий между собой и одним из ключевых индикаторов социально-инженерной системы. В абсолютных цифрах [4] по районам Приморского края наблюдается более чем двукратная разница в уровне доходов бюджета между крайними группами. Анализ выявил отклонение распределения от нормального вида группы районов с доходом ниже 400 млн руб. (рис. 4). Основные доходы бюджета складываются из налога на имущество (20%) и налога на доходы физических лиц (60%). Наполнение бюджета напрямую зависит от численности населения, количества субъектов малого бизнеса и индивидуального предпринимательства и размера основных фондов всех организаций, находящихся на территории.

Исследования показывают, что большинство районов края являются малыми по размерам территориями (в среднем 6700 кв. км). По распределению населения треть имеют численность около 15 тыс. чел. Преобладающим по степени влияния на экономику районов является увеличение объемов строительства. В группе с объемом строительных работ 35–1200 по сравнению с территориями до 35 млн руб. доходы бюджета повышаются в среднем с 307,6 до 402,6 млн рублей. Производство продукции обрабатывающей промышленности – с 80,1 до 732,7 млн руб., энергии, воды и газа – с 101,1 до 336,4 млн руб., сельского хозяйства – с 811,7 до 1076,4 млн рублей.

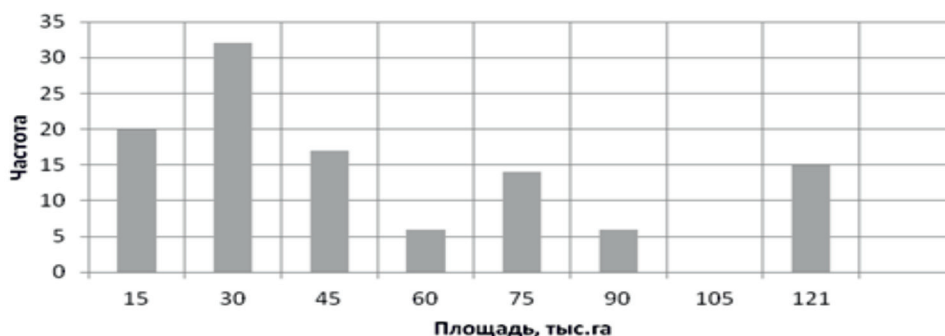


Рис. 3. Гистограмма частот значений площади земель

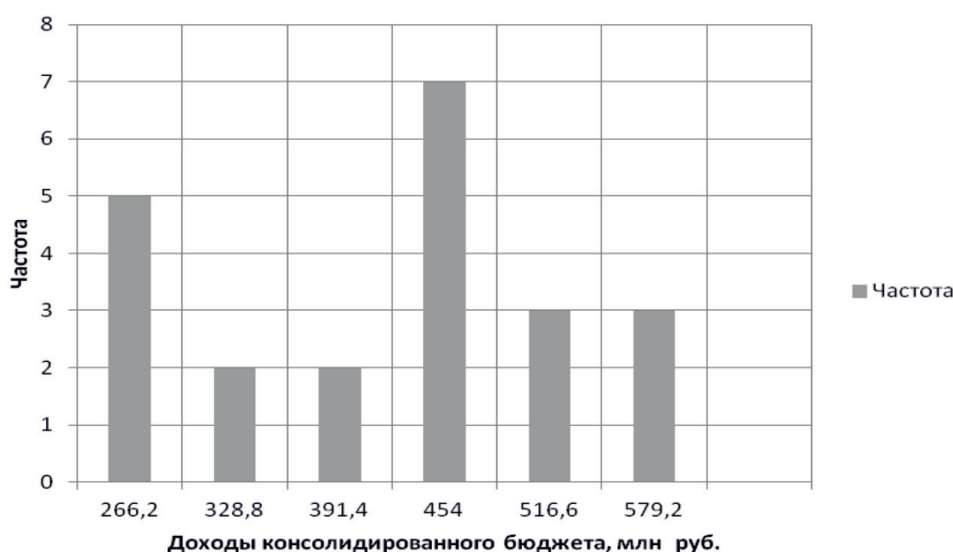


Рис. 4. Гистограмма частот значений дохода консолидированного бюджета

В группе с объемом сельскохозяйственного производства 450–1500 млн руб. по сравнению с территориями до 450 млн руб. доходы бюджета увеличиваются в среднем с 321,6 до 457,9 млн руб., стоимость продукции обрабатывающей промышленности – с 72,7 до 260,4 млн руб., объем строительных работ – с 223,4 до 909,5 млн рублей. Производство и распределение энергии, воды и газа сокращается с 669,3 до 165,6 млн рублей.

В среднем объем строительных работ в районе для роста сельскохозяйственного производства необходимо удвоить, до 1,0 млрд руб. в год. Промышленность, строительство, сельское хозяйство, транспорт, мелiorация представляют базовые производственные инфраструктуры территории, без которых их развитие не может быть устойчивым. В любом другом случае территории становятся селитебными с преимуществен-

ным жилищным строительством и рекреационным использованием. Достижимость повышения устойчивости развития территории заключается в совместном решении обеспечения составляющих указанных выше инфраструктур, возможна в случае одновременного учета социальных и экономических интересов населения. Проекты территорий опережающего социально-экономического развития направлены на привлечение частных инвестиций и недостаточно учитывают имеющуюся инфраструктуру и специализацию территорий.

Для создания рисоводческого кластера на основе сложных гидротехнических сооружений [2] необходимо обеспечить транспортную логистику и переработку продукции, государственное регулирование экономической активности и занятости местного населения, управление рисовой отраслью края в комплексе.

Список литературы

1. Гриценко Г.М. Методические подходы к формированию инфраструктуры развития регионального АПК и сельских территорий. Формирование инфраструктуры регионального АПК: теория и практика // Мат-лы XIV междунаучно-практ. конф. Барнаул. – Изд-во СибНИИЭСХ. – 2015. – 392 с.
2. Носовский В.С., Носовский С.В., Золотов Б.А. Управление развитием и риски производства риса в Приморском крае // Мелиорация и водное хозяйство. – М., № 5. – С. 6–13
3. Першукевич П.М. АПК Сибири: тактика и стратегия экономических реформ. РАСХН. Сиб. отделение СибНИИЭСХ. – Новосибирск, 2003. – 420 с.
4. Приморский край. Основные показатели деятельности городских округов и муниципальных районов. 2014: Статистический ежегодник / Приморскстат, 2014. – С. 259.
5. Coase, Ronald. The Nature of the Firm // *Economica* (Blackwell Publishing). – 1937. – № 4 (16). – P. 386–405.
6. Delgado M., Porter M.E., Stern S. Clusters and Entrepreneurship // *Journal of Economic Geography*. – 2010. – № 10 (4). – P. 495–518.
7. John Blewitt. *Understanding Sustainable Development*. – М., 2008. – 256 с.
8. Kenneth A. *Social choice and individual values*. Monography. – John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney, 1963. – P. 124.
9. Lee, Rensselaer. *The Russian Far East: Opportunities and Challenges for Russia's Window on the Pacific*, *Orbis*. – 2013. – Volume 57, Issue 2. – P. 314–324.
10. Tsuneo, Akaha, *Politics and Economics in the Russian Far East: Changing Ties with Asia-Pacific*. – London, 1997. – P. 256.
11. Williamson, O.E. *The Economic Institutions of Capitalism*. – New York: Free Press. 1985. – P. 44–52.

УДК 339.186:351.712

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК В ЭКОНОМИКЕ

¹Ормышев А.Н., ²Калдияров Д.А., ³Нардин Д.С.

¹Государственное учреждение «Управление комитета финансового контроля и государственных закупок по Алматинской области» Комитета финансового контроля и государственных закупок Министерства финансов Республики Казахстан, e-mail: ormysh@mail.ru;

²Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова, Талдыкорган;

³Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск

В статье представлено исследование содержания категории «система государственных закупок» с точки зрения взаимоотношений между основными элементами данной системы. С применением инструментов теории динамических информационных систем произведена двухуровневая дешифровка базовой категории, на основании которой построено определение понятия «система государственных закупок» в экономике. На основе построенного определения были выявлены и систематизированы факторы, оказывающие влияние на эффективность построения и функционирования системы государственных закупок в экономике. Все факторы были отнесены к двум основным группам: факторы первого уровня, возникающие в рамках трех типов взаимодействия («заказчик – исполнитель», «заказчик – общество», «исполнитель – общество»), и факторы второго уровня, возникающие в рамках взаимодействия элементов внутри производных категорий. В статье обоснованы основополагающие принципы эффективной системы государственных закупок, в основе которых лежит эффективное и взаимовыгодное сотрудничество трех базовых элементов системы: государственных заказчиков, исполнителей госконтрактов и общества.

Ключевые слова: государственные закупки, теория динамических информационных систем, эффективность

THEORETICAL BASES OF GOVERNMENT PROCUREMENT SYSTEM DEVELOPMENT IN ECONOMY

¹Ormyshev A.N., ²Kaldiyarov D.A., ³Nardin D.S.

¹State Agency «Administration of Finance Control and Procurement Committee in the Almaty Region of Finance Control and Procurement Committee of Ministry of Finance of the Republic of Kazakhstan», e-mail: ormysh@mail.ru;

²Zhetisy State University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan;

³Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk

The research is devoted to the study of the category content of «system of government procurement» from the point of view of relationship between basic elements of this system. Two-level decoding of the basic category is made with the use of the theory of dynamic information systems tools. According to this decoding the definition of «system of government procurement» in economy is given. On the basis of the concept definition the factors, which influence upon the efficiency of construction and functioning of the system of government procurement in economy, have been revealed and systematized. The factors have been classified in two main groups. The factors of the first level arise within three types of interaction («customer – performer», «customer – society», «performer – society»). The factors of the second level arise within interaction of elements in derive categories. Therefore the fundamental principles of effective system of government procurement are presented in the article. Effective and mutually beneficial cooperation of three basic elements of the system – state customers, performers of state contracts and society – is the cornerstone.

Keywords: government procurement, theory of dynamic information systems, efficiency

Развитие системы государственных закупок в экономике является неотъемлемой частью механизма экономического развития как на уровне национальной экономики, так и на уровне отдельных регионов и отраслей. В основе системы государственных закупок должны лежать взаимовыгодные отношения между тремя сторонами [1]. Первая сторона – это государство, которое представлено органами государственной власти, реализующими государственные закупки, контролирующими и осуществляющими этот процесс. Вторая сторона – это бизнес, который представлен предприятиями и организаци-

ями, осуществляющими поставку товаров, выполнение работ и оказание услуг в интересах органов государственной власти и государственных учреждений, выступающих в роли заказчика. Третьей стороной в системе государственных закупок выступает общество, представленное гражданами, в интересах которых действуют государственные заказчики. В рассматриваемом контексте общество может быть представлено также коммерческими и некоммерческими организациями и учреждениями, которые ориентированы на взаимодействие с органами государственной власти [2].

Эффективная теоретическая модель системы государственных закупок предполагает взаимовыгодное трехстороннее сотрудничество между государством, обществом и бизнесом в рамках осуществления каждым из элементов своей целевой функции. При этом на практике возникает множество проблем, препятствующих построению эффективной системы государственных закупок, которые лежат как в плоскости формирования взаимоотношений между участвующими сторонами, так и в плоскости обеспечения условий для нормального взаимодействия сторон, в том числе правовых и технических [3, 4]. В связи с этим актуальным остается вопрос проработки теоретических основ построения эффективной системы государственных закупок в экономике.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является выявление и систематизация факторов, способных оказать влияние на развитие системы государственных закупок и эффективность ее функционирования.

Для достижения поставленной цели в рамках выполненных работ были поставлены и решены следующие задачи:

- 1) выполнен анализ публикаций по теме исследования, определены основные подходы к определению категории «система государственных закупок»;
- 2) выявлены и систематизированы основные факторы, оказывающие влияние на эффективность системы государственных закупок.

Материалы и методы исследования

Материалами для проведения исследования послужили научные публикации отечественных и зарубежных ученых, посвященные вопросам построения и эффективного функционирования системы государственных закупок в экономике. В России данная тема стала актуальной в связи с построением практически «с нуля» современной системы государственных закупок, которое началось с принятием закона о федеральной контрактной системе в апреле 2013 г. С этого времени и по настоящий момент в России вышло около 2400 рецензируемых публикаций по данной теме. Наличие значительного числа публикаций и различных взглядов на проблему развития системы государственных закупок требует применения специальных методов научных исследований для систематизации информации и уточнения содержания используемых категорий.

Для проведения настоящего исследования были использованы инструменты теории динамических информационных систем, с применением которых была сконструирована дефиниция категории «система государственных закупок». С использованием триадического метода [5] была осуществлена двухуровневая дешифровка данной категории, что позволило выявить основные факторы, оказывающие

влияние на эффективность государственных закупок, и определить параметры теоретической модели эффективного взаимодействия между государством, бизнесом и обществом в рамках системы государственных закупок.

Суть применяемого метода состоит в том, что базовая категория «система государственных закупок» дешифруется с применением трех производных категорий, к которым относятся государство в виде государственных заказчиков, бизнес в виде предпринимательских и иных структур, осуществляющих исполнение государственного заказа, и общество в виде граждан и организаций, в широком смысле выступающих в роли конечных пользователей и осуществляющих оценку эффективности тех услуг, которые в рамках госзаказа оплачивают государственные заказчики.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ существующих подходов к определению категории «система государственных закупок» в экономике указывает на их значительное разнообразие, которое выражается в учете различных аспектов трехстороннего взаимодействия государства, бизнеса и общества [6, 7]. Отдельные авторы особое внимание уделяют уровням государственных закупок, выделяя для каждого из них отдельные механизмы повышения эффективности [8, 9]. С.А. Сергеева, В.В. Федоров [10] в своих исследованиях указывают на необходимость повышения эффективности межведомственного взаимодействия в сфере государственных закупок. Данный инструмент, по мнению авторов, позволит повысить уровень конкуренции, что неизбежно приведет к повышению качества всей системы в совокупности. При этом Е.В. Агапова [7] указывает на необходимость совершенствования законодательства в сфере государственных закупок, рассматривая данное условие как обязательный элемент повышения эффективности расходования бюджетных средств.

З.К. Пайзуллаева, Г.У. Магомедбеков и М.М. Амирова [9] рассматривают систему государственных закупок как инструмент совершенствования государственного регулирования региональных предпринимательских структур. Ф.З. Семенова [11] анализирует зарубежный опыт организации государственных закупок.

Многоаспектность содержания категории «система государственных закупок» и многообразие влияющих на ее эффективность факторов требует применения специальных научных методов, одним из которых является метод триадической дешифровки понятий.

На рис. 1 представлена дешифровка первого уровня базовой категории «Система государственных закупок».

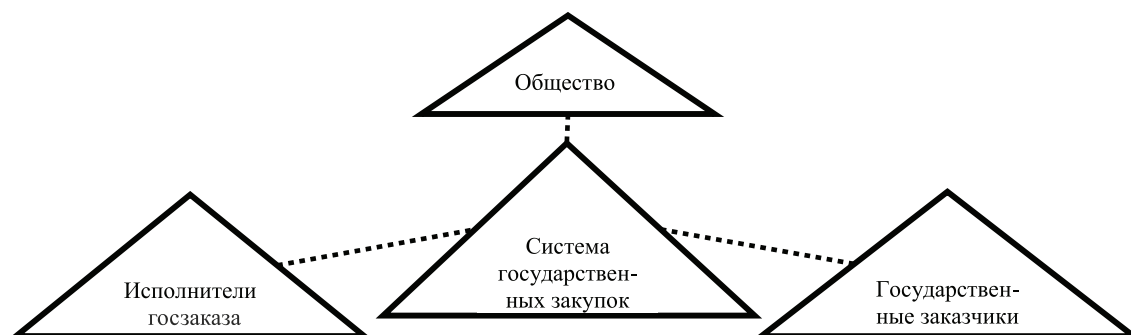


Рис. 1. Дешифровка первого уровня базовой категории «система государственных закупок»



Рис. 2. Двухуровневая дешифровка базовой категории «система государственных закупок»

Дешифровка базовой категории «система государственных закупок» с применением триадического метода, представленная на рис. 1, а также анализ основных подходов к содержанию базовой категории, изложенных в научных публикациях разных авторов, позволила выявить три производных категории, через которые можно определить содержание базовой категории: «государственные заказчики», «исполнители госзаказа» и «общество». Дешифровка первого уровня уже позволяет дать определение базовой категории, которое в данном случае будет выглядеть следующим образом: система государственных закупок представляет собой упорядоченное взаимодействие государственных заказчиков, исполнителей госзаказа и общества на взаимовыгодных условиях. Данное определение содержит указание на основные элементы системы

государственных закупок и системообразующие факторы, в основе которых лежат интересы всех участников системы. Кроме того, становится очевидным, что эффективная система государственных закупок должна одновременно учитывать интересы как государственных заказчиков, так и исполнителей госзаказа, а также конечных пользователей (общества), в интересах которых должны действовать первая и вторая стороны.

При этом дешифровка первого уровня не позволяет глубоко проанализировать содержательную сторону базовой категории и выявить основные факторы, влияющие на эффективность системы госзакупок. Для решения данных задач необходим более глубокий анализ базовой категории с одновременным построением дефиниции категории «система государственных закупок».

На рис. 2 представлена двухуровневая дешифровка базовой категории «система государственных закупок», позволяющая более подробно проанализировать содержательный аспект производных и базовой категорий.

Суть двухуровневой дешифровки состоит в том, что производные категории первого уровня также подвергаются дешифровке с применением производных категорий второго уровня. В нашем случае дешифровка производных категорий первого уровня будет осуществляться с применением понятий, так как в рамках данного исследования получение дешифровок третьего и более высоких уровней не предусмотрено.

Категория «государственные заказчики» по своему содержанию является жестко иерархичной и включает муниципальные, региональные и федеральные органы государственной власти, которые в рамках системы государственных закупок решают вопросы повышения эффективности исполнения своих функций в двух плоскостях. Во-первых, совершенствование внутренней структуры и повышение эффективности внутренних процессов функционирования – государственные заказы на материально-техническое обеспечение и поддержку функционирования министерств, ведомств и служб, повышение эффективности межведомственного взаимодействия. Во-вторых, повышение эффективности оказания государственных услуг, эффективности взаимодействия с целевой аудиторией (с обществом) – государственные заказы на разработку и внедрение новых инструментов взаимодействия с целевой аудиторией, государственные заказы на проведение исследований в рамках оценки эффективности деятельности органов государственной власти.

Категория «исполнители госзаказа» включает три типа исполнителей: коммерческие структуры, государственные структуры (структуры с госучастием) и некоммерческие структуры, которые обеспечивают потребности государственных заказчиков в рамках исполнения ими своих непосредственных функций. К исполнителям госзаказа в соответствии с существующим законодательством предъявляются особые требования, выделяющие их из общей массы аналогичных учреждений и структур. Конкретные требования прописываются в каждом государственном контракте, но есть общие, системообразующие требования, совокупность которых не позволяет недобросовестным исполнителям претендовать на участие в государственных закупках. Система исполнителей госзаказа также

является иерархичной, но, в отличие от государственных заказчиков, в основе данной иерархии лежат не законодательные нормы, а экономическое положение исполнителей госзаказа. Чем масштабнее экономическая деятельность исполнителя, тем выше вероятность получить государственный заказ на федеральном или региональном уровне. Кроме того, существуют специфичные государственные заказы, получение и исполнение которых сопряжено с преодолением значительных барьеров (работа с государственной тайной, высокая технологичность, уникальность заказа и т.д.).

Категория «общество» в контексте данного исследования рассматривается со следующих позиций. Первая – это граждане или люди, проживающие или временно находящиеся на территории страны и являющиеся получателями или пользователями услуг, которые в рамках своих компетенций представляют органы государственной власти, министерства, ведомства и учреждения. Вторая – это коммерческие и некоммерческие организации, осуществляющие свою деятельность на территории страны, деятельность которых полностью зависит от органов государственной власти. Третья – это контролирующие организации, в задачи которых входит мониторинг, анализ и контроль взаимоотношений между госзаказчиками и исполнителями. Кроме того, контролирующие организации также осуществляют мониторинг в области качества получения гражданами и организациями государственных услуг.

Двухуровневая дешифровка базовой категории позволила сконструировать следующее определение: система государственных закупок – это упорядоченное взаимодействие муниципальных, региональных и федеральных органов власти с коммерческими, некоммерческими и государственными структурами по вопросам организации и исполнения государственных закупок, осуществляемых в интересах граждан и физических лиц, а также коммерческих и некоммерческих организаций, ведущих свою деятельность на территории страны, которое осуществляется в рамках установленных норм и правил под контролем компетентных органов и общественным контролем в целях эффективного расходования бюджетных средств.

Выводы

Исходя из сконструированного определения базовой категории в качестве факторов, оказывающих влияние на эффективность системы государственных закупок, выступают:

1) факторы первого уровня, возникающие при осуществлении трех типов взаимодействия («заказчик – исполнитель», «заказчик – общество» «общество – исполнитель») и между производными категориями в рамках функционирования системы государственных закупок: наличие и эффективность коммуникаций между сторонами, включая охват целевой аудиторией, прозрачность оценки эффективности взаимодействия; наличие, проработанность и прозрачность критериев оценки эффективности взаимодействия сторон в рамках системы государственных закупок; наличие четких целевых приоритетов взаимодействия между сторонами, включая согласованность дифференцированных приоритетов с трех сторон;

2) факторы второго уровня, возникающие в рамках внутреннего взаимодействия элементов каждой производной категории:

– государственные заказчики – четкое, экономически и логически обоснованное разграничение полномочий между муниципальными, региональными и федеральными органами власти в рамках формирования государственного заказа, включая вопросы эффективного межведомственного взаимодействия;

– исполнители госконтрактов – добросовестная конкуренция между претендентами на получение государственного заказа, отсутствие ценового сговора и т.д.;

– общество – налаживание общественных коммуникаций и развитие эффективной общественной системы контроля за взаимоотношениями между государственными заказчиками и исполнителями.

Проведенные исследования показали, что эффективная система государственных закупок в экономике должна строиться на трехстороннем взаимовыгодном сотрудничестве заказчиков и исполнителей госзаказов, а также общества. Применение отдельных критериев оценки эффективности функционирования системы государственных закупок для каждой из указанных ка-

тегорий участников неприемлемо, так как данные критерии во многих случаях могут быть взаимоисключающими.

Список литературы

1. Уварова А.А. Развитие системы государственных закупок в России / А.А. Уварова, Г.Б. Добрецов // Современные проблемы экономического и социального развития. – 2013. – № 9. – С. 206–208.
2. Петуховский С.Л. Характеристика логистической инфраструктуры аграрного сектора экономики Омской области / С.Л. Петуховский и др. // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. – 2013. – № 10–12. – С. 63–72.
3. Шумакова О.В. Агротуризм как перспективное направление развития сельских территорий в Омской области / О.В. Шумакова и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 262.
4. Нардин Д.С. Перспективные направления развития импортозамещения сельскохозяйственного производства в АПК Омской области / Д.С. Нардин, О.В. Шумакова, С.А. Нардина // Сибирская финансовая школа. – 2016. – № 1 (114). – С. 77–82.
5. Shumakova O.V., Nardin, D.S. 2017. Employing the theory of dynamic information systems with a view to putting together a proper conceptual and categorical framework in the area of import substitution. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 6: P. 1439–1448.
6. Сергеева С.А. Прогнозирование в управлении закупками для обеспечения государственных и муниципальных нужд / С.А. Сергеева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–3. – С. 565–568.
7. Агапова Е.В. Влияние изменения законодательства в системе государственных закупок на эффективное расходование бюджетных средств и экономическую деятельность государства / Е.В. Агапова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 3–2. – С. 320–324.
8. Красноселова Т.А. Совершенствование организации государственных закупок на муниципальном уровне / Т.А. Красноселова, Е.А. Антоновская, А.Г. Кузьмин // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–3. – С. 608–612.
9. Пайзуллаева З.К. Экономическая оценка и совершенствование механизма государственного регулирования региональных предпринимательских структур / З.К. Пайзуллаева, Г.У. Магомедбеков, М.М. Амирова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11–5. – С. 1051–1054.
10. Сергеева С.А. Управление межведомственным взаимодействием в процессе развития конкуренции в сфере закупок / С.А. Сергеева, В.В. Федоров // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10–3. – С. 616–619.
11. Семенова Ф.З. Зарубежный опыт организации государственных закупок / Ф.З. Семенова, М.Б. Борлакова, Л.С. Боташева // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6–2. – С. 465–469.

УДК 330.101.52

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В РОССИИ

Пржедецкая Н.В., Кулькова Е.П., Шевелева В.В.

*Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Ростов-на-Дону,
e-mail: beloveronika @yandex.ru*

Данная статья посвящена проблеме достижения российской экономикой того уровня развития, который характеризует развитые страны западной цивилизации. Осмысление исторического опыта (как положительного, так и отрицательного), равно как и анализ глобального контекста нынешнего состояния России, позволяют сделать вывод о порочности как стремления ускоренно повторить путь экономического развития более развитых стран, так и попыток форсировать модернизацию, игнорируя сложившиеся закономерности экономического и исторического развития. Задача формирования инновационной экономики может быть поставлена как интеграция двух противоречивых, но поддающихся сочетанию условий: не перепрыгивая через объективные ступени социальной эволюции и даже принимая неизбежность существования более отсталых традиционных социальных структур, содействовать росту наиболее прогрессивных и эффективных социально-экономических форм, способных служить самостоятельным источником «прорыва». Под последним подразумевается создание человеческого потенциала и материальной структуры производства, не копирующих наиболее передовые образцы, а превосходящих последние.

Ключевые слова: инновация, инновационная экономика, неэкономика, национальная инновационная система, инновационный путь развития, интеллектуальная рента

THE MAIN APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF INNOVATIVE PROCESSES IN RUSSIA

Przhedetskaya N.V., Kulkova E.P., Sheveleva V.V.

Rostov State University of Economy, Rostov-on-Don, e-mail: beloveronika @yandex.ru

This article is dedicated to the achievements of the Russian economy the level of development that characterizes the developed countries of Western civilization. Understanding of the historical experience (both positive and negative), as well as the analysis of the global context of the current state of Russia, allow to draw a conclusion about the depravity as desire rapidly to repeat the path of economic development more developed countries, and attempts to force modernization, ignoring existing patterns of economic and historical development. The problem of formation of innovative economy can be posed as the integration of the two contradictory, but amenable to a combination of conditions including jumping over an objective stage of social evolution, and even accepting the inevitability of the existence of the more backward traditional social structures, to facilitate growth of the most progressive and effective socio-economic forms that can serve as an independent source of «breakthrough». Under the latter, it involves the creation of human and material potential of the production structure, not copying the most advanced models, and exceeding the latter.

Keywords: innovation, innovation economy, geoeconomika, national innovative system, innovative development path, intellectual rent

В целях преодоления системного кризиса, который поразил как российскую экономику, так и общество, необходимо сформировать современную стратегию преодоления кризисных явлений. Данная стратегия ориентирована на «экономику для человека» и в результате предполагает выход на траекторию опережающего развития. В основе такой экономики стоит человек, обладающий инновационными знаниями, информационным, интеллектуальным и организационным капиталом.

Однако при реализации стратегии роста мы должны опираться не только на наши внутренние ресурсы, но и на глобальные материальные препосылки внедрения стратегии опережающего развития.

К основным общемировым и специфически российским материальным препосылкам реализации стратегии роста мы можем отнести следующее:

Во-первых, глобальный процесс перехода к новому, информационному обществу, где приоритет отдается таким дорогостоящим ресурсам, как know-how, услуги образования и здравоохранения, инновационный потенциал человека и иные культурные ценности. Тот, кто обладает ими, развивает их и будет занимать лидирующие позиции в новой мировой экономике (точнее, «постэкономике») XXI в.

Во-вторых, это сам процесс глобализации, который создает возможности сотрудничества России и наиболее передовых (с точки зрения продвижения к носферному типу цивилизации) социумов (не обязательно стран, возможно, некоторых регионов или интернациональных ассоциаций). В современных условиях перейти на уровень опережающего развития возможно лишь в диалоге с мировым сообществом.

В-третьих, в России достаточно возможностей, чтобы реализовать данную стратегию. Например, мы обладаем такими ресурсами, как:

– высококвалифицированные специалисты в различных сферах и отраслях: образование, наука, технологии и т.д. (но в последнее время многие отмечают, что в результате проводимых в сфере образования реформ уровень квалификации неуклонно снижается);

– организации и предприятия с элементами высоких технологий;

– существенные природные ресурсы и экологически чистые территории [2].

В современном мире именно разнообразные социально-культурные ценности (знания, технологии, квалифицированные, обладающие инновационным потенциалом кадры, и т.п.) выступают в качестве главного стратегического ресурса будущего. Реализуя и развивая данные ресурсы, Россия сможет обеспечить себя и другими – промышленными, сельскохозяйственными и т.п. – как за счет внутреннего производства, так и путем международного сотрудничества [3].

Однако для перехода к новой инновационной модели экономики необходим ряд условий. Можно выделить следующие

1. Важно определить сферы, в которых реально обеспечить быстрые темпы развития, позволяющие (за счет использования новых, пока не задействованных механизмов) обеспечить радикальное (на 1–2 порядка) увеличение отдачи от существующих ограниченных ресурсов.

2. Индустрия и сельское хозяйство, несмотря на то, что эти отрасли уже не определяют прогресс страны, все еще нуждаются в новых технологиях, способных более рационально использовать ограниченные факторы производства. Доминирующую роль в мировой экономике на современном этапе будут играть информационные ресурсы, такие как: «человеческие качества» (прежде всего, инновационный потенциал, высокая профессиональная квалификация), know-how и способы их производственного использования.

Решить проблему институционального проектирования новых форм инновационного образования человека с помощью экстенсивных методов, которые применяются в России сейчас – невозможно. Прежде всего, это требует существенных финансовых вливаний – только в систему образования необходимы существенные инвестиции. В связи с этим возникает необходимость не только в поиске финансовых ресурсов, но и в формировании совершенно новых ор-

ганизационно-экономических механизмов, благодаря которым принимаются инновационные решения. То есть можно сказать, что, если не хватает финансовых ресурсов для решения проблемы, есть два возможных пути: либо считать данную проблему неразрешимой, либо найти путь ее решения без денег (так, как, например, решают проблемы общественные, экологические движения, и т.п.) [5].

Мировой опыт знает примеры решения подобных проблем. Первое, что необходимо отметить, основными поставщиками ресурсов для развития науки и образования являются те структуры, которые будут потом покупать результаты научных изысканий или подготовленных специалистов в различных сферах. Эти структуры согласятся передавать нам ресурсы для образования и науки по ценам ниже мирового уровня, при условии, что они гарантированно через определенный срок получат от нас образованных специалистов и инновации также по низкой (в сравнении с мировыми) цене. В результате такая система обеспечит им в обмен на единицу ресурсов большее количество знаний и образованных лиц, чем при взаимодействии с ТНК по ценам мирового рынка [6].

Для нашей страны этот механизм может быть выгоден в том случае, если страна будет производить такой товар, который при передаче покупателю не теряет сама. Как известно, знания обладают таким свойством: затраты на производство инноваций для одного потребителя и для нескольких (в пределе – для всех) одинаковы. Продав знания одному, другим их можно отдать бесплатно, или можно использовать механизм равного распределения издержек.

Следовательно, производя знания для других стран за инвестированные ими средства, мы производим их и для себя практически бесплатно. К тому же мы получаем для себя такой дополнительный (а на самом деле – главный для общества будущего) результат, как развитие творческих способностей и самореализация всех тех, кто эти знания производил и кто у них при этом учился. Однако чтобы данный механизм начал эффективно функционировать, необходимо отсутствие частной собственности на инновации и доверие мировой общественности к России как к субъекту, который гарантированно выполняет свои обязательства по созданию новых знаний и «человеческих качеств» на высочайшем мировом уровне.

Но для функционирования данной системы необходимо создать институты и механизмы, способные подвинуть монополию

глобальных игроков. Чтобы прорваться на мировые рынки (особенно высокотехнологичной продукции) традиционными методами, необходимы ресурсы еще более масштабные, чем для решения первого блока задач. Основной институциональной формой продвижения в массовых масштабах товаров и услуг на мировые рынки сейчас являются транснациональные корпорации, объемы капиталов которых составляют от нескольких десятков до нескольких сотен миллиардов долларов [8].

Поэтому мы считаем, что решение данной проблемы необходимо начать с того, чтобы по-другому сформулировать задачу. Например, таким образом, – какие институты и механизмы могут обеспечить продвижение знаний и новых технологий в мировую социально-экономическую систему, не требуя для этого значительных финансовых ресурсов? Решить эту задачу можно двумя взаимодополняющими решениями:

Первое – разработка и внедрение системы менее затратного (или даже бесплатного) распространения знаний, новых технологий и know-how. Но здесь мы сталкиваемся с определенными трудностями: бесплатные или дешевые знания и иные культурные ценности мы сможем реализовать на глобальном уровне только при условии высокого престижа нашего образования, науки, культуры, доверия и уважения к российским инновационным институтам.

Второе решение связано с развитием экспорта в тех сферах, которые не могут быть монополизированы ТНК или аналогичными институтами и где развивается свободная рыночная конкуренция (например, информационная сеть Интернет) [4].

Для того чтобы эффективно реализовать данные задачи формирование такой экономической системы, которая была бы ориентирована на достижение инновационных, не коммерческих целей, учитывая издержки на разработку и реализацию новых знаний. В связи с этим мы можем уточнить формулировку задачи – какими могут быть социальные и экономические механизмы, обеспечивающие создание и распространение знаний в мировых сетях на принципах общедоступности с более низкими финансовыми затратами по сравнению у господствующих в настоящее время разработчиков.

Среди современных стран в большей степени по «инновационному пути» продвинулась Западная Европа. Регулярные обсуждения инновационных перспектив, проходящих в Евросоюзе, позволяет выявить разрыв между теоретическими рассуждениями ученых и реальной практикой. Особую роль подобное общение приобретает при

разработке и использовании маркетинговых технологий в рамках стратегических исследований [2].

В России на высоком уровне сформулирована общегосударственная программа по уходу страны от сырьевой специализации и переход к инновационному типу развития. В данном случае формирование и реализация данной стратегии является не просто направлением исследований, но и новой программой действий. Таким образом, данная задача соответствует сути и содержанию инновационного развития, которое заключается в формуле «изучать действуя» (learning by doing) [1].

Однако, несмотря на правильную и актуальную формулировку задачи развития наша страна сталкивается с существенными трудностями на пути ее реализации. Основная проблема, с нашей точки зрения, заключается в неправильном понимании основных принципов, на которых базируется инновационная экономика. И главная проблема – это ошибочное представление о значительных финансовых затратах при переходе к инновационному типу развития.

Есть устойчивое заблуждение, что вести инновационные изыскания и внедрять их возможно только в благоприятных условиях стабильно функционирующей экономики. Однако давно исследователями замечено, что именно кризис дает необходимый толчок для разработки новых технологий, новых способов производства, управления, для поиска новых рынков и т.д. Именно в сложных экономических условиях человечество ищет пути выхода из кризиса с помощью инноваций. Именно кризисные социально-экономические явления ярко и объективно показывают провалы в развитии предыдущих периодов. Кризис способствует преодолению барьеров, создает необходимые условия для прихода новых специалистов – так называемой, элиты. Но данных специалистов необходимо формировать уже сегодня, т.к. процесс подготовки – достаточно длительный и занимает не один год. Однако возникает проблема заинтересованности основных субъектов в данном процессе [7].

Следовательно, можно сделать вывод, что необходимость внедрения инновационного процесса и переход к инновационному развитию – это объективная необходимость, причем осознаваемая на всех уровнях государственного управления. Утвержденная в 2011 г. Стратегия инновационного развития России только подтверждает данное положение.

Но, несмотря на активизацию разнообразных структур, их усилия все еще не

представляют единой системы действий, что не способствует решению актуальных проблем инновационного развития.

Для преодоления данного недостатка необходимо участие всех уровней власти, активное включение регионов, что позволит соединить теоретический аспект с практической реализацией достижения целей экономического развития. Исследования зарубежных специалистов показывают, что зачастую наибольший коммерческий эффект от внедрения новых технологий получают не те страны, в которых развиты фундаментальные исследования, а те, в которых реализуется сбалансированная политика, позволяющая эффективно решать задачи устойчивого экономического развития.

Современные позиции России на мировом рынке высоких технологий, по мнению экспертов, не самые высокие. Связано это также и с общей сложной экономической ситуацией, в которой сейчас находится экономика в целом, а также с неразвитостью всего инвестиционно-инновационного процесса. Для того, чтобы осуществить прорыв и выйти на лидирующие мировые позиции, необходимо сформировать новую социально-технологическую парадигму. Основываясь она должна на социальной сфере, т.е. инновационное развитие должно в качестве основной цели ставить решение стратегических задач по достижению темпов экономического развития [3].

Однако трудноразрешимую проблему по качественной и полной перестройке всей социально-экономической системы РФ и переходу ее на инновационный путь можно сформулировать таким образом, чтобы прослеживалась логическая последовательность в разработке и внедрении ряда необходимых мероприятий.

Во-первых, это четкая направленность именно на те области, в которых изменения возможны в рамках достаточно короткого временного периода – это образование, наука и культура. Кроме того, важно обеспечить развитие этих сфер предоставлением нужных ресурсов.

Во-вторых, насущной необходимостью является создание новых институтов в сфере распространения знаний и образования, т.е. формирование новой гармоничной структуры общедоступных образовательных услуг.

В-третьих, формирование таких стимулов для специалистов в области знаний, при которой бы подчеркивался приоритет инновационно-образовательной деятельности.

В настоящее время Россия, несмотря на ряд принятых мер, отстает по своему уровню инновационного развития от мировых

держав. И стагнация в экономической сфере не способствует скорому решению данной проблемы. Для того, чтобы произошел качественный прорыв в данной сфере – необходимо сформировать совершенно новую экономико-технологическую концепцию развития, в основе которой, однако, будет лежать социальный фактор. Это необходимо для того, чтобы новейшие технологии способствовали достижению основной стратегической цели – переходу к устойчивым темпам экономического роста [2].

В данном случае роль инноваций заключается не только и не столько в развитии технологий, но, это, прежде всего, новая, более совершенная система управления социально-экономическими процессами, это формирование современных институтов. В связи с этим возникает вопрос формирования особых форм взаимодействия всех участников инновационного процесса: государства, бизнеса, научных организаций, финансового сектора, инвесторов. В результате все усилия данных субъектов ориентированы на достижение стратегических целей и задач, и для координации действий всех субъектов, нужна система взаимоотношений, которая бы способствовала бы достижению этих целей.

Особое значение при формировании подобной системы отводится регионам. РФ характеризуется существенной дифференциацией по уровню социально-экономического развития субъектов. В связи с этим необходимо выработать индивидуальный подход к участию того или иного региона в формировании инновационной социально-экономической системы. И сформирован он должен быть на уровне государства с учетом интересов регионального сообщества.

Современный мир глобальной экономики с жесткой конкуренцией диктует странам необходимость производить, внедрять и развивать новые технологии. Если страна не в состоянии обеспечить должный уровень научного развития, качественного образования и науки, то уже в ближайшем будущем она будет обречена на исполнение роли сырьевого придатка, простого поставщика ресурсов на мировой рынок.

Вопрос о роли инноваций в современном мире уже давно решен. И сейчас можно наблюдать новую тенденцию – переход к взаимодействию и кооперации не только стран с их национальными политико-экономическими системами, но и к сотрудничеству мировых экономических агентов в условиях глобального пространства. Именно поэтому усилия органов государственной и региональной властей должны

быть ориентированы на формирование долгосрочной инновационно-инвестиционной политики.

Итак, можно сделать вывод, что для построения инновационной экономики необходимо внедрить долговременный, стратегический подход. И после этого можно проводить институциональное проектирование бизнеса методами налоговой, кредитной, таможенной и пр. политики. Данная система более актуальна и соответствует общемировым тенденциям по отстранению от монетаристской идеологии, которая нацелена на достижение краткосрочных результатов и может способствовать технологической и инновационной деградации национальной экономики [7].

Список литературы

1. Абрамовских Л., Бабенко А. К поиску новой модели экономического развития. // Экономист. – 2016. – № 10. – С. 34–43.
2. Алесина А., Джулиано П. Культура и институты. Части I, II. // Вопросы экономики. – 2016. – № 10–11. – С. 12–16.
3. Гимпельсон В. Нужен ли российской экономике человеческий капитал? Десять сомнений // Вопросы экономики. – 2016. – № 10. – С. 23–29.
4. Зайцева Т.В. Инструментарно-технологическое управление процессами инновационного взаимодействия субъектов научно-образовательной сферы: дис. ... канд. эконом. наук. – Ростов-на-Дону, 2007. – С. 120–121.
5. Земцов С., Барина В. Смена парадигмы региональной инновационной политики в России: от выравнивания к «умной специализации» // Вопросы экономики. – 2016. – № 10. – С. 50–57.
6. Маневич В. Долговременные макроэкономические процессы и условия роста российской экономики // Вопросы экономики. – 2017. – № 1. – С. 33–37.
7. Пржедецкая Н.В. Современные маркетинговые подходы к управлению модернизацией образовательных процессов в условиях инновационного развития // Известия Тульского государственного университета. – 2010. – № 2. – С. 44–55.
8. Сорокина О.Г. Формирование системы профессиональных компетенций специалистов на основе концепции управления знаниями крупных отраслевых корпораций: дис. ... канд. эконом. наук. – Ростов-на-Дону, 2011. – С. 87–89.

УДК 338.22

ОПЫТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РОССИИ

Раджабова З.К., Раджабова З.О.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, e-mail: r-zk@yandex.ru

В настоящей статье рассматриваются вопросы становления и развития малого бизнеса в условиях России, места и роли государства с точки зрения поддержки его развития. На фоне международного опыта в современных условиях развития российской экономики, в условиях дефицита финансовых ресурсов и повышения фискальной нагрузки государство должно оказывать всестороннюю поддержку малого предпринимательства на уровне принятия соответствующих программ по обеспечению его функционирования в рамках трех основных направлений: создание новых форм кредитования с целью реализации ранее незавершенных проектов; реструктуризация текущей задолженности, поддержка со стороны государственных финансовых институтов в плане предоставления гарантий и субсидирования процентной ставки; снижение налогового бремени и предоставление отсрочки по налоговым платежам. Сегодня развитие предпринимательства во всем мире является важнейшей задачей государства, способствующей формированию среднего класса в стране и формирующей возможности по обеспечению устойчивого роста экономики.

Ключевые слова: малый бизнес, дефицит финансов, фискальные нагрузки, кредитование, задолженность, реструктуризация, устойчивый рост, налоговые гарантии, налоговые платежи

EXPERIENCE OF STATE SUPPORT TO DEVELOPMENT OF SMALL BUSINESS AND ITS USE IN RUSSIA

Radzhabova Z.K., Radzhabova Z.O.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: r-zk@yandex.ru

This article examines the development and development of small business in the context of Russia, the place and role of the state in terms of supporting its development. Against the backdrop of international experience in the current conditions for the development of the Russian economy, in the conditions of a shortage of financial resources and increasing the fiscal burden, the state should provide comprehensive support to small businesses at the level of adopting appropriate programs to ensure its functioning in three main directions: the creation of new forms of lending with a view to implementing earlier unfinished projects; Restructuring of the current debt, support from the state financial institutions in terms of providing guarantees and subsidizing the interest rate; Reducing the tax burden and granting a deferral of tax payments. Today, the development of entrepreneurship around the world is the most important task of the state, contributing to the formation of the middle class in the country and forming opportunities to ensure sustainable economic growth.

Keywords: small business, financial deficit, fiscal burdens, lending, debt, restructuring, sustainable growth, tax guarantees, tax payments

В современных условиях развития мировой экономики малый бизнес является важнейшим механизмом эффективного развития. Предпринимательство, представляет собой гибкую и адаптивную форму ведения бизнеса, основанную на возможности получения прибыли в условиях коммерческого риска. Особенностью предпринимательства в условиях глобализации являются систематические изменения условий внешней и внутренней среды, что дает возможность к оперативному реагированию на запросы рынка и созданию эффективных форм управления.

Мировой опыт доказывает, что в условиях кризисной ситуации в экономике государство должно оказывать всестороннюю поддержку малого предпринимательства на уровне принятия соответствующих программ и корректирующих мероприятий по обеспечению его функционирования в условиях дефицита финансовых ресурсов и повышения фискальной нагрузки в рам-

ках трех основных направлений: создание новых форм кредитования в целях выполнения ранее незавершенных проектов; реструктуризация текущей задолженности и дополнительная поддержка со стороны государственных финансовых институтов ввиду предоставления гарантий и субсидирования процентной ставки; снижение налогового бремени и предоставление отсрочки по налоговым платежам.

Эффективность развития предпринимательства, по мнению многих зарубежных специалистов, определяется фактором мотивации к его развитию.

По мнению О. Покровской [4], успех в предпринимательстве – это не случайность, а закономерный результат хорошо спланированных действий. В том числе это и следствие продуманной мотивации, что подтверждается рядом исследований. В одном из них на протяжении трех лет проводилось наблюдение за персоналом 50 международных компаний. Итоги ока-

зались впечатляющими: в тех компаниях, в которых сотрудников отличала высокая вовлеченность в рабочий процесс, доходность повысилась на 3,7%. В то же время в компаниях с низким уровнем вовлеченности работников операционные и финансовые результаты снизились на 2%.

Однако существует и другая точка зрения. О. Берг [1] указывает на то, что экономическая мотивация обусловлена выгодами нематериального характера, например, возможностью выхода компании на новые рынки, новые партнеры и контрагенты. Однако использование только стимулов экономического характера приводит к другим нежелательным последствиям, таким как быстрое насыщение выгодами, субъективное восприятие существующих благ, отсутствие необходимого круга общения и пр. Иными словами, даже экономические стимулы в предпринимательстве приводят к отсутствию или незначительности реакции на их получение.

Программы по повышению интересов предпринимателей со стороны государства действуют во всем мире. В некоторых случаях реализация таких программ включает увеличение государственных расходов на технологическое перевооружение и развитие инфраструктуры предпринимательства. Малые предприятия могут получать прямую или косвенную государственную поддержку. Одним из эффективных и непосредственных способов повышения материальной поддержки для предпринимателей является обеспечение непрерывности денежных потоков, способствующих устойчивому пополнению оборотного капитала.

Отдельным фактором, оказывающим воздействие на эффективность предпринимательства, является производительность труда, ее влияние определяется количеством создаваемого продукта за единицу рабочего времени. Согласно теории К. Маркса «уровень производительности труда находит свое отражение в относительной величине средств производства, который рабочий превращает в продукт в течение данного времени при неизменном напряжении рабочей силы» [3].

В более современной интерпретации [5] производительность труда можно трактовать как достижение поставленной цели по выполнению заданного объема работы в условиях ограниченного времени, результаты которой влияют на общую эффективность предпринимательства.

В ряде факторов, оказывающих влияние на деятельность предпринимателя, можно выделить обучение и развитие персонала. Характеризуя этот набор, можно отметить,

что их воздействие на эффективность предпринимательской деятельности обусловлено возможностью расширения знаний и навыков сотрудников для изменения норм их социального поведения в соответствии с целями развития компании. Традиционно обучение и развитие определяется как процесс, посредством которого люди приобретают различные навыки и знания, что повышает их эффективность в различных функциональных обязанностях, включающих руководство [8]. Основная цель любого обучения состоит в приобретении знаний, необходимых для выполнения своих обязанностей.

Нельзя недооценить значение обучения в повышении эффективности предпринимательства.

Во-первых, обучение позволяет малому бизнесу внести свой вклад в развитие человеческого капитала той или иной страны, через свое влияние на политику и систему образования в рамках существующих потребностей бизнеса. Любой работодатель должен признавать, что обучение и повышение квалификации сотрудников является неотъемлемой частью развития и конкурентоспособности компании в будущем.

Во-вторых, непрерывное обучение обеспечивает возможность развития основных и смежных навыков для новых сотрудников, стимулирует повышение эффективности человеческого капитала компании, позволяющей получать дополнительный доход при условии, что организация сможет обеспечить соответствующую подготовку персонала и качество процесса.

В-третьих, полученные в результате обучения знания позволяют повышать качество предоставляемых услуг, а также дают возможность увеличения их количества в рамках одной организации.

Многочисленные научные исследования [6] доказывают, что повышение производительности труда, развитие конкурентных преимуществ, повышение качества и непрерывности обучения, квалификации персонала и дополнительных навыков, входят в число ключевых задач для компаний малого бизнеса во всем мире.

В зарубежной практике существует ряд государственных программ по поддержке малого предпринимательства. В странах Евросоюза предприятия малого и среднего бизнеса составляют около 70% от общего количества предприятий. А, например, в Германии и Австрии этот показатель в некоторых провинциях достигает 90%, что характеризует качество государственных программ поддержки предпринимательства, в том числе в сфере экологии, энергоэффективности и транспорта.

Основные инструменты для поддержки предпринимательства в Австрии носят материальный и нематериальный характер. К инструментам материальной поддержки относится возможность предоставления кредитных ресурсов, гарантий и поручительств со стороны государственных структур; предоставление грантов и различных схем материального субсидирования. К инструментам нематериального характера относятся консультационные и справочные услуги по поиску и подбору необходимой программы поддержки предпринимательства.

Следует отметить, что поддержка предпринимательства осуществляется в рамках строго регламентированных процедур в части:

- предварительного анализа финансового положения предприятия и его деловой репутации;
- предварительной оценки коммерческой эффективности проекта и возможности его практической реализации;
- предварительной оценки экологических последствий реализации проекта и влияния на окружающую среду;
- оценки технологических особенностей реализации проекта и возможности инновационного развития [7].

Так же как и в Австрии, система поддержки предпринимательства во Франции, Германии и Голландии носит децентрализованный характер и реализуется через специализированные кредитно-финансовые институты. В Испании создана специальная организация при Министерстве промышленности и энергетики, задачи которой связаны с координацией работы предприятий малого бизнеса.

Научно-практический интерес представляет опыт Франции по оказанию особой поддержки предпринимателей, открывших свое дело в депрессивных районах страны. Такие предприниматели имеют различные льготы, освобождены от части обязательных отчислений и выплат.

Особенностью программ поддержки предпринимателей в Германии является оказание финансовой и нефинансовой помощи предприятиям наукоемких отраслей производства. Кроме того, в Германии активно применяется проектное и объектное финансирование предпринимательской деятельности, связанной с реализацией долгосрочных проектов в рамках модернизации отдельных отраслей и промышленных предприятий.

Таким образом, поддержка предпринимательства в странах ЕС носит достаточно комплексный и многообразный характер, учитывает не только возможности для развития инновационного бизнеса, но и бизнеса

узкой отраслевой направленности, особенно в депрессивных и слабо развитых регионах страны. Задачи государства при этом сконцентрированы в рамках координации и кооперации с деятельностью различных финансовых и нефинансовых институтов, которым делегированы соответствующие полномочия.

Исследования зарубежных специалистов подтверждают, что для малых предприятий характерно наличие быстрой реакции на изменение условий внешней среды в целях завоевания рынка и повышения собственной конкурентоспособности. Особенность малого предпринимательства состоит в возможности гибкого реагирования на запросы рынка, что позволяет в условиях кризиса и различных периодов экономического развития быстро перестраивать собственный бизнес и делать его более эффективным и менее затратным и рисковым. Несмотря на то, что понятие риск и предпринимательство неразрывно связаны между собой, в условиях кризиса малый бизнес оптимизирует влияние рисков в рамках краткосрочной и среднесрочной перспективы. Такое поведение связано с тем, что происходит одновременное сжатие потребительского рынка и спроса, что приводит к сокращению объемов продаж и усугубляет доступ предпринимателей, как к долгосрочному, так и краткосрочному финансированию. На практике различают влияние формальных и неформальных институтов на создание новых форм и направлений предпринимательства. Формальные институты регулируют механизмы защиты имущественных прав, политических и экономических свобод, уровня коррупции в стране. Развитие неформальных институтов создает благоприятный бизнес-климат, формирует новые стимулы экономического поведения предпринимателей. Формальные и неформальные институты образуют ряд факторов, способствующих созданию новых организационно-правовых форм и моделей в предпринимательстве. Происходит постепенная эволюция в организационном развитии бизнеса, приводящая к стратегическому обновлению уже существующих форм предпринимательства. Одной из существенных проблем отечественного предпринимательства является низкая доступность кредитных ресурсов и их высокая стоимость, что обуславливает низкие темпы роста МСП и монопрофильность существующего бизнеса. В этой связи необходимо комплексное решение данной проблемы в рамках совершенствования финансовой и нефинансовой инфраструктуры для МСП за счет: существенного увеличения объемов гарантийной поддержки со стороны государства и субсидирования процентной ставки по кредиту; внедрения новых современных

технологий оценки рисков предпринимателей путем адаптации зарубежной практики; запуска адресных программ государственной финансовой поддержки малого предпринимательства для стартапов с целью увеличения доли МСП в совокупном кредитном портфеле и расширения линейки кредитных продуктов; совершенствование региональной политики путем сглаживания диспропорций в физической и стоимостной доступности финансовых услуг для предпринимателей.

В связи с сокращением объема финансирования ухудшается и общее состояние сектора малого предпринимательства в виду взаимовлияния следующих факторов:

- увеличения объема отложенных платежей в виду наличия отложенного спроса со стороны потребителей;

- увеличения количества дефолтов и снижением качества выполнения обязательств по поставкам, платежам, кредитам и пр.;

- увеличения дефицита кредитных и финансовых ресурсов, приводящее к снижению объема кредитования и, как следствие, сокращению совокупного кредитного портфеля, влияющего на ликвидность в банковском секторе.

В российской практике меры государственной поддержки классифицируются на две ключевые составляющие: прямое инвестирование, предоставление субсидий малому бизнесу и меры косвенной поддержки бизнеса на основе развития новых объектов инфраструктуры, а также предоставления налоговых льгот.

Несмотря на уже сформированную законодательную и нормативно-правовую основу, регулирующую сферу предпринимательства в России, до сих пор нерешенными остаются проблемы и вопросы, связанные с необходимостью его совершенствования. Например, отечественное налоговое законодательство до сих пор раскрыло понятие малого и среднего предпринимательства, как отдельного юридического субъекта. Понятие индивидуальный предприниматель также попадает в зону регулирования гражданского законодательства.

Проблемы развития инновационного предпринимательства затрагивают вопросы по созданию комплексной программы поддержки, которой, к сожалению, сегодня не существует. А уже проводимые мероприятия носят лишь фрагментарный характер. Финансирование венчурных проектов осуществляется только с использованием частных инвестиций, а доля уже реализованных проектов крайне незначительна.

Наряду с уже реализуемыми программами поддержки малого предпринимательства, в большинстве своем они не носят систем-

ный характер, что отражается и на показателях его развития по сравнению с развитыми странами мира. Например, в США доля малых предприятий в ВВП достигает 52%, тогда как в России нет и 21%. Общая доля малых предприятий в экономике США составляет около 97%, а в России находится на уровне 40%. Доминирующими отраслями малого предпринимательства в США является инновационный бизнес и бизнес, ориентированный на экспортные технологии – 50–60%. В России основная отраслевая принадлежность предприятий малого и среднего бизнеса – торговля и услуги, которая составляет около 46%, операции с недвижимостью – 19% и менее одного процента составляет доля инновационных предприятий и предприятий, ориентированных на выпуск продукции на экспорт [2].

Эффективность развития предпринимательства, по мнению многих зарубежных специалистов, определяется фактором мотивации к его развитию.

Учитывая большое количество программ и мероприятий для содействия развитию малого предпринимательства, их можно разделить на несколько больших блоков, каждый из которых будет выполнять роль финансовой или нефинансовой поддержки.

На наш взгляд, создание новых программ и мероприятий по поддержке малого предпринимательства стимулирует к формированию его новых форм и видов, что в целом способствует повышению качества и увеличению доли малых предприятий в экономике. В нынешних экономических условиях государство стремится оказать поддержку малому и среднему бизнесу, в первую очередь производственного сектора, в том числе путем расширения доступа к процедуре госзаказа и увеличения объемов госзакупок, приходящихся на малый и средний бизнес, поэтому у данного сегмента сегодня большие перспективы для развития.

Список литературы

1. Берг О. Мотивация на «ура» // Кадровый вопрос. – 2013. – № 8. – С. 31–66.
2. Кречетов Р.И. Государственные меры поддержки МСП в России и за рубежом // Содействие развитию малого и среднего предпринимательства: зарубежный опыт и российская практика. – 2015. – № 2. – С. 153–158.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – 2-е изд. – Т. 23. – С. 435–436.
4. Покровская О. Мотивация в подарок // Кадровик. ру. – 2013. – № 10. – С. 74–77.
5. Jacqueline C.V. The concept of workplace performance and its value to managers. California Management Review. – 2006. – № 49(2). – P. 62–79.
6. Oluseyi A.S. Influence of workers training programmes on conflict reduction in industrial organizations in Nigeria. African Journal of Business Management. 4(7), 1240–1246. – 2010.
7. SBA Fact Sheet 2014. Austria [http://ec.europa.eu/enterprise/sme/facts].
8. Skylar K.P., Serkan, Y. Managerial training effectiveness: A meta analysis. Personnel Review. – 2010. – № 39(2). – P. 227–241.

УДК 336.62

ПРОБЛЕМА ФИНАНСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОНОПРОФИЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Суздальцев Ю.В., Батурина О.А.

ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,
e-mail: olga.ruban@vvsu.ru, fczenitfan94@gmail.com

В статье рассматривается проблема финансового управления при проведении процесса диверсификации деятельности предприятий. Отмечается, что в настоящее время не выделено моделей финансового управления данным процессом, который, в свою очередь, сопряжен с вложением капитала и достаточно высоким уровнем финансового риска. Особенно остро проблема диверсификации стоит перед монопрофильными организациями, занимающихся коммерческой недвижимостью в городе Владивостоке. Основной акцент делается на статистику увеличения торговых площадей, индекса потребительских цен и потребительской способности населения. Рассматриваются существующие виды диверсификации и сделана попытка определить наиболее подходящий для монопрофильных организаций, работающих в сфере коммерческой недвижимости. На основе изученной отечественной и зарубежной литературы авторами выделяются три подхода к финансовому управлению, проведен их критический анализ, установлены достоинства и недостатки. В результате определяется авторский подход к финансовому управлению, в наибольшей степени подходящий к процессу диверсификации деятельности монопрофильных организаций, основным отличием которого является ориентация на цели диверсификации, что позволяет более точно устанавливать критерии успешности процесса диверсификации.

Ключевые слова: диверсификация, монопрофильные организации, финансовое управление, подходы

FINANCIAL MANAGEMENT PROBLEM IN THE PROCESS OF DIVERSIFICATION ACTIVITIES SINGLE-INDUSTRY ORGANIZATIONS

Suzdaltsev Yu.V., Baturina O.A.

Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES), Vladivostok,
e-mail: olga.ruban@vvsu.ru, fczenitfan94@gmail.com

In the article, we consider the problem of financial management during the process of diversification of activity of the enterprises. It is noted that there are currently no models of financial management of this process, which, in turn, is associated with capital investment and a fairly high level of financial risk. The problem of diversification is particularly acute for single-industry organizations. The authors discuss the relevance of diversification for single-industry organizations engaged in commercial real estate in the city of Vladivostok. The main focus is on the statistics of the increase of retail space, the consumer price index and consumer ability of the population. We consider the existing types of diversification and seek to identify the most suitable one for single-industry organizations involved in the field of commercial real estate. Based on the study of domestic and foreign literature, the authors distinguished three approaches to financial management, conducted their critical analysis, with strengths and weaknesses.

Keywords: diversification, single-industry organization, financial management, approaches

В сложившихся экономических условиях монопрофильные предприятия, занимающиеся сдачей недвижимости в аренду, наиболее подвержены рискам. Для снижения возможных рисков можно прибегнуть к диверсификации деятельности организации, но диверсификация сама по себе – это определённый риск, связанный с большими финансовыми вложениями. У многих предприятий данной отрасли есть определенные финансовые ресурсы, которые можно использовать для диверсификации, но, с учетом сложившейся тенденции уменьшения выручки, этих запасов через определенный промежуток времени может не хватить для проведения этого процесса. На фоне этого выделяется проблема несовершенства существующих моделей финансового управ-

ления диверсификацией для монопрофильных организаций, действующих в сфере коммерческой недвижимости [5].

Настоящее положение России на международной экономической арене не является стабильным, что приводит к трудной экономической ситуации и внутри страны. Большой части коммерческих предприятий в данный момент приходится решать множество проблем, связанных с их бизнесом, чтобы получать прибыль. Каждая предпринимательская деятельность в любой момент своего существования, а особенно в период изменчивости экономической среды, подвержена рискам. Особенно им подвержены монопрофильные предприятия, так как они не диверсифицированы, экономические затруднения профильной

отрасли могут поставить предприятие в трудное положение [6].

Наиболее остро проблема монопрофильных предприятий, занимающихся коммерческой недвижимостью, ощутима во Владивостоке. Обеспеченность торговыми площадями во Владивостоке многократно увеличилась за последние годы и к концу 2014 г. составила 275 м² на 1 тыс. жителей – это, по данным ООО «Индустрия-Р», выше, чем средний показатель по России, в два раза (табл. 1).

Уровень обеспеченности торговыми площадями в различных городах сильно варьируется – в среднем на 1000 жителей городов-миллионников приходится 344 кв. м торговых площадей, в то время как по прочим городам показатель составляет всего 64 кв. м [10].

По итогам 2015 г. приморская столица осталась крупнейшим центром торговой недвижимости Дальнего Востока. По данным консалтинговой компании IDEM

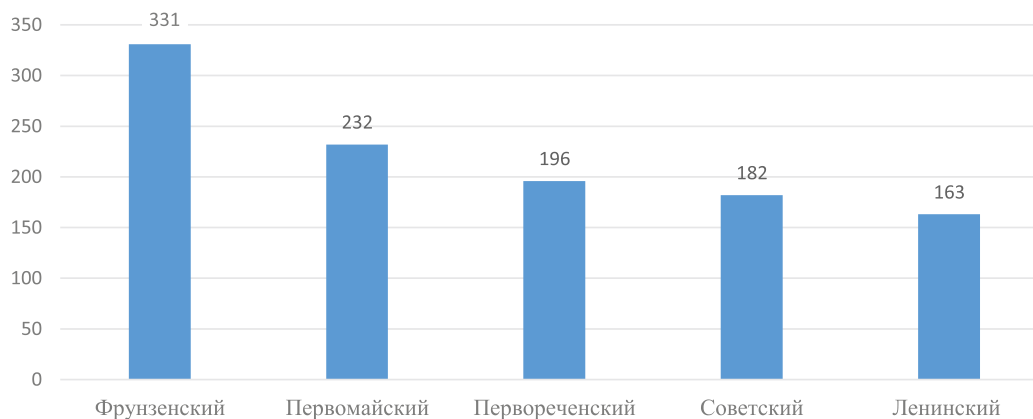
(International Development & Marketing), во Владивостоке функционирует более 100 объектов, именующих себя торговыми центрами. При этом консультанты выделяют из них лишь 10, которые обладают качественной торговой недвижимостью. Их площадь составляет 174,2 тыс. м². Общая же обеспеченность торговыми площадями увеличилась с 2014 по 2015 с 275 м² до 288,7 м² на 1 тыс. чел. (рисунок).

Арендная ставка за квадратный метр в городе Владивостоке зависит от нескольких параметров. Первое – расположение и статус административно-развлекательного центра. В городе представлены коммерческие площади в зданиях всех возможных классов от С до А+. Второе – этажность снимаемого помещения. В торгово-развлекательных центрах города самые дорогие площади расположены на первом, втором и третьем этажах. Чем выше расположено помещение, тем ниже его арендная ставка (табл. 2).

Таблица 1

Обеспеченность торговыми площадями в 2014 и 2015 гг. в крупнейших городах России

Город	Торговые площади на 1 тыс. жителей (кв. м) (2015 г.) [1]	Торговые площади на 1 тыс. жителей и (кв. м) (2014 г.) [2]
Краснодар	734	785
Самара	562	575
Тюмень	438	457
Оренбург	428	477
Екатеринбург	410	476
Москва	382	357
Санкт-Петербург	374	363
Ярославль	369	463
Нижний Новгород	367	497
Ростов-на-Дону	338	351
Владивосток	289	275



Обеспеченность торговыми площадями Владивостока в разделе административных районов, кв. м/1000 чел

Таблица 2

Арендная ставка в некоторых торговых центрах города Владивостока

Объект	Площадь	Арендная ставка (руб/м ²)
ТЦ «Европейский пассаж»	64 м ² на 6-м этаже	450
ТЦ «Сотка»	30 м ² на 2-м этаже	1500
ТЦ «Изумруд Плаза»	110 м ² на 1-этаже	2500
ТЦ «Зеленый угол»	80 м ² у входа	800
ТЦ «Велес»	367 м ² на 2-м этаже	650
ТЦ «Гермес»	200 м ² на 2-м этаже	1000
ТЦ «Россиянка»	40 м ² на 1-м этаже	2257
ТЦ «Игнат»	1000 м ²	700

Монопрофильным организациям, занимающимся коммерческой недвижимостью, стоит как можно скорее диверсифицировать свою деятельность, так как большая часть площадей сдается в торговых центрах и направлена на обеспечение розничных продаж, которые в условиях экономической нестабильности снизились.

Один из способов снижения рисков – диверсификация деятельности организации, но диверсификация сама по себе – это определённый риск, связанный с большими финансовыми вложениями.

Диверсификация – это включение в портфель инвестиций ценных бумаг широкого круга компаний с целью избежать серьезных потерь в случае спада, охватившего лишь один из секторов экономики. По утверждению Д.В. Артюновой, «под диверсификацией понимается распространение деятельности на новые сферы».

Все монопрофильные организации, занимающиеся коммерческой недвижимостью, ограничены в финансовых ресурсах, которые они могут использовать для расширения спектра оказываемых услуг, в связи с чем для них особенно важно иметь совершенную модель финансового управления диверсификацией для минимизации возможных рисков данного процесса. При наличии совершенной модели финансового управления диверсификацией монопрофильные предприятия смогут четко взвесить все плюсы и минусы проведения диверсификацией и снизить возможные финансовые риски данного процесса [1].

Исходя из предположения, что у предприятий, которые сдают имущество в аренду, большая часть в структуре расходов – это постоянные затраты, можно сделать вывод, что они подвержены высокой степени делового риска. Он включает в себя как операционный риск, связанный с обслуживанием объектов, так и финансовый, при условии возможного возникновения кризиса непла-

тежеспособности, обусловленного необходимостью выплачивать заемные средства и проценты по ним, взятые для реализации проектов по модернизации объектов [4].

Стоит отметить группу компаний «Синергия», которая использует сдачу коммерческой недвижимости в центре современного искусства Заря, как способ диверсификации для основного вида деятельности – производство и дистрибуция алкогольной продукции.

Процесс диверсификации деятельности предприятия связан с большими финансовыми вложениями, которые у монопрофильных организаций ограничены. В связи с этим остро встает вопрос рационального использования данных ресурсов, так как монопрофильные предприятия не могут рисковать всеми своими финансовыми ресурсами. Решить данный вопрос способно наличие совершенной модели финансового управления диверсификацией деятельности монопрофильных предприятий, занимающихся коммерческой недвижимостью. При наличии совершенной модели финансового управления диверсификацией монопрофильные предприятия смогут все возможности и угрозы проведения диверсификации и снизить возможные финансовые риски данного процесса.

Таким образом, стоит отметить, что при наличии совершенной модели финансового управления диверсификацией предприятия смогут снизить свои риски путем проведения диверсификации, а также, что наиболее важное, минимизировать возможные риски самого процесса диверсификации, используя модель финансового управления.

Авторами были проанализированы существующие трактовки термина «финансовое управление» и проведена их классификация, что позволило выделить три основных подхода к определению этого понятия: распределительный, функциональный и организационный.

1. Распределительный подход – определяет финансовое управление с точки зрения управления государственными финансами. Под финансовым управлением в данном подходе понимается формирование, использование и распоряжение государственными финансами различных уровней власти через законодательную и нормативную базы, а также бюджетную, банковскую, налоговую системы и правоохранительные органы.

Данного подхода придерживались такие авторы, как Б.Т. Кузнецов, Ю. Бригхэм, М. Эрхардт, и авторы, составляющие Межпарламентскую Ассамблею государств – участников СНГ в 1998 г. [8].

Данный подход используется в основном государственными органами власти, так как именно они управляют государственными финансами, занимаются их использованием и распределением. Периодически распределение финансов происходит в соответствии с программами государственной поддержки [12].

2. Функциональный подход – определяет финансовое управление следующим образом. Финансовое управление – это управление финансовыми ресурсами предприятия в процессе их мобилизации, распределения, использовании, с целью оптимизации прибыли на акцию, повышения платежеспособности, поддержания финансовой устойчивости и соответствия выбранной финансовой политики [7]. Финансовое управление в данном подходе выполняет такие функции, как страхование, управление рисками, распоряжение контрактами, ценообразование, привлечение инвесторов, распоряжение предложениями акций на рынке.

Сицилиано Джене, Л.Е. Басовский, И.М. Карасева, Н.Э. Петросян, А.Ю. Аврин, Л.Н. Павлова, Ю.С. Масленченков придерживались этого подхода при определении финансового управления в своих работах [9, 12, 15].

Указанный подход используется коммерческими организациями при управлении финансовыми потоками. Использование данного подхода будет особенно актуальным для коммерческих, в том числе монопрофильных, организаций при запуске того или иного проекта, так как он позволяет привлечь инвесторов, помогает распоряжаться контрактами и управлять рисками и выполняет функции страхования.

3. Организационный подход – подход к финансовому управлению как к управлению всей организацией – заключается в том, что определяет финансовое управление как систему принципов и методов разработки

и реализации управленческих решений относительно обособленных и одновременно взаимосвязанных сфер и звеньев финансовых отношений. В данном подходе финансовое управление рассматривается в динамике. Основные функции финансового управления в этом подходе – это разработка алгоритма решения финансовых вопросов и проблем организации. Важность финансового управления в данном подходе определяется зависимостью благополучия предприятия от рациональности, целесообразности и эффективности финансового управления.

Придерживались данного подхода такие авторы, как И.А. Бланк, Джеймс С. Ван Хорн, Джон М. Вахович, Е.И. Шохина, Н.Ф. Самсонов, Н.П. Баранникова, А.А. Володин, Б.Т. Кузнецов, И.Я. Лукасевич, Г.А. Тосунян [2, 3, 11, 14, 13].

Для выявления наиболее подходящего подхода финансового управления для монопрофильных организаций, занимающихся коммерческой недвижимостью, требуется провести критический анализ данных подходов. Результат анализа представлен в табл. 3.

Проведенный анализ показывает, что выбор подхода для разработки модели финансового управления диверсификацией монопрофильных организаций, занимающихся коммерческой недвижимостью, целесообразно делать между функциональным и организационным подходом.

Распределительный подход нецелесообразно использовать при построении модели финансового управления для коммерческих организаций, так как данный подход нацелен на органы государственной власти, которыми не являются монопрофильные организации, занимающиеся коммерческой недвижимостью.

Организационный подход не в полной мере подходит для разработки моделей финансового управления диверсификацией монопрофильных организаций. Обусловлено это тем, что данный подход к определению финансового управления нацелен на финансовое управление всей компании в целом, что несомненно является более объемным объектом управления, чем процесс диверсификации деятельности.

Целевой подход – основан на выделении цели финансового управления с последующей разбивкой этой цели на задачи, которые распределяются между центрами финансовой ответственности. При использовании этого подхода задачи подразделяются на оперативные и стратегические.

Таблица 3

Критический анализ существующих подходов к определению финансового управления

Наименование подхода	Достоинства	Недостатки
Распределительный	Определяет важность и значимость финансового управления для органов власти различных уровней	Не учитывает методы оценки результата финансового управления. Не определяет конечную цель финансового управления Не предоставляет четкого разделения областей финансового управления и органов его осуществляющих
Функциональный	Определяет четкие цели финансового управления, наличие которых позволяет определить измеряемые количественно критерии достижения поставленных целей финансового управления. Предоставляет необходимые функции финансового управления	Не дает четкого определения уровня финансового управления (стратегическое или оперативное)
Организационный	Определяет принципы финансового управления для всей организации в целом. Рассматривает процесс финансового управления в динамике. Предоставляет основные функции финансового управления, отличные от функций, предоставленных в функциональном подходе	Не выделяет конкретной цели финансового управления. Не позволяет определить зоны ответственности сотрудников организации за тот или иной аспект финансового управления

Выводы

Определение четких целей финансового управления позволяет определить измеряемые количественно критерии достижения поставленных целей, что в свою очередь даст ясный ответ на вопрос, была ли достигнута главная цель диверсификации деятельности. Помимо этого, предоставление необходимых функций финансового управления позволит наиболее точно построить универсальную модель финансового управления диверсификацией деятельности монопрофильных организаций, занимающихся коммерческой недвижимостью.

Список литературы

1. Басовский Л.Е. Финансовый менеджмент: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 240 с – (Серия «Высшее образование»).

2. Бланк И.А. Основы финансового менеджмента. – К Ника-Центр, 2008. – Т. 1.– 592 с.

3. Ван Хорн, Джеймс С, Вахович, мл., Джон, М. Основы финансового менеджмента, 12-е издание: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 1232 с: ил. – Парал. Тит. Англ.

4. Варкулевич Т.В. Внутренний аудит в системе управления финансовой устойчивостью организации // Вестник Владивостокского государственного университета экономик и сервиса. Территория новых возможностей. – 2012. – № 15. – С. 86–93.

5. Информационный портал «Cushman and wakefield». URL <http://www.cushmanwakefield.ru/ru-ru/news/2016/03/high-activity-on-regional-retail-markets-of-russia/> (дата обращения 30.11.2016).

6. Информационный ресурс «Финансы и кредит» // электронный доступ URL <http://finansi-credit.ru/finansovaya-sistema-finansovoe-regulirovanie-finansovoe-upravlenie> (дата обращения: 17.11.2016).

7. Карасева И.М. Финансовый менеджмент: учеб. Пособие по специализации «Менеджмент орг.» / И.М. Карасева, М.А. Ревякина; под ред. Ю.П. Анискина. – М.: Омега – Л, 2009. – 335 с.

8. Кузнецов Б.Т. Финансовый менеджмент: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 060500 «Бухгалтерский учет», 060400 «Финансы и кредит» / Б.Т. Кузнецов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 415 с.

9. Масленченков Ю.С. Финансовый менеджмент в коммерческом банке: Фундаментальный анализ. – М.: Перспектива, 2010. – 160 с.

10. Мультимедийный холдинг РБК. URL <http://realty.rbc.ru/articles/22/06/2015/562949995734552.shtml> (дата обращения: 30.11.2016).

11. Самсонов Н.Ф., Баранникова Н.П., Володин А.А. и др.; под ред. проф. Н.Ф. Самсонова. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 2012. – 495 с.

12. Павлова Л.Н. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. – 269 с.

13. Руководитель финансового управления муниципального образования «Город Майкоп» Орлов В.Н. Администрация города Майкоп, электронный ресурс, URL <http://www.maikop.ru/ekonomika-i-finansy/finansovoe-upravlenie/> (дата обращения: 07.12.2016).

14. Савчук В.П. Финансовый менеджмент предприятий: прикладные вопросы с анализом деловых ситуаций. – К.: Издательский дом «Максимум», 2009. – 600 с.

15. Сицилиано Джене. Финансы для нефинансовых менеджеров / Джене Сицилиано [перевод с англ. А.В. Митрофановой]. – М.: ГроссМедиа, 2008. – 256 с.

УДК 330.43:519.24

АНАЛИЗ ПРИБЫЛЬНОСТИ ТОРГОВОЙ СТРАТЕГИИ НА ОСНОВЕ ARIMA/GARCH МОДЕЛИ ДЛЯ РЫНКА BITCOIN

Суханова Е.И., Ширнаева С.Ю., Кожемякин Д.А.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», Самара,
e-mail: sukhanov@samaradom.ru, shirnaeva_sy@mail.ru

Целью данной работы является построение алгоритма принятия решений для биржевой торговой системы для рынка Bitcoin и последующий анализ полученных результатов. Представлен процесс создания торговой стратегии на основе прогнозирования временного ряда криптовалюты Bitcoin с помощью комбинированной модели ARIMA/GARCH. Проведено сравнение результатов торговой стратегии с доходностью рассматриваемого финансового актива. В качестве мер сравнения были выбраны: среднегодовая доходность, коэффициент Шарпа, максимальная просадка, коэффициент Кальмара, а также показатели, полученные на основе модели оценки долгосрочных активов (CAPM). Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на то, что ARIMA/GARCH модель хорошо описывает исходные данные, торговая стратегия, построенная на ее основе, не дала результаты лучше доходности бенчмарка, хотя по ряду показателей наблюдалось преимущество торгового алгоритма.

Ключевые слова: ARIMA/GARCH модель, криптовалюта, Bitcoin, временные ряды, торговая стратегия

ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF THE TRADING STRATEGY BASED ON THE ARIMA/GARCH MODEL FOR THE BITCOIN MARKET

Sukhanova E.I., Shirnaeva S.Yu., Kozhemyakin D.A.

Samara State Economic University, Samara, e-mail: sukhanov@samaradom.ru, shirnaeva_sy@mail.ru

The purpose of this work is to build a decision making algorithm for the exchange trading system for the bitcoin market and the subsequent analysis of the results. The paper presents the process of creating a trading strategy based on predicting the time series of Bitcoin crypto currency using the combined ARIMA / GARCH model. The results of the trading strategy are compared with the yield of the financial asset in question. As a measure of comparison, the average annual returns, the Sharpe ratio, the maximum drawdown, the Calmar ratio, as well as the indicators obtained on the basis of the capital assets pricing model (CAPM) are selected. The obtained results show that, despite the fact that the ARIMA / GARCH model describes the initial data well; the trading strategy built on its basis did not yield better results than the benchmark profitability, although for some indicators the advantage of the trading algorithm was observed.

Keywords: ARIMA/GARCH model, crypto currency, Bitcoin, time series, trading strategy

Прогнозирование временных рядов финансовых активов является широким полем для исследования и применения эконометрических моделей. Данная область является весьма популярной в связи со своей практической значимостью, что в свою очередь побуждает исследователей применять различные типы моделей, порой достаточно сложные.

В данной работе была разработана и исследована торговая система на основе прогнозных значений, полученных с помощью комбинированной модели ARIMA/GARCH, для криптовалюты Bitcoin. На данный момент в обращении находится порядка 16 миллионов Bitcoin, а ежедневный объем торгов составляет порядка 275 тысяч транзакций, при цене более 2000 долларов за одну единицу криптовалюты [1]. Как и подобает финансовому активу, Bitcoin торгуется на специальных биржевых площадках, предназначенных для торговли криптовалютой. Исторические котировки для данной работы были взяты с биржи Bitstamp [2], являющейся второй по объему торгов.

Таким образом, в данной работе исследуется относительно новый финансовый актив, который развивается прямо сейчас. Целью работы является построение алгоритма принятия решений для биржевой торговой системы с последующим анализом полученных результатов. Решения о покупке или продаже криптовалюты осуществлялись на основе прогноза изменения цены для каждого следующего дня с помощью ARIMA/GARCH модели. Результаты каждого торгового дня фиксировались, и в конечном итоге был получен временной ряд доходности торговой системы, который был сопоставлен с временным рядом доходности самого актива. На основе сравнения статистических показателей двух временных рядов были сделаны выводы о целесообразности применения данной модели для торговли на бирже.

Модели типа ARIMA и GARCH применяются довольно часто для прогнозирования финансовых временных рядов. Для прогнозирования Bitcoin применялись модели нейронных сетей и другие методы

машинного обучения [3], а также эконометрические методы (в том числе ARIMA и GARCH модели по отдельности [4]). Основное внимание в подобных исследованиях уделялось построению и оцениванию моделей, и результаты были представлены в виде статистических показателей моделей. В данной работе результатом является анализ торгового алгоритма. Подход, при котором анализируются показатели результатов торговой системы, а не только моделей, лежащих в ее основе, является, возможно, более удобным и понятным для инвестора, а также помогает оценить целесообразность применения модели.

ARIMA/GARCH модель

Модель типа ARIMA предназначена для исследования нестационарных временных рядов. Ряды можно привести к стационарному виду путем интегрирования исходного временного ряда. Модель обозначается ARIMA(p, d, q), где p , d и q – порядки соответственно авторегрессии, интегрированности и скользящего среднего.

Широкая известность модели ARIMA обусловлена ее эффективностью для прогнозирования временных рядов, порой превосходящей комплексные и более сложные модели. Использование модели ARIMA и других эконометрических моделей (VAR, COU) для прогнозирования временных рядов различных (макроэкономических) показателей рассматривалось в работах [5–7]. В модели ARIMA(p, d, q) прогнозируемое значение является линейной комбинацией прошлых значений (AR) и шума (MA) и имеет следующий вид:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \omega_t + \beta_1 \omega_{t-1} + \dots + \beta_q \omega_{t-q},$$

где ω_t – белый шум, α_p, β_j – коэффициенты модели, Y_t – значения ряда.

Модель типа GARCH [8] применяется для гетероскедастичных временных рядов, когда предполагается, что условная дисперсия ряда зависит от прошлых значений данного ряда. В этой модели используются прошлые значения дисперсии для прогнозирования будущих значений дисперсии временного ряда. Модель типа GARCH является обобщенным вариантом ARCH модели. Данные модели были предназначены для учета кластеризации волатильности на финансовых рынках. Феномен кластеризации волатильности был найден на широком спектре активов, поэтому логично было предположить, что данный эффект присутствует и на криптовалюте Bitcoin.

В то время как модель ARCH учитывает зависимость условной дисперсии только от квадратов прошлых значений временного ряда, модель GARCH предполагает, что условная дисперсия зависит также и от прошлых значений самой условной дисперсии. Модель обозначается GARCH(p, q), где p – порядок ARCH-членов, а q – порядок GARCH-членов. Для временного ряда u_t модель выглядит следующим образом:

$$u_t = \omega_t \sigma_t,$$

где ω_t – белый шум, σ_t – стандартное отклонение, а условная дисперсия данного процесса будет равна

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2,$$

где α_p, β_j – коэффициенты модели.

Таким образом, при помощи ARIMA и GARCH моделей можно прогнозировать следующее значение временного ряда, используя прошлые значения, шум и дисперсию. Затем обе модели были объединены в одну, а оптимальные параметры были подобраны на основе информационного критерия Акаике (AIC) [8]. При этом рассматривались модели ARIMA с $p = 0, \dots, 5$ и $q = 0, \dots, 5$ и GARCH с $p = 1$ и $q = 1$.

Описание торгового алгоритма

В качестве исторических данных использовались цены закрытия дня криптовалюты Bitcoin (\$), взятые с биржи Bitstamp в период с 13 сентября 2011 года по 6 апреля 2017 года, что составило общую выборку объемом 2033 наблюдений [2]. Поскольку существует множество биржевых площадок, на которых торгуется криптовалюта, и цены на них различаются, стоит уточнить, что выбор источника данных обусловлен своей доступностью, качеством и достоверностью данных. В работе использовался язык программирования R и специализированные пакеты, предназначенные для статистической обработки данных (quantmod, lattice, timeSeries, rugarch и др.).

В основе торговой системы лежит комбинированный прогноз ARIMA/GARCH модели. С помощью скользящего окна длиной k дней составляется прогноз для каждого следующего дня. Параметры модели находятся методом перебора на выборке длиной k дней таким образом, чтобы минимизировать информационный критерий Акаике. Найденная таким способом лучшая модель используется для прогноза следующего дня, затем скользящее окно сдвигается на день вперед и процедура повторяется снова.



Рис. 1. Временной ряд цен закрытия дня Bitcoin (13.09.2011–06.04.2017)

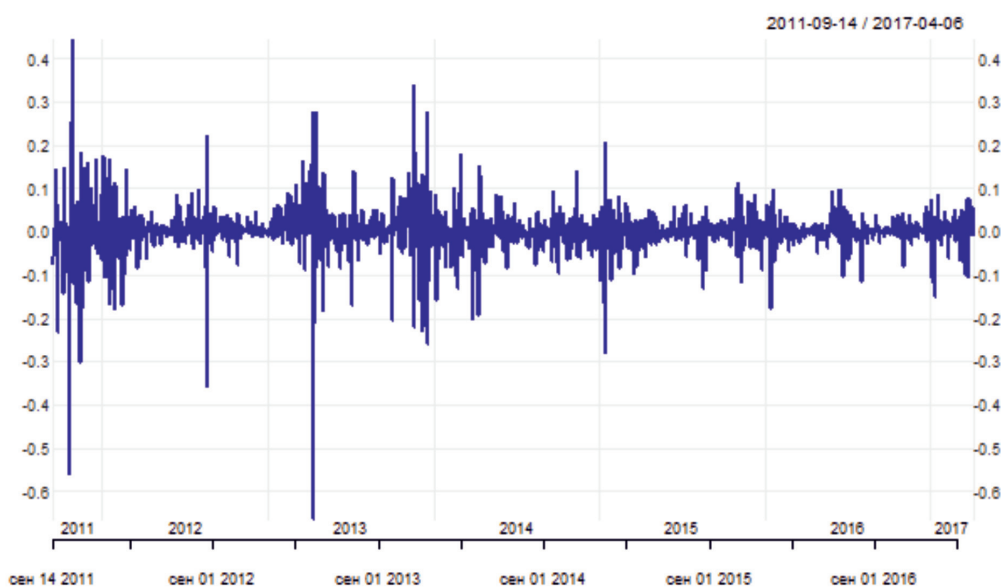


Рис. 2. Временной ряд разностей логарифмов цен Bitcoin (14.09.2011–06.04.2017)

Исходный временной ряд цен актива (рис. 1) является нестационарным: расширенный тест Дики – Фуллера [8] показал (p -value = 0,5279), что нет оснований отвергать гипотезу о наличии единичного корня. Поэтому для получения стационарного ряда были взяты первые разности логарифмов цен актива (рис. 2). Полученный временной ряд является стационарным и подходит для использования модели. Расширенный тест

Дики – Фуллера показал (p -value < 0,01), что гипотеза о наличии единичного корня отвергается.

Таким образом, результатом прогноза является величина приращения цены следующего дня. Что касается применения данного прогноза в торговой системе, следует отметить, что важно не значение данной величины, а только ее знак, который может быть положительным, отрицательным,

либо значение равно нулю. Если величина имеет положительный знак, то покупается актив в начале торгового дня, если отрицательный, то открывается короткая позиция по активу, если значение прогноза равно нулю, то текущая позиция остается без изменений.

Торговля ведется всегда одинаковым количеством лотов, если подряд идет несколько прогнозов с одинаковым знаком, то в течение этого времени не увеличивается позиция, а остается однажды открытая позиция в данную сторону до тех пор, пока знак прогноза не изменится на противоположный. Также нет дней, когда не занимается направленная позиция, то есть позиция открыта всегда. Все описанные выше действия имитируются, и на основе этого получается временной ряд доходностей торговой системы, который анализируется и сравнивается с временным рядом цен самого актива. На основе подобного анализа можно судить о целесообразности применения данной торговой системы. Результаты имитации будут отличаться от результатов реальной торговли в худшую сторону, так как на рынке присутствуют дополнительные издержки. Например, получить цену на открытии дня, равную фактической цене открытия, практически невозможно, можно получить лишь приближенное к ней значение; также ликвидность имеет относительное значение для инвестора: большой объем

денежных средств вызывает «проскальзывание» и ухудшает цену сделки, кроме того, существуют транзакционные издержки – комиссии биржи и брокера. Эти и другие издержки в данной работе не учитывались.

Для исследования были взяты максимально доступные (на момент исследования) данные (всего 2033 наблюдения). Поскольку данных не так много, а для оптимизации длины скользящего окна пришлось бы разделить выборку на две части, в данной работе было использовано (исходя из эмпирического опыта) скользящее окно $k = 500$ дням. Тем не менее величина скользящего окна – важный параметр, позволяющий подстраиваться под быстрые изменения, если свойства временного ряда имеют склонность меняться, либо извлекать максимум информации для прогноза, если свойства временного ряда более постоянны.

Для оценки качества построенной модели были протестированы остатки модели на наличие автокорреляции (рис. 3). В идеале, остатки должны представлять собой случайный процесс, не подверженный автокорреляциям. Тест Льюнг – Бокса [8] показал (p -value = 0,2476), что нет оснований отвергать нулевую гипотезу о том, что данные являются случайными, то есть автокорреляция отсутствует. Это позволило сделать вывод, что модель хорошо описывает рассматриваемые данные.

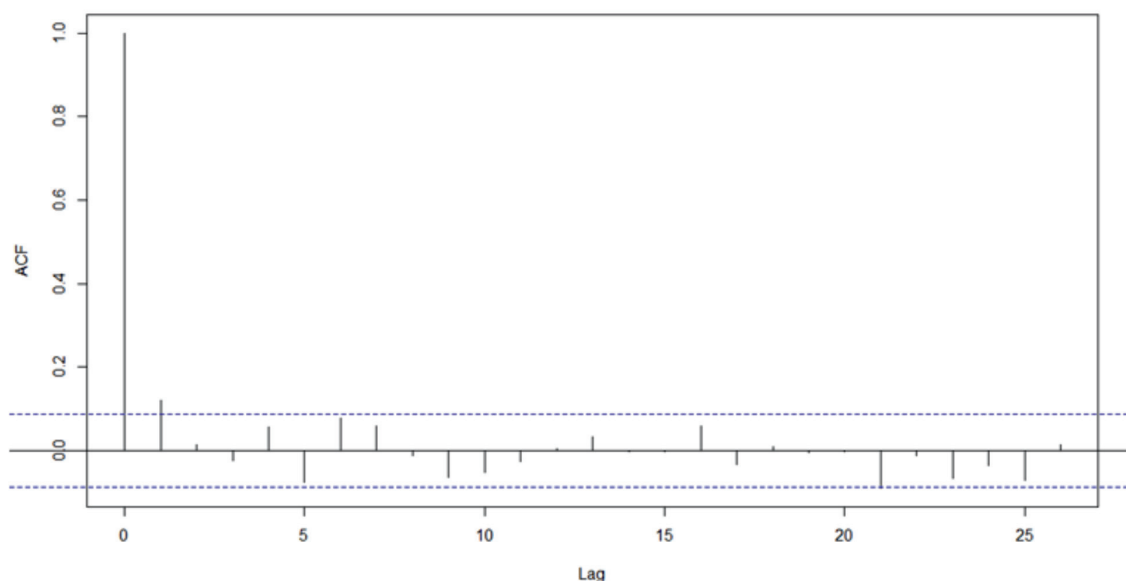


Рис. 3. Автокоррелограмма остатков модели

Результаты

Результаты торговой стратегии в сравнении с доходностью актива представлены в табл. 1. Для сравнения были выбраны следующие показатели: среднегодовая доходность, среднегодовое стандартное отклонение, коэффициент Шарпа (при нулевой процентной ставке) [9], максимальная просадка и коэффициент Кальмара [10].

Таблица 1
Показатели эффективности торговой стратегии и вложения средств в актив

Показатели	Стратегия	Bitcoin
Доходность	283%	277%
Стандартное отклонение	143%	144%
Коэффициент Шарпа	1,98	1,92
Максимальная просадка	40%	47%
Коэффициент Кальмара	5,96	4,89

Из табл. 1 видно незначительное преимущество торгового алгоритма по всем показателям. Наибольшие изменения произошли в показателях максимальной просадки и коэффициента Кальмара: максимальная просадка снизилась на 16%, а коэффициент Кальмара вырос на 18%. Коэффициент Шарпа улучшился всего на 3%. Поскольку коэффициент Кальмара является соотношением средней геометрической доходности и максимальной просадки, то снижение показателя максимальной просадки ведет к закономерному увеличению данного коэффициента. А незначительное увеличение коэффициента Шарпа обусловлено малыми изменениями в показателях средней арифметической доходности и стандартного отклонения, поскольку в данном случае коэффициент Шарпа является соотношением этих двух величин (при нулевой процентной ставке). Оба коэффициента являются показателями эффективности инвестиционного портфеля и представляют собой параметр, который оценивает риск и вознаграждения за этот риск.

Рассмотрим также показатели торговой стратегии на основе модели CAPM (модели оценки долгосрочных активов) [11] и методологии современной портфельной теории [10]: коэффициенты Альфа и Бета, коэффициент детерминации, коэффициент информации и коэффициент Трейнора [12]. Бенчмарком служит криптовалюта Bitcoin, безрисковая процентная ставка равна нулю. Результаты оценки параметров модели и показатели торговой стратегии на основе этой модели представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценки параметров модели CAPM и показатели торговой стратегии на основе данной модели

Показатели	Значения
Альфа	0,0021 (*)
Бета	0,1888 (***)
Коэффициент детерминации	0,364
Коэффициент информации	0,06
Коэффициент Трейнора	14,98

Примечание. Уровни значимости: * – 10%; ** – 5%; *** – 1%

Оценки параметров модели CAPM были получены в результате построения модели линейной регрессии. Модель имеет следующий вид:

$$R_i - R_f = \alpha_i + \beta_i (R_M - R_f) + \varepsilon_i,$$

где R_i – ожидаемая ставка доходности актива (стратегии), R_f – безрисковая процентная ставка, $R_i - R_f$ – ожидаемая ставка доходности актива (стратегии) с учетом безрисковой процентной ставки, α_i – коэффициент ожидаемой доходности актива (стратегии) по отношению к ожидаемой рыночной доходности, β_i – коэффициент чувствительности актива (стратегии) к изменениям рыночной доходности, R_M – ожидаемая рыночная доходность, $R_M - R_f$ – премия за риск, равная разнице ставок рыночной и безрисковой доходности, ε_i – некоррелированные ошибки модели.

Модель CAPM описывает отношения между рыночным риском и ожидаемой доходностью актива или торговой стратегии в данном случае. Модель широко используется в финансах и позволяет инвестору оценить перспективность вложения средств в инструмент, отличный от бенчмарка (например, отдельная акция, торговая стратегия или хедж-фонд), и учесть рыночный риск этого инструмента, доходность инструмента по отношению к бенчмарку и временную стоимость денег (в данном случае не учитывается, $R_i = 0$). В качестве бенчмарка были взяты цены закрытия дня Bitcoin, а в качестве инструмента для альтернативного вложения средств – результаты разработанной торговой стратегии за тот же период.

Коэффициент Альфа (α) позволяет определить инвестиционную привлекательность актива, а также оценить мастерство управляющего активами. Фактически данный коэффициент демонстрирует способность торговой стратегии (в данном случае) генерировать дополнительную до-

ходность, никак не связанную с поведением бенчмарка. Для данной стратегии коэффициент Альфа оказался равен 0,0021 (значим на 10% уровне значимости), что является довольно низким показателем. Коэффициент Бета (β) является своеобразной мерой рыночного риска. В отличие от стандартного отклонения, которое измеряет риск абсолютный, коэффициент Бета измеряет риск относительно взятого бенчмарка: чем больше Бета, тем с большей волатильностью движется цена актива относительно бенчмарка, и наоборот, коэффициент Бета, равный 1, означает, что актив движется вместе с бенчмарком. В данном случае коэффициент Бета равен 0,1888 (значим на 1% уровне значимости). Это считается довольно низким значением и в свою очередь является привлекательным результатом, так как стратегия повторяет лишь 19% волатильности бенчмарка, который сам по себе является крайне волатильным, а волатильность является мерой риска. Однако не все так однозначно, полученные среднегодовые стандартные отклонения бенчмарка и стратегии лишь незначительно отличаются друг от друга (незначимость различий дисперсий и средних двух выборок (в силу отсутствия нормальности распределения двух совокупностей) проверена с помощью непараметрических критериев Вилкоксона и Муда [13]). Скорее всего, данный эффект был вызван специфичностью движения доходности стратегии, и, если сравнивать результаты на более крупном таймфрейме (месячном или недельном), можно получить более высокий коэффициент Бета и, вероятно более релевантный.

Коэффициент детерминации тоже оказался достаточно низким: его значение равно 0,364. Это означает, что в среднем приблизительно 36% вариации доходности торговой стратегии можно объяснить за счет вариации цен бенчмарка, также можно сказать, что большую часть времени поведение торговой стратегии отлично от бенчмарка. Коэффициент информации равен 0,06, что можно интерпретировать как крайне низкий показатель. Коэффициент информации наряду с коэффициентом Альфа является еще одним способом оценить мастерство управляющего. Он рассчитывается как отношение коэффициента Альфа к стандартному отклонению разности доходностей актива (торговой стратегии) и бенчмарка, так называемой ошибке слежения. Таким образом, данный коэффициент показывает, сколько единиц независимой доходности приходится на дополнительную единицу риска. Соответственно, чем выше значение коэффициента, тем это лучше для управля-

ющего; хорошим считается значение, начинающееся с 0,5, следовательно, коэффициент информации данной торговой стратегии является неудовлетворительным.

Коэффициент Трейнора равен 14,98, что является крайне хорошим показателем. Он рассчитывается как отношение доходности стратегии к коэффициенту Бета, напоминая собой коэффициент Шарпа, с той лишь разницей, что в качестве меры риска берется так называемый систематический риск. Коэффициент показывает, сколько доходности приходится на единицу рыночного риска. Высокое значение коэффициента обусловлено низким значением коэффициента Бета. Ориентироваться на коэффициент Бета рекомендуется при коэффициенте детерминации выше 0,8. Применение альтернативных метрик дает возможность получения более объективного результата.

Заключение

В работе был описан процесс создания торговой стратегии на основе комбинированной модели ARIMA/GARCH, примененной на криптовалюте Bitcoin. Модель хорошо подходит для рассмотренных данных (автокорреляция в остатках отсутствует). Однако, торговая стратегия, в основе которой лежали прогнозы, полученные с помощью данной модели, не дала высоких результатов. Торговая стратегия незначительно опережала бенчмарк в своих показателях, однако статистические тесты доходностей стратегии и бенчмарка не показали значимых различий средних и дисперсий двух выборок. Также стратегия была оценена с помощью CAPM модели, получены Альфа и Бета коэффициенты и рассчитаны некоторые метрики на их основе. Стратегия генерирует сравнительно небольшой коэффициент Альфа порядка 0,2%. Коэффициент Бета оказался на удивление низким, что является хорошим результатом, учитывая то, что дисперсии двух временных рядов значимо не различаются. Возможно данный эффект связан со специфическим поведением кривой доходности стратегии, а также лучшими результатами в показателе максимальной просадки по сравнению с бенчмарком.

Тем не менее положительных результатов, полученных во всех перечисленных показателях, недостаточно, чтобы считать стратегию более привлекательной для инвестиций, чем бенчмарк. К тому же в данной работе не были учтены никакие виды издержек. Возможно, предложенная модель работает лучше на других таймфреймах (например, на недельных интервалах, или интервалах ниже дневных). Применение

новых моделей и использование предложенных на новых данных оставляет за собой поле для будущих исследований.

Список литературы

1. Blockchain Info. URL: <https://blockchain.info/charts> (дата обращения: 10.04.2017).
2. Bitcoin Markets (bitstampUSD). URL: <https://www.quandl.com/data/bcharts/bitstampUSD-Bitcoin-Markets-bitstampUSD> (дата обращения: 10.04.2017).
3. Isaac Madan, Shaurya Saluja, Aojia Zhao. Automated Bitcoin Trading via Machine Learning Algorithms. URL: <http://cs229.stanford.edu/proj2014/Isaac%20Madan,%20Shaurya%20Saluja,%20Aojia%20Zhao,Automated%20Bitcoin%20Trading%20via%20Machine%20Learning%20Algorithms.pdf> (дата обращения: 12.04.2017).
4. Pavel Fischer, Jiri Kukacka. Econometric Analysis of Bitcoin and its 2013 Bubbles. Prague, Charles University. – 2015. – 52 p.
5. Суханова Е.И., Ширнаева С.Ю. Различные подходы к моделированию и прогнозированию макроэкономических процессов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–2. – С. 406–411.
6. Sukhanova E.I., Shirnaeva S.Y., Mokronosov A.G. Econometric models for forecasting of macroeconomic indices. *International Journal of Environmental and Science Education*. – 2016. – Vol. 11, № 16. – P. 9191–9205.
7. Суханова Е.И., Ширнаева С.Ю. Статистический анализ и прогнозирование показателей стабилизационных процессов экономики России // Проблемы развития предприятий: теория и практика: материалы 12-й Международной научно-практической конференции, 21–22 ноября 2013 г. – Самара, 2013. – С. 295–300.
8. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. – М.: Дело, 2004. – 575 с.
9. Sharpe W.F. The Sharpe Ratio // *The Journal of Portfolio Management*. Fall. – 1994. – № 21(1). – P. 49–58.
10. Bacon Carl. Practical Portfolio Performance Measurement and Attribution. – Wiley, 2004. – 480 p.
11. Sharpe W.F. Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk // *Journal of finance*. – 1964. – Vol. 19. – P. 425–442.
12. Ruppert David. Statistics and Finance // *An Introduction*. Springer. – 2004. – 474 p.
13. William J. Conover. Practical nonparametric statistics. – New York: John Wiley & Sons, 1971. – 234 p.