ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 4 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. (Ульяновск); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Пачурин Г.В. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Мишин В.М. (Пятигорск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.т.н., проф. Дворников Л.Т. (Красноярск); д.э.н., проф. 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)

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

Все публикации рецензируются.
Доступ к журналу бесплатен.

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

Учредитель – ИД «Академия Естествознания»

Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»

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

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

Подписано в печать 10.04.2017

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

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

Усл. печ. л. 28,5
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2017/4

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ШАРНИРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ БРОНЗОВЫХ ВКЛАДЫШЕЙ
Анцупов А.В. (мл), Анцупов А.В., Налимова М.В., Анцупов В.П., Русанов В.А. 9

ЦИФРОВОЕ МАСКИРОВАНИЕ МАТРИЦАМИ МЕРСЕННА И ЕГО ОСОБЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ
Балонин Ю.Н., Востриков А.А., Капранова Е.А., Сергеев А.М., Синицына О.И., Чернышев С.А. 13

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ
Башлы П.Н., Безуглов Д.А., Вербов В.Ф., Гамидуллаев С.Н. 19

МЕТОД ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИИ
Безуглов Д.А., Крутов В.А., Швачко О.В. 24

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В РЕЧЕВЫХ СИГНАЛАХ
Белов Ю.С., Нифонтов С.В., Азаренко К.А. 29

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА
Ильина Л.В., Хакимуллина С.А., Кадоркин Д.А. 34

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ПОТОКА В ОБРАТНОМ ТЕЧЕНИИ ОТ ТИПА ПРИТОЧНОГО УСТРОЙСТВА
Кочарьянц К.В. 39

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА С ПОДОГРЕВОМ ВЫЛЕТА ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ ТОКОМ ПАУЗЫ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
Крампит М.А. 44

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТОЯННЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА В КАЧЕСТВЕ ПАРАМЕТРОВ РАСТВОРИМОСТИ ГАЗОВ В ЖИДКОСТЯХ
Ксандров Н.В. 49

АКТИВНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ СЛУЧАЙНОСТИ ПАРАМЕТРОВ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Макаренков А.М., Тун Тун Чжо, Тин Эй Чжо, Мьо Паинг Сат 54

ТИПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
Раевский А.А., Серебренникова Т.А. 64

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Тин Эй Чжо, Макаренков А.М., Тун Тун Чжо, Широкова З.Г. 70

ДЕКОРАТИВНЫЙ КИРПИЧ НА ОСНОВЕ НИЗКОСОРТНОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ
Трошкин А.В., Батурин А.Г., Налетов Н.В., Никифорова Э.М., Еромасов Р.Г., Гриценко Д.А. 77

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНОГО ОПРОСА
Уланов Е.А., Никитин О.Р., Архипов Е.А. 83

АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ
Хаустов П.А. 88

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАТЕРИАЛОВ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
Шеромова И.А., Завзятый В.И., Железняков А.С. 94

Экономические науки (08.00.00)

ДЕЛОВАЯ РЕПУТАЦИЯ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР СТОИМОСТИ БИЗНЕСА
Алафишвили А.Д., Батова Т.Н. 99

ПРИМЕНЕНИЕ BUSINESS INTELLIGENCE-СИСТЕМ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
Алиев О.М., Шамхалова Э.А., Аразова Э.С. 104

О КРЕДИТОВАНИИ И МЕРАХ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В РОССИИ
Алферова Л.А. 109

ИНТЕГРАЦИЯ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО
Антоненкова А.В., Винтова Т.А., Титов В.А. 115

КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
Безрукова Т.Л., Степанова Ю.Н., Эрматова А.И., Штондин А.А. 121

ФИНАНСОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ
Вербиненко Е.А., Бадылевич Р.В. 126

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: СТРАТЕГИЯ ПОВЫШЕНИЯ, ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ
Гаврилова И.А., Макаров А.Д. 133

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ
Зайцева И.В., Казначеева О.Х., Ворохобина Я.В., Попова М.В., Тихонов Э.Е. 138

РОЛЬ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
Зиядин С.Т., Амирбекулы Е.А., Жаныбаева З.К., Есенова Г.Ж. 142

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ВИНОГРАДА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ РЯДОВ ДИНАМИКИ
Касимова Т.М., Гаджикурбанов З.Н. 146

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КЛАСТЕР «ГЕОКИРОВ»: СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ
Костенко О.В., Созинов О.Г., Маракулина И.В., Филинков А.С., Шихов С.А., Микрюкова Н.В. 151

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ
Косых Д.А., Третьяк Л.Н., Лукоянов В.А. 157

НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМА ФИНАНСИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
Кубаев К.Е., Байшоланова К.С. 164

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ УКРУПНЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
Кубарев М.С., Игнатьева М.Н., Литвинова А.А. 170

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ: СИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД
Легчилина Е.Ю. *175*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ НАСТУПЛЕНИЯ БУДУЩИХ СОБЫТИЙ
Мадера А.Г. *180*

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ИНДУСТРИИ КУЛЬТУРЫ
Мальшина Н.А. *184*

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СЛУЖАЩИХ: СОЦИАЛЬНАЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ
Михайлова А.В., Попова Л.Н. *188*

СТАТИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ
Парушина Н.В., Лытнева Н.А., Боброва Е.А., Семиделихин Е.А. *193*

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ВСТУПЛЕНИЯ РОССИИ В ВТО НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОНОМИКИ РФ И РАЗВИТИЕ ЕЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
Попов В.В., Цыпин А.П. *199*

ПОСТАНОВКА ОБЩЕЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВОЙ СЕТИ
Собко Э.О. *204*

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ
Трофимов О.В., Саакян А.Г. *209*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ЖКХ
Федоровых Е.Р., Мазница Е.М. *214*

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ
Черданцев В.П. *220*

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕНСИОННОГО СТРАХОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Юзвович Л.И., Кузнецова Е.П. *224*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

MODEL OF FAILURES HINGES OF UNIVERSAL SPINDLES BY THE CRITERION OF WEAR RESISTANCE OF BRONZE LINERS
Antsupov A.V. (jr), Antsupov A.V., Nalimova M.V., Antsupov V.P., Rusanov V.A. 9

MERSENNE MATRICES FOR DIGITAL MASKING METHOD AND ITS SPECIAL IMAGES
Balonin Yu.N., Vostrikov A.A., Kapranova E.A., Sergeev A.M., Sinitsyna O.I., Chernyshev S.A. 13

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF CUSTOMS CONTROL
Bashly P.N., Bezuglov D.A., Verbov V.F., Gamidullaev S.N. 19

THE METHOD OF DIFFERENTIATION OF SIGNALS USING SPLINE-APPROXIMATION
Bezuglov D.A., Krutov V.A., Shvachko O.V. 24

APPLICATION OF WAVELET FILTERING FOR NOISE REDUCTION IN SPEECH SIGNALS
Belov Yu.S., Nifontov S.V., Azarenko K.A. 29

NFLUENCE OF DISPERSED MINERAL ADDITIVES STRENGTH FINE CONCRETE
Ilina L.V., Khakimullina S.A., Kadorkin D.A. 34

RESEARCH OF DEPENDENCE OF FLOW VELOCITY IN REVERSE FLOW FROM A TYPE SUPPLY AIR DIFFUSER
Kocharyants K.V. 39

APPLICATION DEVICE WITH ELECTRODE WIRE HEATING BY PAUSE CURRENT IN ADDITIVE MANUFACTURING
Krampit M.A. 44

THE USE OF VAN DER WAALS CONSTANTS AS PARAMETERS FOR SOLUBILITY OF GASES IN LIQUIDS
Ksandrov N.V. 49

ACTIVE COMPENSATION OF THE RANDOMNESS OF PARAMETERS OF STOCHASTIC SYSTEMS
Makarenkov A.M., Tun Tun Kyaw, Tin Aye Kyaw, Myo Paing Satt 54

TYPOLOGY OF INFORMATION SPACE IN THE CONTEXT OF A MODERN URBAN ENVIRONMENT
Raevskiy A.A., Serebrennikova T.A. 64

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF CONTROLLERS FOR STOCHASTIC SYSTEMS
Tin Aye Kyaw, Makarenkov A.M., Tun Tun Kyaw, Shirokova Z.G. 70

DECORATIVE BRICK BASED LOW-GRADE RAW CLAY
Troshkin A.V., Baturin A.G., Naletov N.V., Nikiforova E.M., Eromasov R.G., Gritsenko D.A. 77

EVALUATION OF MEDICAL IMAGES USING A COMPLEX TECHNIQUE OF SUBJECTIVE ASSESSMENT OF QUALITY
Ulanov E.A., Nikitin O.R., Arkhipov E.A. 83

ALGORITHM OF HANDWRITTEN TEXT SEGMENTATION BASED ON STRUCTURAL MODELS CONSTRUCTING
Khaustov P.A. 88

INVESTIGATION OF INFORMATION BASE OF COMPUTER TECHNOLOGY FOR THE FORMATION OF TECHNICAL DOCUMENTATION FOR THE PREPARATION OF MATERIALS IN GARMENT PRODUCTION
Sheromova I.A., Zavzyatyy V.I., Zheleznyakov A.S. 94

Economic sciences (08.00.00)

BUSINESS REPUTATION (GOODWILL) AS THE DETERMINING BUSINESS VALUE
Alafishvili A.D., Batova T.N. 99

APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE-SISTEM IN BANK ACTIVITY
Aliev O.M., Shamkhalova E.A., Arazova E.S. 104

ABOUT CREDITING AND DEVELOPMENT MEASURES OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS IN RUSSIA
Alferova L.A. 109

THE INTEGRATION OF THE RUSSIAN EDUCATION SYSTEM INTO THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC SPACE
Antonenkova A.V., Vintova T.A., Titov V.A. 115

COMPLEMENTERITY MECHANISM OF REGULATION OF REGIONAL BUSINESS
Bezrukova T.L., Stepanova Yu.N., Ermatova A.I., Shtondin A.A. 121

FINANCIAL REGULATION DEVELOPMENT OF THE ARCTIC TERRITORIES IN FOREIGN COUNTRIES
Verbinenko E.A., Badylevich R.V. 126

THE QUALITY OF LIFE OF POPULATION: STRATEGY OF INCREASE, STATE REGULATION
Gavrilova I.A., Makarov A.D. 133

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION OF MANAGEMENT OF PROCESS OF REDISTRIBUTION OF LABOR RESOURCES
Zaytseva I.V., Kaznacheeva O.Kh., Vorokhobina Ya.V., Popova M.V., Tikhonov E.E. 138

ROLE MODELS OF ECONOMIC VALUE ADDED IN INCREASING EFFICIENCY OF OPERATIONS
Ziyadin S.T., Amirbekuly E.A., Zhanybaeva Z.K., Esenova G.Zh. 142

PREDICTING PERFORMANCE OF PRODUCTION OF GRAPES WITH THE HELP OF MODELS OF TIME SERIES
Kasimova T.M., Gadzhikurbanov Z.N. 146

GIS-CLUSTER «GEOKIROV»: DEVELOPMENT STRATEGY
Kostenko O.V., Sozinov O.G., Marakulina I.V., Filinkov A.S., Shikhov S.A., Mikryukova N.V. 151

THE METHOD OF DETERMINING THE PRIORITY OF THE PROCESSES OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF THE ORGANIZATION
Kosykh D.A., Tretyak L.N., Lukoyanov V.A. 157

NEW METHODOLOGY OF THE MECHANISM FUNDING OF EDUCATION AND SCIENCE
Kubaev K.E., Baysholanova K.S. 164

IMPROVING THE GUIDELINES FOR BROAD ESTIMATION OF ECONOMIC DAMAGE DURING THE DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES OF NORTHERN TERRITORIES
Kubarev M.S., Ignateva M.N., Litvinova A.A. 170

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BACKGROUND OF SOCIAL-WORK RELATIONSHIP RESEARCH: SYSTEM-BASED SYNERGETIC APPROACH
Legchilina E.Yu. 175

FORECASTING THE PROBABILITIES OF OCCURRENCE OF FUTURE EVENTS
Madera A.G. 180

REGIONAL ECONOMIC INTEGRATION IN THE CULTURAL INDUSTRY
Malshina N.A. 184

COMPONENTS OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF MUNICIPAL EMPLOYEES: SOCIAL AND PROFESSIONAL COMPETENCE
Mikhaylova A.B., Popova L.N. *188*

STATISTICS OF THE EDUCATION SECTOR IN THE SYSTEM OF HUMAN CAPITAL MANAGEMENT
Parushina N.V., Lytneva N.A., Bobrova E.A., Semidelykhin E.A. *193*

ECONOMETRIC MODELS DEVELOPMENT IMPACT OF RUSSIA'S ACCESSION TO WTO ON THE EFFICIENCY OF THE RUSSIAN ECONOMY AND DEVELOP ITS ECONOMIC POTENTIAL
Popov V.V., Tsypin A.P. *199*

FORMULATION OF COMMON OPTIMIZATION PROBLEM OF RETAIL CHAIN LOGISTICS
Sobko E.O. *204*

PROBLEMS OF INNOVATION ACTIVITY OF ENTERPRISES NOVGOROD REGION IN MODERN CONDITIONS
Trofimov O.V., Sahakyan A.G. *209*

METHODICAL APPROACHES TO A PROBLEM OF RECONSTRUCTION AND RESTORATION OF FIXED ASSETS OF HOUSING AND PUBLIC UTILITIES
Fedorovykh E.R., Maznitsa E.M. *214*

INNOVATION IS AN IMPORTANT COMPONENT OF TERRITORIAL DEVELOPMENT
Cherdantsev V.P. *220*

MODERN PROBLEMS OF PENSION INSURANCE IN THE RUSSIAN FEDERATION
Yuzvovich L.I., Kuznetsova E.P. *224*

УДК 621.771.016/.828.2

МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ШАРНИРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ БРОНЗОВЫХ ВКЛАДЫШЕЙ

Анцупов А.В. (мл), Анцупов А.В., Налимова М.В., Анцупов В.П., Русанов В.А.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: volody-74mgn@mail.ru

Показано, что одной из основных причин снижения технико-экономических показателей широкополосных станов горячей прокатки является крайне низкий ресурс шарниров универсальных шпинделей, который требует существенного повышения. Поэтому для поиска эффективных решений еще на стадии их проектирования в статье разработана аналитическая модель процесса формирования постепенных отказов шарниров по критерию износостойкости бронзовых вкладышей без проведения модельных или натурных экспериментов. При построении модели использованы основные принципы прогнозирования параметрической надежности технических объектов и базовые зависимости энерго-механической теории изнашивания стационарных трибосистем. На основе модели построен алгоритм расчета ожидаемого ресурса универсальных шпинделей, который может быть использован для анализа различных вариантов конструкций шарниров и выбора из них наиболее долговечных. Адекватность модели подтверждена сравнением с результатами расчета ресурса в известных исследованиях.

Ключевые слова: универсальный шпиндель, шарнир, бронзовый вкладыш, модель отказов, износостойкость, прогнозирование, ресурс

MODEL OF FAILURES HINGES OF UNIVERSAL SPINDLES BY THE CRITERION OF WEAR RESISTANCE OF BRONZE LINERS

Antsupov A.V. (jr), Antsupov A.V., Nalimova M.V., Antsupov V.P., Rusanov V.A.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: volody-74mgn@mail.ru

One of the main reasons for the decline of technical and economic indicators of broadband hot rolling millsis the low resource of the hinges of universal spindles, which requires a substantial increase. Therefore, an analytical model of the formation of gradual failure hinges by the criterion of wear resistance of bronze liners has been developed in this article to find effective solutions at the stage of their design with out a model or full-scale experiments. The basic principles of forecasting parametric reliability of technical objects and the basic energy-based mechanical wear of the theory of stationary tribosystems have been used in the model building. An algorithm for calculating the expected lifetime of universal spindles were based on this model and can be used to analyze various options of designs of hinges and selecting the most durable of them. The adequacy of the model is confirmed by comparing the resource calculation with known researches.

Keywords: universal spindle, hinge, bronze liner, model of failures, wear resistance, forecasting, resource

На широкополосных станах горячей прокатки (ШСГП) при передаче крутящего момента от двигателя к рабочим валкам используют универсальные шпиндели (УШ) с бронзовыми вкладышами по ГОСТ 8059-83. В основу конструкции универсальных шпинделей положен принцип шарнира Гука (рисунок). Поэтому шпиндель с двумя шарнирами на его концах может передавать вращение и большие крутящие моменты от шестеренного валка к прокатному под углом наклона $\alpha = 8–10\,°$. При передаче крутящего момента $M_{кр}$ в контактах вкладыша 1 с вилкой 2 и лопастью 3 возникают высокие контактные давления ($p_в$ и $p_л$ соответственно) и относительные перемещения вкладыша, сопровождаемые интенсивным износом поверхностей трения. При этом, как показывает практика, вкладыш в большей степени изнашивается в сопряжении с лопастью в периферийных точках, где действуют максимальные контактные давления $p_л = p_{л\,max}$. Их ресурс не превышает 1–1,2 месяца, а отказ шарниров приводит к остановке всего стана и снижению технико-экономических показателей, поэтому повышение ресурса является весьма актуальной задачей в теории и практике прокатного производства.

Несмотря на то, что момент отказа универсальных шпинделей на практике определяется по критерию износостойкости вкладыша (достижением его максимальным износом предельной величины), основными проектными расчетами, которые проводят на стадии конструкторской разработки, являются расчеты на статическую или циклическую прочность элементов вилки, лопасти и тела шпинделя по максимальным эквивалентным напряжениям [11, 3]. Аналитические методики расчета вкладышей на износ находятся в стадии разработки. В частности, в источниках [1, 12] предложена экспериментально-аналитическая методика расчета ресурса универсальных шарниров с использованием основной характеристики И.В. Крагельского [4] – линейной интенсивности изнашивания бронзового вкладыша I_h. Величину I_h определяют статистической обработкой большого объема экспериментальных данных, полученных в лабораторных испытани-

ях образцов или промышленных исследованиях шарниров.

Упомянутые методики построены на базовых положениях механики сплошной среды и не описывают реальные процессы повреждаемости и накопления дефектов атомно-молекулярной структуры материалов наиболее нагруженных элементов универсальных шпинделей. Основные определяемые параметры – максимальные напряжения при расчетах на прочность или интенсивность изнашивания I_h, не являются свойствами материалов, а характеризуют процесс нагружения элементов. Они изменяются в широких пределах и в зависимости от условий эксплуатации имеют крайне большое (более чем двух-, трехкратное) рассеяние. Поэтому в большинстве случаев модели не подтверждаются на практике без подбора соответствующих адаптационных коэффициентов [9].

Таким образом, практическое использование известных моделей при проектной оценке ресурса шарниров универсальных шпинделей требует либо проведения модельных испытаний образцов, либо специальных промышленных исследований, что существенно увеличивает затраты на стадии проектно-конструкторской разработки. Вопрос о чисто аналитической оценке показателей долговечности шарниров универсальных шпинделей в теории прокатного производства остается открытым.

Поэтому целью настоящих исследований является разработка аналитической модели отказов шарниров универсальных шпинделей по энергетическому критерию износостойкости бронзовых вкладышей на основе современных достижений теории надежности и кинетической концепции к описанию процессов повреждаемости и разрушения твердых тел.

Разработка модели износовых проектных отказов шарниров универсальных шпинделей

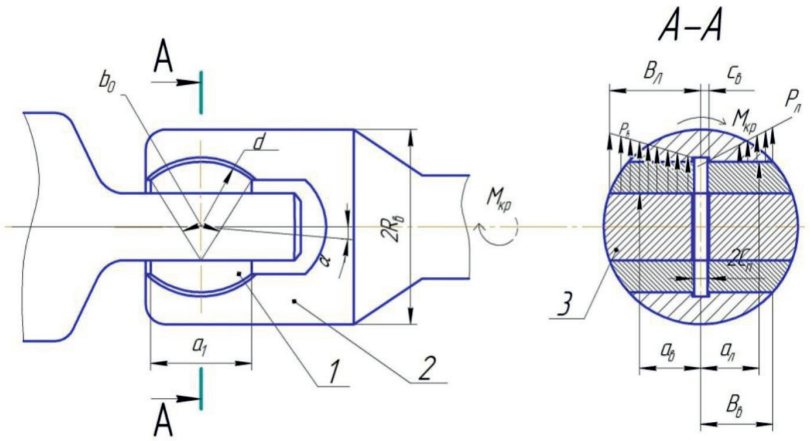
В основу построения модели положены базовые принципы общей концепции прогнозирования параметрической надежности технических объектов [6] и основные зависимости энерго-механической теории изнашивания стационарных трибосистем [2, 5]. Они получены совместным решением основополагающих уравнений молекулярно-механической [4] и структурно-энергетической [7, 8, 10] теорий трения. В этом случае в соответствии с правилами общей теории прогнозирования надежности узлов трения [2, 5] в качестве параметра x_t состояния шарнира принимаем величину среднего текущего износа вкладыша в наиболее нагруженных периферийных точках, где $p_{\text{л}} = p_{\text{л max}}$ (рисунок). В процессе изнашивания вкладыша со средней скоростью $\dot{x}$ величина x_t увеличивается от нуля до предельного значения $x_{\text{пр}} \approx (0{,}01\ldots0{,}03)\cdot R_B$ [12]. При этом будем полагать, что трибосопряжение работает в нормальных условиях эксплуатации при установившемся режиме фрикционного усталостного изнашивания. Износом лопасти можно пренебречь.

В таких условиях уравнение деградации (старения) шарнира в процессе будущей эксплуатации иусловие перехода его в предельное состояние можно записать в виде

$$x_t = \dot{x} \cdot t \text{ и } x_{\text{пр}} = \dot{x} \cdot t = x.$$

Решая последнее равенство относительно $t = t_{\text{пр}}$, получим зависимость для расчета ожидаемого среднего ресурса шпинделя по критерию износостойкости вкладыша:

$$t_{\text{пр}} = x_{\text{пр}} / \dot{x}. \qquad (1)$$



Расчетная схема шарнира универсального шпинделя

Для расчета скорости его изнашивания $\dot{x}$ используем базовую зависимость энергомеханической теории повреждаемости стационарных трибосопряжений вида [2]

$$\dot{x} = \alpha^* \cdot \nu \cdot f_{\text{мех}}^{y} \cdot p_{\text{л max}} \cdot V_{\text{ск}} / \Delta u_{e^*}, \qquad (2)$$

где α* – коэффициент перекрытия вкладыша;
v – коэффициент преобразования внешней энергии (работы сил трения) в материале поверхностного слоя вкладыша;
$f_{\text{мех}}^{y}$ – механическая составляющая коэффициента трения в стационарном (установившемся) режиме;
$p_{\text{л max}}$ – максимальное контактное давление в сопряжении вкладыша с лопастью (рисунок);
$V_{\text{ск}}$ – скорость скольжения периферийных точек поверхности трения вкладыша по поверхности лопасти;
Δu_{e^*} – критическая энергоемкость материала поверхностного слоя вкладыша.

Для того чтобы незамкнутая система определяющих уравнений (1)–(2) оказалась статически определимой, необходимо сформулировать условия однозначности для определения параметров, входящих в эти зависимости. Условия однозначности включают отличительные признаки, начальные и граничные условия, выделяющие исследуемый объект (шарнир) из класса ему подобных. Отличительные признаки и расчетная схема фрикционного сопряжения шарнира представлена на рисунке.

Начальные условия, характеризующие состояние шарнира в момент времени $t = 0$, включают следующие группы задаваемых и рассчитываемых параметров.

Первая группа. Параметры внешнего нагружения (трения). $M_{\text{кр}}$, $V_{\text{пр}}$ – крутящий момент и скорость прокатки.

Вторая группа. Геометрические характеристики вкладыша и лопасти (рисунок). a_1 – ширина вкладыша; $B_{\text{л}}$ – полуширина лопасти; α – угол наклона шпинделя; $x_{\text{пр}}$ – предельная величина износа вкладыша.

Третья группа. Микрогеометрические характеристики поверхностей вкладыша и лопасти. $R_{a(\text{вкл})}$, $R_{a(\text{д})}$ – среднеарифметическое отклонение профиля поверхностей; $\Delta_{\text{вкл}}$, $\Delta_{\text{л}}$ – комплексные параметры шероховатости.

Четвертая группа. Физико-механические характеристики материалов вкладыша и лопасти. $E_{\text{вкл}}$, $E_{\text{л}}$ – модули упругости; $\mu_{\text{вкл}}$, $\mu_{\text{л}} = 0{,}3$ – коэффициенты Пуассона; $\sigma_{\text{пц(вкл)}}$, $\sigma_{\text{пц(л)}}$ – пределы пропорциональности; $\sigma_{\text{Т(вкл)}}$, $\sigma_{\text{Т(л)}}$ – пределы текучести; $HB_{\text{вкл}}$, $HB_{\text{л}}$ – твердость по Бринеллю; $HV_{\text{вкл}}$, $HV_{\text{л}}$ – твердость по Виккерсу; $\alpha_{\text{Гр(вкл)}}$, $\alpha_{\text{Гр(л)}}$ – коэффициенты гистерезисных потерь при растяжении, $\rho_{\text{вкл}}$, $\rho_{\text{л}}$ – плотность материалов.

Пятая группа. Теплофизические характеристики материалов вкладыша и лопасти. $\lambda_{\text{вкл}}$, $\lambda_{\text{л}}$ – коэффициенты теплопроводности; $\alpha_{\text{вкл}}$, $\alpha_{\text{л}}$ – коэффициенты теплоотдачи; $c_{\text{вкл}}$, $c_{\text{л}}$ – удельная теплоемкость; $\Delta H_{S(\text{вкл})}$, ΔH_S – энтальпия плавления; $T_0^{\text{вкл}}$, $T_0^{\text{л}}$ – исходная температура.

Шестая группа. Фрикционные характеристики сопряжения: τ_0 – касательное напряжение межмолекулярного сцепления; β – коэффициент влияния нормального напряжения на коэффициент трения.

Граничные условия, характеризующие контактное взаимодействие элементов шарнира, должны включать следующие группы рассчитываемых параметров.

Первая группа. Параметры сопряжения.

Номинальная площадь контакта (A_a), площадь трения (A_T) и коэффициент перекрытия α* вкладыша:

$$A_a = A_T = 2 \cdot a_1 \cdot B_{\text{л}};\ \alpha^* = A_a / A_T = 1. \qquad (3)$$

Максимальное удельное давление и максимальное значение средней скорости скольжения вкладыша по лопасти [1]:

$$p_{\text{л max}} = 1{,}8 \cdot M_{\text{кр}} \Big/ \left(a_1 \cdot B_{\text{л}}^2\right);$$

$$V_{\text{ск max}}^{\text{вкл}} = 2\alpha \cdot V_{\text{пр}} / \pi. \qquad (4)$$

Вторая группа. Коэффициент трения.

Величина полного коэффициента трения f^{y} и его механическая составляющая $f_{\text{мех}}^{y}$ в установившемся режиме фрикционного взаимодействия определяется по известной методике Крагельского – Михина [4, 2] в зависимости от вида напряженного состояния поверхностного слоя вкладыша.

Третья группа. Температура вкладыша.

Температура поверхностного слоя вкладыша $T_{\text{вкл}}$ в установившемся режиме трения определяется по известной методике А.В. Чичинадзе [9] в функции геометрических, кинематических, силовых параметров сопряжения и теплофизических характеристик материалов вкладыша и лопасти.

Четвертая группа. Энергетические характеристики.

Коэффициент преобразования внешней энергии (работы сил трения) поверхностным слоем материала вкладыша в изменение внутренней энергии поверхностного слоя вкладыша определяется по методике Б.В. Протасова [2]:

$$\nu_{\text{вкл}} = \varepsilon / (\varepsilon + 1), \qquad (5)$$

где ε – коэффициент распределения энергии между вкладышем и лопастью:

$$\varepsilon = \left(\theta_{\text{вкл}}^{2/3} \cdot R_{a(\text{л})}^{1/3}\right) \Big/ \left(\theta_{\text{л}}^{2/3} \cdot R_{a(\text{вкл})}^{1/3}\right); \qquad (5.\text{а})$$

$\theta_{\text{вкл}}$, $\theta_{\text{л}}$ – упругие постоянные материалов вкладыша и лопасти:

$$\theta_{\text{вкл}} = \left(1 - \mu_{\text{вкл}}^2\right) / E_{\text{вкл}};\ \theta_{\text{л}} = \left(1 - \mu_{\text{л}}^2\right) / E_{\text{л}}. \qquad (5.\text{б})$$

Плотность энергии дефектов структуры материала поверхностного слоя вкладыша в исходном состоянии [10]:

$$u_{e0(\text{вкл})} = \frac{\left((0,071 \cdot HV_{\text{вкл}})^{1,2}\right)^2}{6 \cdot G_{\text{вкл}} \cdot \left(6,47 \cdot 10^{-6} \cdot HV_{\text{вкл}} + 0,12 \cdot 10^{-2}\right)^2}. \quad (6)$$

Энтальпия материала вкладыша при температуре $T_{\text{вкл}}$ установившегося режима трения [10]:

$$u_{T(\text{вкл})} = \rho_{\text{вкл}} \cdot c_{\text{вкл}} \cdot T_{\text{вкл}}. \quad (7)$$

Критическая энергоемкость материала поверхностного слоя вкладыша [10]:

$$\Delta u_{e^*} = \Delta H_{S(\text{вкл})} - \left(u_{T(\text{вкл})} - u_{e0(\text{вкл})}\right). \quad (8)$$

Совокупность уравнений (1)–(8) представляет модель износовых проектных отказов шарниров универсальных шпинделей по критерию износостойкости бронзовых вкладышей. На основе модели разработан алгоритм и программа «Долговечность УШ», позволяющая оценивать проектный ресурс $t_{\text{пр}}$ шарниров на стадии их конструирования в заданных условиях нагружения.

Адекватность теоретических результатов оценим сравнением значений, рассчитанных по предложенной методике, с данными, опубликованными в работах [1, 12].

Согласно [1, 12] расчетные (с использованием экспериментальной характеристики I_h) значения скорости изнашивания вкладышей из бронзы БрАЖ9-4 шарниров универсальных шпинделей привода валков первой чистовой клети стана 2000 Череповецкого металлургического завода составили: $\dot{x} = 4,61 \cdot 10^{6}$ мм/с – в работе [1]; $\dot{x} = 4,02 \cdot 10^{-6}$ мм/с – в работе [12]. Расчет по предложенной выше методике показал, что $\dot{x} = 4,98 \cdot 10^{-6}$ мм/с. Очевидно, что максимальное расхождение представленных результатов не превышает 20 %, что говорит о достаточной высокой достоверности теоретических разработок.

Заключение

Разработана математическая модель процесса формирования постепенных отказов шарниров универсальных шпинделей по критерию износостойкости бронзовых вкладышей.

На ее основе построены алгоритм и программа прогнозирования долговечности шарниров УШ приводов прокатных валков широкополосных станов, которые могут быть использованы:

– для расчета ожидаемого ресурса универсальных шпинделей различных прокатных станов на стадии проектно-конструкторской разработки или эксплуатации с опережением времени;

– проведения теоретических исследований по влиянию различных параметров на долговечность исследуемых шарниров и выбора наиболее долговечных вариантов конструкций без дополнительных экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Аналитическая оценка величины износа вкладышей универсальных шарниров шпинделей / В.П. Бардин, Е.А. Петров, Ю.Л. Стерник // Сборник научных трудов: Исследования, расчеты и конструирование машин металлургического производства. – М.: ВНИИметмаш, 1980. – С. 64–72.

2. Анцупов А.В. (мл.) Теория и практика обеспечения надежности деталей машин по критериям кинетической прочности и износостойкости материалов: монография / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов.–Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 308 с.

3. Горбатюк С.М., Каменев А.В., Глухов Л.М. Конструирование машин и оборудования металлургических производств. В 2 х томах [Электронный ресурс]: учебник. – Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система, 2008.

4. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ.- М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.

5. Прогнозирование показателей надежности трибосопряжений / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), А.С. Губин и др. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 68-й межрегиональной научно-технической конференции. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – т. 1. – С. 262–264.

6. Проников А.С. Параметрическая надежность машин – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 560 с.

7. Структурно-энергетическая интерпретация взаимосвязи процессов трения и изнашивания / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, А.С. Русанов, В.А. Губин и др. // Процессы и оборудование металлургического производства: межрегион. сб. науч. тр./ под ред. Платова С.И. Вып.8. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – С. 233–240.

8. Структурно-энергетический подход к оценке фрикционной надежности материалов и деталей машин / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), М.Г. Слободянский и др. // Материалы 66-й науч.-техн. конф.: сб. докл. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. – Т. 1. – С. 258–262.

9. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлингер, Э.Д. Браун и др. // Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.

10. Федоров В.В. Основы эргодинамики и синергетики деформируемых тел / В.В. Федоров; под ред. С.В. Федорова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – Ч. III. Основы эргодинамики деформируемых тел. – 222 с.

11. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. Машины и агрегаты металлургических заводов. – М.: Металлургия, 1988. – т. 3.

12. Яковлев Р.А. Расчет на износ узлов трения прокатных станов: Учебное пособие по курсу «Основы динамики и надежности прокатных станов» / Под ред. А.Г. Колесникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 52 с.

УДК 004.932.2

ЦИФРОВОЕ МАСКИРОВАНИЕ МАТРИЦАМИ МЕРСЕННА И ЕГО ОСОБЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Балонин Ю.Н., Востриков А.А., Капранова Е.А., Сергеев А.М., Синицына О.И., Чернышев С.А.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, e-mail: kaf44@guap.ru

Рассмотрен вопрос обеспечения конфиденциальности цифровых изображений, передаваемых по открытым сетям, за счет использования метода матричного маскирования. Рассмотрен вопрос выбора квазиортогональных матриц для двустороннего маскирования. Метод поиск матриц глобального и локального максимумов детерминанта ведется итерационной вычислительной процедурой, ориентированной на минимизацию максимального абсолютного значения элементов ортогональной матрицы. Исследуется вопрос инвариантности изображений, называемых особыми, в двустороннем матричном маскировании. Показано, что поиск особых изображений сводится к поиску перестановочных матриц с маскирующей матрицей. Рассмотрена задача выбора преобразующих матриц Мерсенна, приведены примеры конкретных «портретов» особых изображений для них. Рассмотренные преобразования и примеры полученных особых изображений относятся только к монохромным изображениям, поскольку только они представляются в виде матрицы, которая состоит из числовых значений отдельных пикселей.

Ключевые слова: цифровые изображения, двустороннее матричное маскирование, маскирующее преобразование изображений, оптимальные матрицы преобразования, квазиортогональные матрицы Мерсенна, особые изображения двустороннего маскирующего преобразования

MERSENNE MATRICES FOR DIGITAL MASKING METHOD AND ITS SPECIAL IMAGES

Balonin Yu.N., Vostrikov A.A., Kapranova E.A., Sergeev A.M., Sinitsyna O.I., Chernyshev S.A.

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, e-mail: kaf44@guap.ru

It is observed a matrix masking method used for solution of the question of confidentiality of digital images transmitted over open networks. It is given a choice of the quasi-orthogonal matrices for bilateral masking. Method to search global or local maximum determinant matrices is connected with an iterative computational procedure focused on the minimization of the maximum absolute values of the elements of an orthogonal matrix. We study so called special image invariances in a bilateral masking conversion. It is shown that the search for image invariances is reduced to finding special matrices permutated with matrix of the masking method. It is considered the task of selecting the Mersenne matrices for image transmission, the examples of concrete matrix «portraits» of specific images are given. The considered transformations and examples of the obtained special images refer only to monochrome images, since only they are represented in the form of a matrix that consists of numerical values of individual pixels.

Keywords: digital image, bilateral matrix masking, image masking conversion, the optimal transformation matrix, quasi-orthogonal Mersenne matrix, special images for bilateral masking conversion

Многие прикладные задачи распределенных систем сбора, хранения и передачи видеоинформации включают в себя не только процессы повышения ее качества, сжатия, преобразования форматов, но и сохранения ее конфиденциальности. Это характерно для систем мониторинга территорий, многофункциональных систем регистрации (МСР™), распределенных промышленных систем, видеосистем охраны и др., использующих открытые сети для построения их инфраструктуры [7].

В таких системах перед передачей исходное изображение полностью (или по фрагментам) преобразуется к шумоподобному виду – маскируется [6]. Преобразованное изображение передается по открытым сетям (в том числе и беспроводным), где оно оказывается под угрозой негласного несанкционированного использования. При получении преобразованного изображения на приемной стороне выполняется обратное преобразование, в результате которого происходит восстановление исходного изображения.

Одним из эффективных методов сохранения конфиденциальности является использование матричных операций в преобразовании изображений. Использование матричной арифметики характерно для обработки изображений как массива пикселей. Для преобразования могут быть использованы квадратные ортогональные по столбцам (строкам) матрицы Адамара [14], жакетные матрицы [13], матрицы Белевича [12]. В работах [1, 2, 4, 5, 8–10, 15] состав матриц и методы преобразования изображений значительно расширены новыми предложениями.

Рис. 1. Маскирование/демаскирование при передаче изображений

Во-первых, матрицы Адамара и Белевича, определенные исключительно на четных порядках вида $4t$ и $4t + 2$, где t – натуральное число, в основном уже известны либо легко подбираются. Во-вторых, современные видеосистемы оперируют с изображениями 4К, 8К и более, для которых нужны маскирующие ортогональные матрицы больших размеров с небольшим количеством значений элементов. В-третьих, нестандартные размеры изображений при использовании функции Quality Box требуют наличия квадратных матриц, в том числе нечетных порядков.

В настоящей работе рассматриваются варианты двустороннего матричного маскирования изображений с использованием квадратных квазиортогональных матриц Мерсенна, расширяющих класс матриц Адамара для нечетных порядков $4t - 1$ и имеющих так же, как и они, два значения элементов. Исследуется вопрос существования изображений, инвариантных к рассматриваемым преобразованиям – изображений, не изменяемых маскированием.

Двустороннее матричное маскирование

Схема маскирования/демаскирования передаваемых изображений в канале, в котором возможен несанкционированный доступ, показана на рис. 1. Здесь **M** – квадратная ортогональная матрица порядка n, **P** – исходное и восстановленное изображения.

Первый этап преобразования состоит в разбиении исходного изображения **P** на N одинаковых по размеру квадратных фрагментов размера $n \times n$, обозначенных как **X**. Неполные фрагменты дополняются нулями до полных. Оператор, осуществляющий указанную фрагментацию изображения, обозначен на рис. 1 символом **S**.

На втором этапе исходное изображение **P**, разбитое на фрагменты, рассматривается как блочная матрица, состоящая из квадратных матриц вида **X**. Для преобразования изображения столбцы, а затем строки ее фрагментов **X** умножаются на столбцы матрицы **M** (двустороннее матричное преобразование) согласно формуле

$$\mathbf{Y} = \mathbf{M}^{\mathrm{T}} \mathbf{X} \mathbf{M}. \qquad (1)$$

Сформированное из фрагментов **Y** изображение поступает в коммуникационный канал, передается и на приемном конце подвергается обратному двустороннему преобразованию для получения фрагментов исходной матрицы по формуле

$$\mathbf{X} = (\mathbf{M}^{\mathrm{T}})^{-1} \mathbf{Y} \mathbf{M}^{-1}. \qquad (2)$$

Результирующее изображение **P** является итогом применения обратного оператора $\mathbf{S}^{-1}$, осуществляющего дефрагментацию из фрагментов вида **X** принятого изображения. В работах [5, 6] предлагается использовать ортогональные матрицы **M** ($\mathbf{M}^{-1} = \mathbf{M}^{\mathrm{T}}$), так как это упрощает вычисления (2) до формулы $\mathbf{X} = \mathbf{M}\,\mathbf{Y}\,\mathbf{M}^{\mathrm{T}}$, приведенной на рис. 1. В этом случае обратное преобразование совпадает с прямым с точностью до транспонирования маскирующей матрицы, а также отпадает необходимость отдельно хранить или вычислять обратную матрицу, что экономит память при непосредственной реализации метода в системе.

В качестве примера на рис. 2 приведены оригинальное изображение и результат его маскирования, полученный с использованием описанного выше способа.

Выбор ортогональных матриц маскирования

При разбиении исходного изображения на фрагменты с целью получения блочной матрицы изображения, выбирается размер блока изображения. Выбор делается исходя из размеров используемой для маскирования матрицы. Здесь решается задача определения матрицы **M**, которая обеспечит лучшее приближение результата двустороннего умножения изображения к шумоподобному виду и обеспечит меньшее время преобразования всего исходного изображения.

Поскольку основная преследуемая маскированием цель – максимально уравнять значения элементов преобразованной матрицы, то решается задача поиска в классе ортогональных матриц заданного размера таких матриц **M**, у которых максимальный по модулю элемент минимален. Хорошо известное решение этой задачи относится к случаям,

когда размер матриц кратен четырем – это нормированные матрицы Адамара. Решение для четных размеров, не кратных четырем, дают так называемые конференц-матрицы, имеющие нулевую диагональ и остальные элементы равные ± 1 [1, 12].

Для нечетных порядков матриц общее решение задачи поиска ортогональных матриц с минимальным по модулю максимальным элементом получить несложно, но такие матрицы будут иметь большое число значений элементов (уровней). Число уровней оптимальных в указанном смысле ортогональных матриц линейно растет для $n = 3, 5, 7, 9, 11$, причем при $n = 13$ происходит структурное перестроение с резким ростом как претендентных на оптимум матриц, так и числа уровней. Соответственно, использование таких матриц проблематично.

В работе [3] предлагается заменить строго оптимальные матрицы локально оптимальными матрицами Мерсенна порядков $n = 2^k - 1$ и аналогичными для $n = 4t - 1$, которыми можно заменить строго оптимальные матрицы.

Матрицы Мерсенна

Приведем некоторые определения.

Определение 1. Ортогональной матрицей называется квадратная матрица **A** порядка n такая, что $\mathbf{A}^T\mathbf{A} = \mathbf{I}$, где **I** – единичная матрица.

Определение 2. Квазиортогональной матрицей называется квадратная матрица **A** порядка n с ограниченными по модулю элементами $|a_{ij}| \le 1$, такая, что $\mathbf{A}^T\mathbf{A} = \omega(n)\mathbf{I}$, где **I** – единичная матрица, $\omega(n)$ – весовая функция.

Локальный *максимум детерминанта* квазиортогональной матрицы достигается, если любое достаточно малое по параметрам изменение матрицы не нарушает вида уравнения связи $\mathbf{A}^T\mathbf{A} = \omega(n)\mathbf{I}$ при свободно заданном значении веса $\omega(n)$, но приводит к уменьшению детерминанта.

Допустимыми являются любые изменения параметров варьируемой матрицы, не нарушающие условие ортогональности ее столбцов. Весовая функция в задачах поиска условного максимума $|\det(\mathbf{A})|$ при ограничении вида $\mathbf{A}^T\mathbf{A} = \omega(n)\mathbf{I}$ заранее не задана и сама является предметом поиска. В этом состоит важное их отличие от задачи поиска матриц Адамара с жестко заданным заранее весом $\omega(n) = n$.

Квазиортогональные матрицы порядков $n = 2^k$, вложенных в последовательность $4t$, выделены еще Сильвестром ввиду их орнаментальных свойств – способности создавать сложный фрактальный узор при исключительно простом правиле инверсии (транспонированием с масштабированием). Аналогично можно построить квазиортогональные матрицы порядков $n = 2^k - 1$, вложенных в последовательность $4t - 1$, и обладающих локальным максимумом детерминанта. Последовательность $2^k - 1$ называется последовательностью чисел Мерсенна.

Определение 3. Матрица Мерсенна [3, 11] – это квазиортогональная матрица **M** порядка n с элементами $a = 1$ и $-b$, где $b = \dfrac{t}{t + \sqrt{t}}$ для $n = 2^k - 1$.

Классический способ построения матриц Адамара $\mathbf{H}_n$ порядков $n = 2^k$ основан на использовании итерационной формулы Сильвестра

$$\mathbf{H}_{2n} = \begin{pmatrix} \mathbf{H}_n & \mathbf{H}_n \\ \mathbf{H}_n & -\mathbf{H}_n \end{pmatrix},$$

где в качестве начального значения используется число $\mathbf{H}_1 = 1$. Модифицированная формула Сильвестра [16] для вычисления матриц Мерсенна выглядит как

$$\mathbf{S}_{2n} = \begin{pmatrix} \mathbf{M}_n & \mathbf{M}_n \\ \mathbf{M}_n & \mathbf{M}_n^* \end{pmatrix}.$$

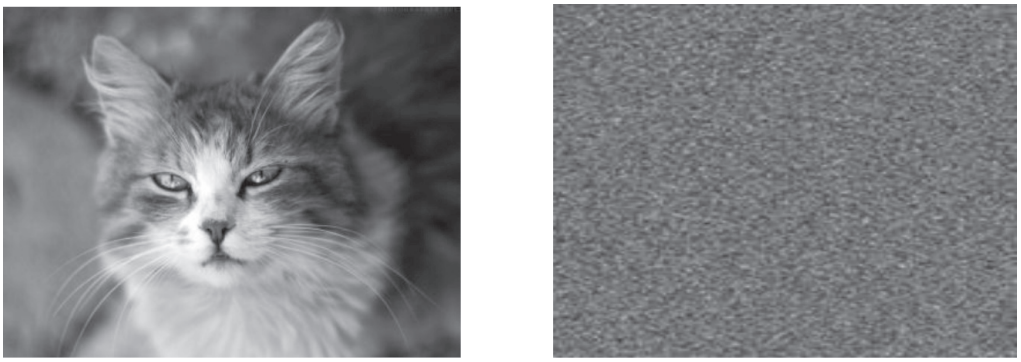


Рис. 2. Оригинальное и маскированное изображения

Здесь матрица $\mathbf{M}_n^*$ образована не сменой знака, а перестановкой элементов a и $-b$. Полученная по этой формуле матрица $\mathbf{S}_{2n}$ симметрична, но ее порядок четен и на единицу меньше порядка следующей матрицы Мерсенна $\mathbf{M}_{2n+1}$. Для рекурсивного перехода от матрицы к матрице одного лишь удвоения порядка недостаточно, необходимо дополнительное окаймление матрицы $\mathbf{S}_{2n}$ добавлением строки и столбца $\mathbf{M}_{2n+1} = \begin{pmatrix} -\lambda & \mathbf{e}^{\mathrm{T}} \\ \mathbf{e} & \mathbf{S}_{2n}^* \end{pmatrix}$. Здесь λ, $\mathbf{e}$ – соответственно собственное число и собственный вектор матрицы $\mathbf{S}_{2n}$. Полученная таким образом матрица будет симметричной и квазиортогональной. Справедливость положения следует непосредственно из условия ортогональности столбцов матрицы.

В окончательной версии алгоритма не требуется решать проблему собственных значений, поскольку если выбрать в качестве начальной симметричную матрицу

$$\mathbf{M}_3 = \begin{pmatrix} a & -b & a \\ -b & a & a \\ a & a & -b \end{pmatrix},$$

то собственное значение матрицы удвоенного порядка будет $\lambda = -a$. При этом половина компонент собственного вектора состоит из $-b$, остальная половина – из a.

Особые изображения двустороннего матричного маскирования

Пусть исходное изображение разбито на N одинаковых матриц $\mathbf{X}$ размером $n \times n$. Поставим задачу найти изображения, которые инвариантны к преобразованию (1), т.е. переводятся им в то же изображение с точностью до постоянного множителя – $\mathbf{M}^{\mathrm{T}}\mathbf{X}\,\mathbf{M} = \lambda\,\mathbf{X}$. Такие изображения называют собственными, корневыми или особыми изображениями преобразования. Число λ – соответствующим особым или корневым числом. Если исходное изображение совпадет с особым изображением используемого преобразования, то маскированное изображение совпадет с исходным и эффект маскирования достигнут не будет.

Ортогональные матрицы $\mathbf{M}$ с собственными значениями $|\lambda| = 1$ не усиливают изображения. При умножении на $\mathbf{M}$ слева поиск особых изображений сводится к стандартной задаче определения перестановочных друг с другом матриц $\mathbf{X}\,\mathbf{M} = \mathbf{M}\,\mathbf{X}$ (или $\mathbf{X}\,\mathbf{M} = -\mathbf{M}\,\mathbf{X}$).

Из матричной алгебры известно, что матрицы перестановочны (коммутируемы), если они построены на одинаковом наборе собственных векторов. Для симметричных матриц $\mathbf{M}$ собственные числа вещественны, а собственные векторы – ортогональны. В частности, коммутируема сама с собой матрица $\mathbf{X} = \mathbf{M}$, поскольку она, безусловно, построена на том же наборе собственных векторов, что и преобразующая матрица, и $\mathbf{M}^{\mathrm{T}}\mathbf{X} = \mathbf{I}$ – единичная матрица. Иными словами, наиболее беззащитны изображения, похожие на преобразующую матрицу, и для успешного маскирования ей самой выгодно выглядеть хаотичной. Это качество разделяют между собой все матрицы расширяемого семейства Адамара, включая матрицы Мерсенна.

Пример

Для маскирования фрагментов изображения $\mathbf{P}$ будем использовать матрицы Мерсенна. На рис. 3 для примера приведены визуализованные в «портретах» матрицы Мерсенна порядков 7, 15, 31 и 255, на которых квадраты белого и черного цветов соответствуют значениям a и $-b$ элементов этих матриц.

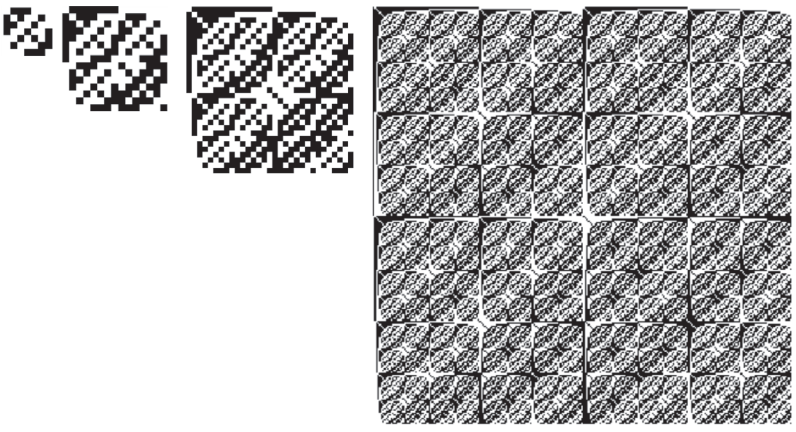


Рис. 3. «Портреты» матриц Мерсенна порядков 7, 15, 31 и 255

Строки и столбцы матриц Мерсенна, как и матриц Адамара, ортогональны. Для применения в алгоритмах преобразования их нормируют так, чтобы фробениусовы нормы строк и столбцов были единичны. Каноническое разложение нормированной матрицы Мерсенна на матрицу собственных векторов **V** и диагональную матрицу собственных значений имеет вид $\mathbf{M} = \mathbf{V}\mathbf{D}\mathbf{V}^{-1}$. Собственные значения ортогональных матриц равны 1 или – 1.

Умножение на матрицу **M** можно рассматривать как умножение на ортогональную матрицу $\mathbf{V}^{-1}$ (поворот изображения), собственно кодирование при помощи знакопеременной матрицы **D** = diag(1, – 1, …, 1) и обратный поворот **V**. Особое изображение индифферентно к этому процессу, если состоит (частично) из инверсных операций: обратного поворота, любой диагональной матрицы **D*** и поворота. При двустороннем преобразовании матрица **DD*D = D***, т.е. не меняется. Отсюда следует алгоритм построения особых изображений, состоящий в вариации матрицы собственных чисел ортогональной матрицы **M** и ее реконструкции $\mathbf{P}^* = \mathbf{V}\mathbf{D}^*\mathbf{V}^{-1}$.

На рис. 4 приведены по два «портрета» вычисленных корневых изображений **P*** для приведенных на рис. 3 матриц. Квадраты различного оттенка серого соответствуют визуализированным пикселям реального изображения.

Представленные изображения инвариантны по отношению к рассматриваемому преобразованию с использованием матриц Мерсенна. Они являются «портретами» объектов, которые не имеют отношения к множеству объектов реального мира – объектов, изображения которых передаются в рассматриваемых видеосистемах. Следовательно, можно смело утверждать, что матричное двустороннее маскирование матрицами Мерсенна может быть использовано в системах без каких-либо ограничений, вносимых изображениями, инвариантными к преобразованию (1).

Заключение

Расширение класса ортогональных матриц четных порядков, используемых для маскирования изображений, матрицами Мерсенна нечетных порядков позволяет расширить возможности при реализации систем.

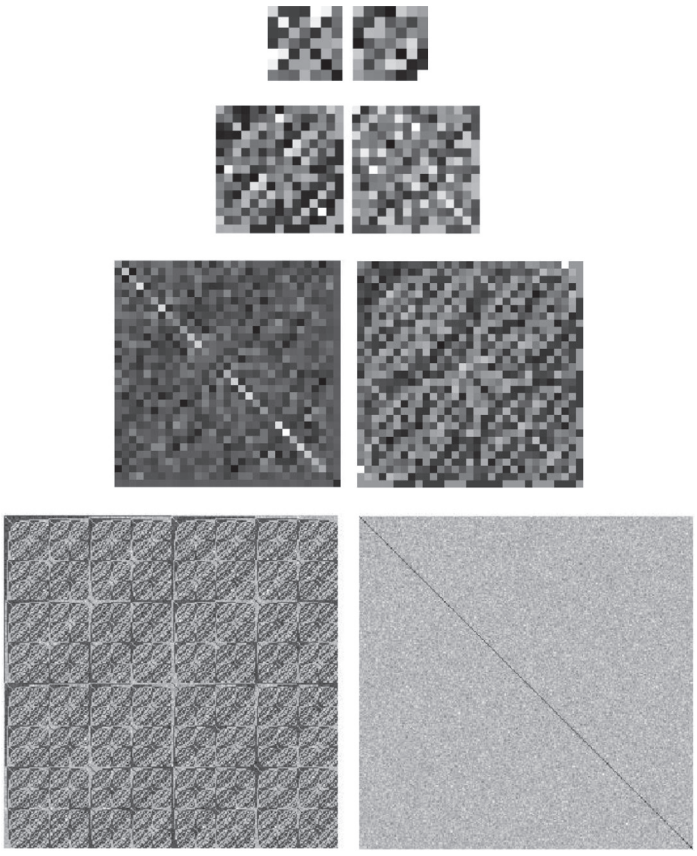


Рис. 4. «Портреты» особых изображений для матриц Мерсенна порядков 7, 15, 31, 255

Для двустороннего матричного маскирования изображений матрицами Мерсенна, как и другими матрицами, существуют особые изображения, инвариантные по отношению к указанному преобразованию. Рассмотренный способ поиска особых изображений, проиллюстрированный конкретными примерами для матриц Мерсенна разных порядков, позволяет утверждать, что он может быть использован без ограничений. Особые изображения не являются портретами объектов реального мира.

Рассмотренные преобразования и примеры полученных особых изображений относятся только к монохромным изображениям, поскольку только они представляются в виде матрицы, которая состоит из числовых значений отдельных пикселей. Именно эта матрица и подвергается фрагментации при матричном преобразовании, если маскирующая матрица значительно меньше изображения.

Для цветных изображений маскирование применимо, но алгоритм реализации усложняется. Например, при представлении цветных изображений трехслойной матрицей RGB, маскированию будет подвергаться отдельно каждый из трех слоев матрицы изображения.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ при проведении научно-исследовательской работы в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности по заданию № 2.2200.2017/ПЧ.

Список литературы

1. Балонин Н.А., Сергеев М.Б. Взвешенная конференц-матрица, обобщающая матрицу Белевича на 22-м порядке // Информационно-управляющие системы. – 2013. – № 5 (66). – С. 97–98.

2. Балонин Н.А., Сергеев М.Б. Матрица золотого сечения G10 // Информационно-управляющие системы. – 2013. – № 6 (67). – С. 2–5.

3. Балонин Н.А., Сергеев М.Б. Матрицы Мерсенна и Адамара // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 1 (80). – С. 2–15.

4. Балонин Ю.Н., Востриков А.А., Сергеев А.М., Егорова И.С. О взаимосвязях квазиортогональных матриц, построенных на известных последовательностях чисел // Труды СПИИРАН. – 2017. – Вып. 50. – № 1. – С. 209–223.

5. Востриков А.А., Мишура О.В., Сергеев А.М., Чернышев С.А. О выборе матриц для процедур маскирования и демаскирования изображений // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–24. – С. 5335–5339.

6. Востриков А.А., Сергеев М.Б., Литвинов М.Ю. Маскирование цифровой визуальной информации: термин и основные определения // Информационно-управляющие системы. – 2015. – № 5. – С. 116–123.

7. Ерош И.Л., Сергеев А.М., Филатов Г.П. О защите цифровых изображений при передаче по каналам связи // Информационно-управляющие системы. – 2007. – № 5. – С. 20–22.

8. Balonin N.A., Sergeev M.B. Construction of Transformation Basis for Video and Image Masking Procedures // Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. – 2014. – Vol. 262. – P. 462–467.

9. Balonin N.A., Sergeev M.B. Expansion of the Orthogonal Basis in Video Compression // Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. – 2014. – Vol. 262. – P. 468–474.

10. Balonin N.A., Sergeev M.B. Quasi-Orthogonal Local Maximum Determinant Matrices // Applied Mathematical Sciences. – 2015. – Vol. 9. – № 8. – P. 285–293.

11. Balonin N., Sergeev M. Quasi-Orthogonal Matrices with Level Based on Ratio of Fibonacci Numbers // Applied Mathematical Sciences. – 2015. – Vol. 9. – № 85–88. – P. 4261–4268.

12. Belevitch V. Theorem of 2n-terminal Networks with Application to Conference Telephony // Electr. Commun. – 1950. – Vol. 26. – P. 231–244.

13. Finlayson K., Lee Moon-ho, J. Seberry and M. Yamada. Jacket Matrices Constructed from Hadamard Matrices and Generalized Hadamard // Australasien Journal of Combinatorics. – 2006. – Vol. 35. – P. 83–87.

14. Horadam K.J. Hadamard Matrices and Their Applications. – Princeton University Press, Princeton, NJ. – 2007. – 263 p.

15. Vostrikov A.A, Sergeev M.B. Expansion of the Quasy-Orthogonal Basis to Mask Images // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2015. – Vol. 40. – P. 161–168.

УДК 621.386:339.543(07)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ

[1]Башлы П.Н., [1]Безуглов Д.А., [1]Вербов В.Ф., [2]Гамидуллаев С.Н.

[1]Ростовский филиал Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, e-mail: bezuglovda@mail.ru;

[2]Санкт-Петербургский филиал Российской таможенной академии, Санкт-Петербург, e-mail: odo@spbrta.ru

Количество объектов, проходящих таможенный контроль с применением инспекционно-досмотровых комплексов, ежегодно растет. Наиболее трудоёмким процессом в таможенном контроле всегда являлся контроль перемещения крупногабаритных грузов и транспортных средств, так как он связан с необходимостью выполнения целого комплекса трудозатратных и длительных по времени разгрузочно-погрузочных работ. С учетом накопления опыта повышается и результативность работы, что позволяет таможенным органам при проведении таможенных осмотров с применением инспекционно-досмотровых комплексов обнаруживать такие незаконно перемещенные через таможенную границу Российской Федерации товары, как наркотические вещества, огнестрельное оружие, боеприпасы и др. Мировая таможенная практика, наряду с осуществлением оперативных мероприятий, в последнее время стремится максимально исключить возможность таможенных правонарушений за счет использования для ее поиска специальной таможенной техники. В настоящее время наиболее совершенной и эффективной техникой для этих целей являются инспекционно-досмотровые комплексы, перспективные направления развития которых и рассмотрены в настоящей статье.

Ключевые слова: инспекционно-досмотровый комплекс, таможенный контроль, инновационные технологии

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF CUSTOMS CONTROL

[1]Bashly P.N., [1]Bezuglov D.A., [1]Verbov V.F., [2]Gamidullaev S.N.

[1]Rostov branch of the Russian Customs Academy, Rostov-on-Don, e-mail: bezuglovda@mail.ru;

[2]St. Petersburg branch of the Russian Customs Academy, Saint-Petersburg, e-mail: odo@spbrta.ru

The number of objects subject to customs control with the use of vehicle inspection stations is growing every year. The most time consuming process in the customs control has always been control of movement of bulky cargo and vehicles, as it relates to the need to perform a complex, labor-intensive and time-consuming loading and unloading operations. Given the accumulation of experience and increased performance that allows the customs authorities when conducting customs inspections with the use of vehicle inspection stations to detect those illegally transferred through the customs border of the Russian Federation goods, such as drugs, firearms, ammunition etc. of the Global customs practice, along with the implementation of operational activities in recent times strives to eliminate the possibility of customs offences through the use of to search for it, special customs equipment. Currently, the most advanced and efficient appliances for these purposes are inspection systems, perspective directions of development which are considered in the article.

Keywords: inspection system, customs control, innovative technologies

Инновация – это результат исследований и открытий, она, по сути, материализует научные и практические решения. При этом инновации классифицируются на экологические, технические (или технико-технологические), экономические, организационные, управленческие и социальные. В литературе насчитывается большое количество определений инноваций, в частности такое: «Инновация (нововведение) – это общественный, технический и экономический процесс, который через практическое использование идей и изобретений приводит к созданию лучших по своим свойствам изделий и технологий». Инновация есть конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедрённого на рынке [5].

Главной функцией инновационной деятельности является функция изменения. Выделяется несколько типичных изменений, одним из которых является «внедрение новых технических решений, новых технологических процессов в создание продукции улучшенного качества».

Для технической инновации в равной степени важны три свойства:

– научно-техническая новизна;

– производственная применимость;

– коммерческая применимость.

Отсутствие любого из них отрицательно сказывается на инновационном процессе.

В зависимости от степени научно-технической новизны выделяют следующие технические инновации:

– базовые, т.е. создание нового продукта на основе «пионерского» изобретения («пи-

онерское» изобретение – это выдающееся изобретение, которому не предшествовал в мировой практике какой-либо известный прототип);

– улучшающие, т.е. создание нового продукта на основе изобретения (полезной модели), совершенствующего «пионерское» изобретение;

– частные, т.е. создание нового продукта на основе рационализаторского предложения.

Внедрение технических инноваций является, безусловно, движителем научно-технического прогресса (НТП), в том числе и в таможенной сфере деятельности. Можно выделить две формы НТП: эволюционную и революционную. Первая форма характеризуется накоплением новых научных результатов в пределах устоявшихся научных теорий и разработкой новых устройств, способов и технологий на основе уже применяющихся технических и организационных принципов. Революционная форма НТП характеризуется качественным скачком, переходом к новым типам устройств, способов и технологий, базирующихся на новых фундаментальных открытиях и «пионерских» изобретениях.

Целью настоящей статьи является рассмотрение перспективных направлений развития инспекционно-досмотровых комплексов таможенных органов Российской Федерации.

Одной из основных задач НТП в таможенном деле является обеспечение высокопроизводительного и эффективного таможенного контроля. Так, в Стратегии развития таможенной службы Российской Федерации до 2020 г. [7] указано, что «одним из направлений развития ФТС России является совершенствование информационно-технического обеспечения, которое включает дальнейшую разработку и внедрение в таможенные органы технических средств таможенного контроля (ТСТК) на основе последних достижений науки и техники, повышение эффективности использования аппаратуры радиационного контроля, инспекционно-досмотровых комплексов (ИДК), с учётом обеспечения интеграции программных средств с единой автоматизированной информационной системой таможенных органов. Для повышения эффективности и качества таможенного контроля (ТК) предполагается создание перспективных рентгенографических досмотровых установок, соответствующих мировым стандартам» [8, 9].

В таможенном контроле наиболее сложным и трудоёмким процессом является контроль перемещения крупногабаритных объектов. В настоящее время наиболее совершенными и эффективными техническими средствами для контроля данных объектов как в России так и за рубежом являются рентгеноскопические ИДК. Эти комплексы позволяют за минимальное время (не более 3–5 мин.) без вскрытия грузовых помещений транспортных средств получать их рентгеновские изображения и изображения перевозимых в них товаров. В свою очередь, анализ оператором ИДК полученных изображений позволяет идентифицировать перевозимые товары и конструкционные узлы транспортных средств, обнаруживать в них предметы, запрещённые к перевозке, а также проводить ориентировочную оценку количества перевозимого груза, его веса и местонахождения в транспортном средстве.

В таможенной службе России за последние 15 лет прошли и происходят большие организационные и технические изменения. Главной особенностью таможенной политики страны в этот период являлось последовательное приближение её к мировым стандартам.

В связи с заметно возрастающим товарным оборотом между Россией и другими странами, созданием Евразийского экономического союза (ЕАЭС) развитие Федеральной таможенной службы характеризовалось, в частности, упрощением и ускорением таможенных процедур. Кроме того, неуклонно расширяются взаимовыгодные торговые отношения со странами Юго-Восточной Азии и Южной Америки. Всё это требует от ФТС России внедрения соответствующих мер по дальнейшему упрощению и ускорению таможенных процедур, что является велением времени [5].

Особенность реализации данного направления проявляется в том, что процесс таможенного обслуживания происходит в условиях определённого противоречия между интересами государства и бизнесменами – участниками внешней экономической деятельности (ВЭД): последние стремятся к снижению временных и экономических потерь, государственные же органы призваны обеспечить качественное таможенное администрирование с целью взимания таможенных платежей в полном объёме и добиться снижения уровня таможенных правонарушений, пресечения всех видов контрабанды. Достижение положительных результатов в данном направлении было бы невозможным без перехода на новую систему организации таможенного контроля и исполнения таможенных про-

цедур, применение которой позволило бы снизить временные затраты и повысить их эффективность.

Наиболее трудоёмким процессом в таможенном контроле всегда являлся контроль перемещения крупногабаритных грузов и транспортных средств, так как он связан с необходимостью выполнения целого комплекса трудозатратных и длительных по времени разгрузочно-погрузочных работ. Мировая таможенная практика, наряду с осуществлением оперативных мероприятий, в последнее время стремится максимально исключить возможность таможенных правонарушений за счет использования для ее поиска специальной таможенной техники. В настоящее время наиболее совершенной и эффективной техникой для этих целей являются инспекционно-досмотровые комплексы.

Инспекционно-досмотровый комплекс – это техническое средство таможенного контроля, использующее проникающее ионизирующее излучение для получения изображения и предназначенное для анализа содержимого крупногабаритных грузов и транспортных средств. Важно при этом учитывать и психологическое воздействие применения ИДК на потенциальных нарушителей таможенных правил. Предприниматели все больше убеждаются в бесперспективности незаконного перемещения товаров через таможенную границу, что способствует значительному снижению правового нигилизма среди участников ВЭД.

Анализ применения ИДК в таможенных службах Российской Федерации и других стран-участниц Всемирной таможенной организации показывает их высокую эффективность по выявлению фактов недостоверного декларирования, противодействию контрабанде оружия, наркотических и взрывчатых веществ.

Широкомасштабное внедрение ИДК в таможенные органы России началось в основном после принятия Концепции создания системы таможенного контроля крупногабаритных грузов и транспортных средств. Согласно данной Концепции создание системы таможенного контроля крупногабаритных грузов и транспортных средств (СТККГ и ТС) ориентировочно составляет 5 лет [6]. Этот период, с 2005 по 2010 г. можно считать периодом становления СТККГ и ТС. За короткий срок был реализован беспрецедентный по своим масштабам и значимости проект, позволивший создать на всем протяжении государственной границы надежный заслон контрабанде и недостоверному декларированию. В настоящее время в России успешно эксплуатируются уже 57 комплексов, из которых 15 – стационарных или легковозводимых и 42 – мобильных ИДК.

Особенность реализации данного направления проявляется в том, что процесс таможенного обслуживания происходит в условиях определённого противоречия между интересами государства и бизнесменами – участниками внешней экономической деятельности (ВЭД): последние стремятся к снижению временных и экономических потерь, государственные же органы призваны обеспечить качественное таможенное администрирование с целью взимания таможенных платежей в полном объёме и добиться снижения уровня таможенных правонарушений, пресечения всех видов контрабанды. Достижение положительных результатов в данном направлении было бы невозможным без перехода на новую систему организации таможенного контроля и исполнения таможенных процедур, применение которой позволило бы снизить временные затраты и повысить их эффективность.

С 2011 г. в ФТС России начался и в настоящее время успешно продолжается очередной этап – этап поиска путей повышения эффективности таможенного контроля с применением ИДК. Количество объектов, проходящих таможенный контроль с применением ИДК, ежегодно растет. С учетом накопления опыта повышается и результативность работы, что позволяет таможенным органам при проведении таможенных осмотров с применением ИДК обнаруживать такие незаконно перемещенные через таможенную границу Российской Федерации товары, как наркотические вещества, огнестрельное оружие, боеприпасы и др. Качество анализа изображения оператором и, как следствие, выпуск или не выпуск крупногабаритного объекта за пределы зоны таможенного контроля, зависит от того, насколько полно рентгеновское изображение несёт информацию об объекте контроля.

К сожалению, подавляющее количество ИДК, эксплуатирующихся и в России, и за рубежом, позволяют за одно сканирование получать только одно плоское (двухмерное) рентгеновское изображение контролируемого объекта, которое, безусловно, несёт в себе небольшое количество информации о нём. Очевидно, что даже опытный оператор при таком минимальном количестве информации может допустить пропуск нарушения таможенного законодательства (не говоря уже о начинающих операторах). В этой связи перед всеми, кто

заинтересован в экономической безопасности страны, стоит сложная научно-техническая задача – повышение информативности рентгеновских изображений.

На сегодняшний день уже известны некоторые довольно эффективные направления повышения информативности теневых изображений объекта контроля:

– получение из чёрно-белых псевдоцветных изображений;

– повышение разрешающей способности и контрастной чувствительности рентгеновского оборудования ИДК.

В чёрно-белых снимках органы зрения человека могут различить порядка двадцати оттенков и полутонов: от белого до чёрного. Если же снимок цветной, то человеческий глаз может различить до миллиона различных оттенков и полутонов основных цветов и их компонентов. Поэтому хотелось бы, чтобы рентгеновские снимки были цветными. До недавнего времени в ИДК с помощью специальной программной обработки чёрно-белых изображений можно было получать псевдоцветные изображения, используя при этом всего несколько цветов для окрашивания областей изображения различной плотности. В настоящее время известны компьютерные программы, позволяющие из чёрно-белых получать практически цветные рентгеновские изображения, используя для этого уже десятки цветов и оттенков. Хотя можно предположить, что использование большего числа цветов для окрашивания рентгеновских изображений уже не будет приводить к заметному повышению информативности изображений.

Высокие разрешающая способность и контрастная чувствительность необходимы для распознавания оператором на изображении соответственно мелких деталей объекта контроля и предметов с незначительной плотностью материала. Повышение разрешающей способности и контрастной чувствительности неразрывно связано с техническими возможностями такого важного функционального узла, как линейный ускоритель электронов, в частности, с энергией его рентгеновского излучения. Однако излучение современных ИДК обладает высокой энергией (от 4 до 10 МэВ – в зависимости от вида ИДК), что позволяет оператору качественно идентифицировать различные объекты контроля и их детали даже за соответствующей стальной преградой (толщиной от 280 до 460 мм).

Следует отметить, что увеличение энергии излучения связано с заметным усложнением и удорожанием его источника – ускорителя электронов. К тому же любое усложнение оборудования влечёт некоторое снижение его надёжности в работе. Кроме того, повышать значение энергии излучения в ИДК запрещено по соображениям радиационной безопасности. Из этого следует, что дальше повышать разрешающую способность и контрастную чувствительность рентгеновского оборудования, очевидно, нецелесообразно: энергетические характеристики ускорителей электронов известных ИДК удовлетворяют современным технико-эксплуатационным требованиям.

Таким образом, рассмотренные выше направления себя практически исчерпали и не могут способствовать кардинальному повышению информативности рентгеновских изображений, полученных с применением ИДК. К перспективному и до конца не реализованному направлению повышения информативности рентгеновских изображений в настоящее время можно отнести следующие: разработка способов получения многоракурсных двухмерных теневых изображений.

В настоящее время для получения нескольких многоракурсных рентгеновских изображений необходимо иметь такое же количество источников ионизирующего излучения (ИРИ). Такие схемотехнические решения ИДК экономически не выгодны, так как стоимость одного ИРИ очень высока. Кроме того, использование нескольких ИРИ заметно усложняет сами ИДК. По этой причине во многих странах, в том числе и в России, используются ИДК только с одним ИРИ. Исключить данные недостатки можно, используя иное инновационное направление: получение нескольких многоракурсных рентгеновских изображений с помощью всего одного ИРИ.

Для этого необходимо осуществлять соответствующим образом многократное перемещение ИРИ на определённый угол относительно контролируемого объекта с последующим его сканированием. Кроме того, в этом случае по имеющимся двухмерным теневым изображениям появляется возможность получать качественные объёмные рентгеновские изображения объекта в целом или его отдельных частей.

В [1–4] предложены различные технические решения как стационарных, так и мобильных ИДК, выполненные по предложенному инновационному направлению и защищённые патентами Российской Федерации на изобретения и промышленные образцы.

Список литературы

1. Вербов В.Ф., Гамидуллаев С.Н. Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс. Патент Российской Федерации на полезную модель № 152952, 2015. МПК: G01N.

2. Вербов В.Ф., Гамидуллаев С.Н. Стационарный инспекционно-досмотровый комплекс. Патент Российской Федерации на полезную модель № 154042, 2015. МПК: G01N.

3. Вербов В.Ф., Гамидуллаев С.Н., Мартыненко С.В. Досмотровый рентгеновский комплекс. Патент Российской Федерации на изобретение № 2497104, 2013, МПК: G01N.

4. Вербов В.Ф., Гамидуллаев С.Н., Сукиязов А.Г. Способ получения объёмного изображения в рентгеновских досмотровых комплексах. Патент Российской Федерации на изобретение № 2426101, 2011, МПК: G01N.

5. Гамидулллаев С.Н., Вербов В.Ф., Башлы П.Н. и др. Таможенное дело: теория и практика применения мобильных инспекционно-досмотровых комплексов: Учебник. – Ростов н/Д, Ростовский филиал РТА, 2015. – 296 с.

6. Приказ ФТС России от 24.01.2005 № 52 «Об утверждении Концепции создания системы таможенного контроля крупногабаритных грузов и транспортных средств». Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.12.2012 № 2575-р «Стратегия развития таможенной службы Российской Федерации до 2020 г.». по состоянию на 27.02.2017. Режим доступа: СПС «Консультант Плюс»: World Wide Web. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi.

8. Щерба М.Ю., Безуглов Д.А., Шевчук П.С. Особенности применения технических средств таможенного контроля при проведении отдельных форм таможенного контроля. Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал. 2016. – 142 с.

УДК 004.932.2

МЕТОД ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИИ

[1]Безуглов Д.А., [2]Крутов В.А., [2]Швачко О.В.

[1]Ростовский филиал Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, e-mail: bezuglovda@mail.ru;
[2]ФКУ Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, Ростов-на-Дону, e-mail: stis-rostov6@mail.ru

Высокие точностные характеристики и быстродействие современных микропроцессоров позволяют создать на их основе дифференциаторы сигналов, пригодные для использования в реальном масштабе времени. Как известно, задача цифрового дифференцирования наблюдаемого сигнала, значения которого заданы с ошибками, и получения достаточно точных оценок его производных является далеко не тривиальной из-за того, что она является некорректной. Отмеченное выше делает вполне очевидной актуальность проведения исследований существующих и создания новых методов цифрового дифференцирования сигналов и выбора такого или таких из них, которые наиболее пригодны для реализации с применением средств современной микропроцессорной техники и позволяют достичь требуемых характеристик. В работе данная задача решена с использованием математического аппарата сплайн-аппроксимации. Применение сглаживающих сплайнов наиболее эффективно в случаях, когда погрешность результатов измерений велика. Если сглаживать функцию кубическим сплайном и затем дифференцировать сплайн-функцию, то полученное в результате выражение будет эквивалентно сглаживанию параболическим сплайном.

Ключевые слова: сплайн-аппроксимация, дифференцирование сигналов

THE METHOD OF DIFFERENTIATION OF SIGNALS USING SPLINE-APPROXIMATION

[1]Bezuglov D.A., [2]Krutov V.A., [2]Shvachko O.V.

[1]Rostovsky branch of the Russian Customs Academy, Rostov-on-Don, e-mail: bezuglovda@mail.ru;
[2]Federal State Organization «Special machinery and Communication» of The Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Rostov-on-Don, e-mail: stis-rostov6@mail.ru

High precision characteristics and the operating speed of modern microprocessors allow you to create differentiators signals suitable for use in real-time. As is known, the problem of the digital differentiation of the observed signal, the values of which are given with errors, and to obtain sufficiently accurate estimates of its derivatives is far from trivial due to the fact that it is incorrect. Mentioned above makes obvious the relevance of the research of existing and creation of new methods of digital differentiation of signals and the choice of such or such of them, which are most suitable for implementation with the use of modern microprocessor technology and capability to achieve the desired characteristics. In the work this problem is solved using the mathematical apparatus of the spline approximation. In cases, the most effective is the Use of smoothing splines when the error of measurement results is large. If a smooth function is a cubic spline, then differentiate the spline function, the resulting expression will be equivalent to the parabolic smoothing spline.

Keywords: spline approximation, differentiation signals

В настоящее время получили широкое развитие современные методы и алгоритмы анализа радиотехнических сигналов и их производных на фоне шумов регистрации. Такие достаточно сложные задачи возникают при математическом и вычислительном моделировании объектов, описываемых дифференциальными уравнениями различного порядка, а также при обработке изображений в задаче выделения контуров. Без эффективного решения задач такого рода невозможно вести речь о создании информационных систем обработки радиосигналов и телевизионных изображений.

Обеспечение необходимых требований, предъявляемых к современным системам технического зрения при решении задач высокой сложности, сопряженными с высокой изменчивостью рабочей сцены, разнородностью объектов, помехами и др., напрямую связано с задачей повышения эффективности процесса цифровой обработки сигнала, регистрируемого датчиками систем технического зрения. В частности, одной из проблем применения в априорно неизвестных условиях наблюдения является наличие шума, обусловленного различными факторами, такими как дефекты системы регистрации, влияние окружающей среды и т.п.

Стремительное развитие микропроцессорной техники в последнее время создаёт условия для появления новых применений и расширения и без того широкого спектра задач, решаемых с помощью систем технического зрения, что свидетельствует об

актуальности исследований в области повышения эффективности и устойчивости методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов. Актуальность проведения исследований существующих и создания новых методов цифрового дифференцирования телевизионных сигналов не вызывает сомнений [1–3, 5].

Цель работы: строгое математическое обоснование и разработка новых высокоточных методов дифференцирования сигналов, регистрируемых на фоне шума с использованием математического аппарата сплайн-аппроксимации.

Кривые, встречающиеся в практических задачах, обычно имеют довольно сложную форму, не позволяющую выполнению аналитического задания в целом при помощи элементарных функций. Поэтому их собирают из сравнительно простых гладких фрагментов – отрезков (кривых), каждый из которых может быть вполне удовлетворительно описан при помощи элементарных функций. При этом желательно чтобы гладкие функции, которые используются для построения частичных отрезков, были бы многочленами одинаковой степени. А чтобы получающаяся в результате кривая оказалась достаточно гладкой, необходимо обращать внимание на места стыковки кусочных фрагментов [8–10].

Для гладкого изменения касательной вдоль всей составной кривой достаточно описывать стыкуемые кривые при помощи многочленов третьей степени. Коэффициенты таких многочленов всегда можно подобрать так, чтобы кривизна соответствующей составной кривой была непрерывной [1, 4]. И здесь вполне естественно использовать кубические сплайны, описываемые при помощи многочленов третьей степени. Существующие методы предварительной обработки сигналов связаны в основном с использованием цифровых фильтров. В тех случаях, когда в процессе обработки подавляется высокочастотная составляющая, говорят о сглаживании. Весьма популярными стали сплайновые методы сглаживания, что обусловлено естественностью постановки задачи сглаживания для сплайнов в силу их вариационных свойств. Хорошие дифференциальные и аппроксимационные свойства делают аппарат сплайнов универсальным средством обработки информации [11].

Применение сглаживающих сплайнов наиболее эффективно в случаях, когда погрешность результатов измерений велика. Если сглаживать функцию кубическим сплайном и затем дифференцировать сплайн-функцию, то полученное в результате выражение будет эквивалентно сглаживанию параболическим сплайном. Применение сплайн-аппроксимации позволяет значительно сократить время первичной обработки измерений, даже при работе с большими массивами данных [5–7].

Рассмотрим область $\varphi = [a; b]$, на которой определена функция $F_u(x)$, где N – число шагов разбиения сигнала. Введем в области φ множество узлов с равным шагом разбиения h:

$$\Delta : x_0 < x_1 = a < x_2 < \ldots < x_N = b < x_{N+1}. \quad (1)$$

Получим аналитическое выражение для сплайн – аппроксимации сигнала, в виде системы сглаживающих кубических нормализованных B-сплайнов дефекта 1 [5, 6]:

$$F_c(x) = \sum_{i=0}^{N+1} b_i B_3^i(\chi_{i3}), \quad \chi_{i3} = \frac{1}{h}\left(x - x_{i+\frac{n+1}{2}}\right), \quad (2)$$

где b_i – коэффициенты сплайна; $X_{i+\frac{n+1}{2}}$ – координаты средины носителя B-сплайна; n – степень сплайна.

$$B_3^i(\chi_{i3}) = \frac{1}{6}(2+\chi_{i3})^3 B_0^i + \left(\frac{2}{3} - \chi_{i3}^2 - \frac{\chi_{i3}^3}{2}\right) B_3^{i+1} + \left(\frac{2}{3} - \chi_{i3}^2 + \frac{\chi_{i3}^3}{2}\right) B_3^{i+2} + \frac{1}{6}(2-\chi_{i3})^3 B_0^{i+3}, \quad (3)$$

$$B_0^i = \begin{cases} 1 \text{ при } x \in [x_i; x_{i+1}] \\ 0 \text{ при } x \notin [x_i; x_{i+1}] \end{cases}. \quad (4)$$

Задачу сглаживания будем решать, минимизируя функционал вида [7, 8]:

$$J = \rho \int_a^b |F''(x)|^2 \, dx + \sum_{i=1}^{N} \left(F_u(x_i) - F_c(x_i)\right)^2, \quad (5)$$

где ρ – коэффициент сглаживания; $F_u(x_i)$ – значение сглаживаемой функции в узлах сетки; $F_c(x_i)$ – значение сплайна в точке x_i; $|F''(x)|$ – модуль второй производной сплайна.

Рассмотрим участок $[x_i; x_{i+1}]$ и осуществим привязку коэффициентов сплайна к середине соответствующего носителя. Тогда для этого участка, с учетом (4), выражение (5) примет вид [6, 7, 9]

$$F_c(x) = \frac{1}{6}\left(2+\frac{x-x_{i+2}}{h}\right)^3 b_{i+2} + \left(\frac{2}{3}-\left(\frac{x-x_{i+1}}{h}\right)^2 - \frac{\left(\frac{x-x_{i+1}}{h}\right)^3}{2}\right) b_{i+1} +$$

$$+\left(\frac{2}{3}-\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^2 + \frac{\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^3}{2}\right) b_i + \frac{1}{6}\left(2-\frac{x-x_{i-1}}{h}\right)^3 b_{i-1}. \quad (6)$$

Введем нормализованную координату для сплайна, равную $\chi = \frac{x-x_i}{h}$, тогда выражение (6) можно записать в виде

$$F_c(x) = \frac{1}{6}\left(2+\frac{x-x_i-2h}{h}\right)^3 b_{i+2} + \left(\frac{2}{3}-\left(\frac{x-x_i-h}{h}\right)^2 - \frac{\left(\frac{x-x_i-h}{h}\right)^3}{2}\right) b_{i+1} +$$

$$+\left(\frac{2}{3}-\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^2 + \frac{\left(\frac{x-x_i}{h}\right)^3}{2}\right) b_i + \frac{1}{6}\left(2-\frac{x-x_i+h}{h}\right)^3 b_{i-1}. \quad (7)$$

После несложных арифметических преобразований, группирования относительно коэффициентов сплайна и подстановки в (6) получим аналитическое выражение для сплайна в виде

$$F_c(\chi) = \sum_{i=1}^{N-1}\left(\frac{1}{6}\chi^3\left(b_{i+2}-3b_{i+1}+3b_i-b_{i-1}\right)+\frac{1}{2}\chi^2\left(b_{i+1}-2b_i+b_{i-1}\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{1}{2}\chi\left(b_{i+1}-b_{i-1}\right)+\frac{1}{6}\left(b_{i+1}+4b_i+b_{i-1}\right)\right). \quad (8)$$

Таким образом, функционал запишется в виде:

$$J = \rho\sum_{i=1}^{N-1}\int_{x_i}^{x_{i+1}} \left|F''(x)\right|^2 dx + \sum_{i=1}^{N}\left[F_u(x_i) - \frac{1}{6}(b_{i+1}+4b_i+b_{i-1})\right]^2. \quad (9)$$

Для нахождения коэффициентов сплайна (8), приносящего минимум функционалу (9), вычислим частные производные $\frac{\partial J}{\partial b_j}$, $(i = \overline{0; N+1})$ и приравняем их к нулю. В результате этой операции получим систему из N+2 линейных уравнений матричная форма, которых имеет вид [6, 5]

$$\frac{1}{6}(a \cdot b) = z, \quad (10)$$

где $a = \begin{Vmatrix} 1+12\rho & 4-18\rho & 1 & 6\rho & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4-18\rho & 17+48\rho & 8-36\rho & 1 & 6\rho & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 8-36\rho & 18+84\rho & 8-54\rho & 1 & 6\rho & 0 & 0 \\ 6\rho & 1 & 8-54\rho & 18+96\rho & 8-54\rho & 1 & 6\rho & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 6\rho & 1 & 8-54\rho & 18+96\rho & 8-54\rho & 1 & 6\rho \\ 0 & 0 & 6\rho & 1 & 8-54\rho & 18+84\rho & 8-36\rho & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 6\rho & 1 & 8-36\rho & 17+48\rho & 4-18\rho \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 6\rho & 1 & 4-18\rho & 1+12\rho \end{Vmatrix}$,

$$b = \begin{Vmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_{N-1} \\ b_N \\ b_{N+1} \end{Vmatrix}, \quad z = \begin{Vmatrix} z_1 \\ 4z_1 + z_2 \\ \vdots \\ z_1 + 4z_2 + z_3 \\ z_{N-1} + 4z_N \\ z_N \end{Vmatrix}.$$

Матрица коэффициентов системы (10) имеет семидиагональный вид и хорошо обусловлена. Решая эту систему одним из известных методов, находим значения искомых коэффициентов. Дифференцируя в аналитическом виде (8), получим выражение для сплайн-аппроксимации производной сигнала:

$$F_{ca}(x) = \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{\chi^2}{2h} \left(b_{i+2} - 3b_{i+1} + 3b_i - b_{i-1} \right) + \frac{\chi}{h} \left(b_{i+1} - 2b_i + b_{i-1} \right) + \frac{1}{2h} \left(b_{i+1} - b_{i-1} \right) \right). \qquad (11)$$

Применение на практике данного метода аппроксимации сплайнами дифференцированных сигналов позволяет значительно уменьшить время обработки.

Выводы

Обеспечение необходимых требований, предъявляемых к современным системам технического зрения при решении задач высокой сложности, сопряженными с высокой изменчивостью рабочей сцены, разнородностью объектов, помехами и др., напрямую связано с задачей повышения эффективности процесса цифровой обработки сигнала, регистрируемого датчиками систем технического зрения автономных роботов. В частности, одной из проблем применения в априорно неизвестных условиях наблюдения является наличие шума, обусловленного различными факторами, такими как дефекты системы регистрации, влияние окружающей среды и т.п. Предложенный впервые новый высокоточный метод цифрового дифференцирования сигналов позволяет, не пользуясь стандартными процедурами численного дифференцирования, которые сами по себе являются некорректными с достаточно высокой точностью вычислять как значение самого сигнала, так и значения его производной.

Стремительное развитие микропроцессорной техники в последнее время создаёт условия для появления новых применений и расширения и без того широкого спектра задач, решаемых с помощью систем технического зрения, что свидетельствует об актуальности исследований в области повышения эффективности и устойчивости методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов. Используя математический аппарат дифференцирования при помощи сплайнов для обработки результатов измерений, значительным является то, что в численной схеме используется ограниченное число коэф-

фициентов разложения. Применение кубических нормализованных B-сплайнов в задаче аппроксимации дифференцированных сигналов существенно уменьшает время обработки.

Список литературы

1. Алибеков И.Ю. Численные методы / И.Ю. Алибеков. – М.: МГИУ, 2008. – 220 с.

2. Безуглов Д.А., Скляров А.В., Забродин Р.А., Решетникова И.В. Субоптимальный алгоритм оценивания на основе аппарата сглаживающих B-сплайнов // Измерительная техника. – 2006. – № 10. – С. 14–17.

3. Безуглов Д.А., Цугурян Н.О. Дифференцирование результатов измерений с использованием математического аппарата вейвлет-фильтрации // Измерительная техника. – 2006. – № 4. – С. 12–16.

4. Безуглов Д.А., Швидченко С.А. Информационная технология вейвлет-дифференцирования результатов измерений на фоне шума // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 6. – С. 40–45.

5. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ: Учебник для студентов экономических вузов, обуч. по спец. «Прикладная информатика (в экономике)». – М.: Дашков и К, 2010, – 640 с.

6. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980. – 350 с.

7. Лапчик М.П. Численные методы. – М: Академия, 2008. – 381 с.

8. Поршнев С.В. Численные методы на базе Mathcad. – СПб.: BHV, 2012. – 464 с.

9. Прэтт У. Цифровая обработка изображений (том 2). – М.: Мир, 2012. – 733 с.

10. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: ИЛ, 2010. – 545 с.

11. Швидченко С.А. Методы и алгоритмы выделения контуров изображений в радиотехнических системах с использованием дискретной вейвлет-фильтрации: Автореф. дис. канд. техн. наук (05.12.04). – Ростов-на-Дону, 2013. – 16 с.

УДК 004.93’11

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В РЕЧЕВЫХ СИГНАЛАХ

Белов Ю.С., Нифонтов С.В., Азаренко К.А.

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: fn1kf@mail.ru, nifontow.serezha@yandex.ru, rebytik@gmail.com

Пропускная способность каналов передачи данных часто уменьшается из-за шумов и искажений передаваемых сигналов. Шумоподавление применяется в различных сферах (где передаваемые сигналы не могут быть изолированы от шума и искажений): распознавание речи/дикторов, обработка изображений, системы сотовой связи, обработка медицинских сигналов, радио и радиолокационные системы и пр. В данной статье затронута проблема наличия шумов в речевых сигналах. Рассмотрена модель аддитивного белого гауссовского шума, а также его добавление на сигнал – процесс моделирования шума. Описаны основные характеристики вейвлетов, которые использовались в шумоподавлении. Рассмотрен основной алгоритм процесса шумоподавления с использованием техник вейвлет-анализа. Осуществлена практическая реализация шумоподавления. Построены графики исходных, зашумленных и отчищенных сигналов. Осуществлен анализ результатов шумоподавления при использовании различных семейств вейвлетов, построены графики взаимной корреляции зашумленных и очищенных от шума речевых сигналов.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, ЦОС, вейвлеты, вейвлет-преобразование, дискретное вейвлет-преобразование, ДВП, шумоподавление, шумоподавление в речевых сигналах, Matlab Wavelet Toolbox

APPLICATION OF WAVELET FILTERING FOR NOISE REDUCTION IN SPEECH SIGNALS

Belov Yu.S., Nifontov S.V., Azarenko K.A.

Federal State budgetary educational institution of higher education «Bauman Moscow State Technical University» (Kaluga Brunch), Kaluga, e-mail: fn1kf@mail.ru, nifontow.serezha@yandex.ru, rebytik@gmail.com

The bandwidth is often reduced due to noise and distortion of transmitted signals. Noise reduction useses in various fields (where transmitted signals cannot be isolated from noise and distortion): speech/speaker recognition, image processing, mobile communication system, medical signal processing, radio and radar systems and etc. This article refers to the problem of noise in speech signals. Considered the model of an additive white Gaussian noise and it adding to the speech signal – modeling of noise. Describes the main wavelets features used in the denoising. Reported common algorithm of noise reduction process using techniques of wavelet analysis. Practical implementation of noise reduction is carried out. Graphs of original, noisy and clean signals are plotted. Results of denoising by different wavelet families are analysed, cross correlation function graphs beetween noisy and clean speech signals are plotted.

Keywords: digital signal processing, DSP, wavelets, wavelet transform, discrete wavelet transform, DWP, noise reduction, noise reduction in speech signals, Matlab Wavelet Toolbox

В настоящее время вейвлеты имеют широкое применение в следующих областях обработки и анализа различных сигналов: сжатие и шумоподавление, анализ речевых сигналов в системах распознавания речи [5], психологические и медицинские исследования, такие как оценка состояния эмоциональной напряженности, основанная на многоуровневом вейвлет-анализе речевого сигнала [2], акустографическое исследование тонов и шумов сердца, звуков легких, дыхательных шумов и т.д. Различные подходы в шумоподавлении используются для распознавания звуковых сигналов, при анализе изображений, в системах передачи цифровых данных и т.д.

SNR (signal-to-noise ratio, отношение сигнал/шум) – безразмерная величина, характеризующая отношение мощности полезного сигнала к мощности шума. Она основана на аддитивной модели шума, в которой квантованный сигнал $x_q[n]$ представляет собой суперпозицию неквантованного, неискаженного сигнала $x[n]$ и добавочной ошибки квантования $e[n]$. Отношение мощностей сигналов определяет SNR. SNR обычно приводится в логарифмической шкале в децибелах (дБ) для того, чтобы охватить широкий диапазон потенциальных значений SNR и рассмотреть логарифмическое восприятие людей:

$$SNR_{dB} = 10 * \log_{10}\left(\frac{P_x}{P_e}\right) = 20 * \log_{10}\left(\frac{A_x}{A_e}\right),$$

где P_x, P_e – средние мощности соответствующих сигналов, а A_x, A_e – среднее значение амплитуд. SNR часто называют отношение

сигнал/шум квантования SQNR (signal to quantization-noise ratio).

По характеру источника возникновения различают механический, электрический, акустический, электромагнитный, механический и прочие шумы. Также существует дополнительная классификация шумов, основанная на частотных и спектральных характеристиках: белый шум, белый шум с ограниченной полосой пропускания, узкополосный шум, цветной шум, импульсивный шум, временные шумовые импульсы и т.д.

Белый шум определяется как некоррелированный случайный шумовой процесс, энергия которого одинакова на всех частотах. Случайный шум имеет одинаковую энергию на всех частотах в диапазоне ∞, поэтому обязательно должна присутствовать бесконечная энергия, вследствие чего данный вид шума является чисто теоретическим понятием [7]. Однако шумовой процесс с ограниченной полосой пропускания и равномерным спектром покрывает весь частотный диапазон ограниченной системы, поэтому его практически можно отнести к белому шуму. В классической теории связи предполагается, что шум является стационарным аддитивным белым гауссовым шумом.

На речевой сигнал добавляется аддитивный белый гауссовский шум, осуществляется процесс шумоподавления, основанный на вейвлет-анализе, с применением различных семейств вейвлетов. Затем осуществляется анализ полученных результатов.

Рассмотрим предложенную модель и результаты исследования.

Характеристики используемых вейвлетов

Вейвлеты имеют две характеристики – масштабирующий коэффициент и смещение, взаимосвязь между которыми примерно соответствует операции масштабирования. При малых масштабах используются сжатые вейвлеты, они соответствуют быстро меняющимся сигналам (высокочастотным). При больших масштабах вейвлеты растягиваются, они соответствуют медленно меняющимся сигналам (низкочастотным). В отличие от других инструментов преобразований (преобразование Фурье и др.), используемых в обработке сигналов, вейвлеты позволяют анализировать сигналы одновременно в частотной и временной областях.

Вейвлет-преобразования делятся на две группы: дискретное вейвлет-преобразование (ДВП) и непрерывное вейвлет-преобразование (НВП). Оба преобразования являются непрерывными во времени (аналоговыми), и с их помощью можно представлять аналоговые сигналы. НПВ позволяет использовать все возможные коэффициенты масштабирования и смещения, в то время как в ДВП используется их определенное подмножество (сетка). Когда коэффициенты вейвлет-функций представлены как Z-преобразование, количество нулей на π соответствует количеству нулевых моментов.

Наличие p нулевых моментов означает, что коэффициенты многочлена *p-го* порядка будут нулевыми. То есть любой полиномиальный сигнал до $p - 1$ порядка включительно будет полностью представлен в масштабированном пространстве. Теоретически большое количество нулевых моментов означает, что функция масштабирования может точно представить большее количество сложных сигналов. Количество нулевых моментов p также называется точностью вейвлета.

Вейвлеты Дебоши представляют собой семейство ортогональных вейвлетов, определяющих дискретное вейвлет-преобразование. Они характеризуются максимальным числом нулевых моментов для некоторого заданного носителя. В каждом типе вейвлета этого класса масштабирующая функция (отцовский вейвлет) осуществляет кратномасштабный анализ.

В общем случае вейвлеты Дебоши выбираются таким образом, чтобы число A нулевых моментов было максимальным (это не означает лучшая гладкость) для заданной ширины носителя $N = 2A$ [8]. Среди 2^{A-1} возможных вариантов предпочтительным является тот вейвлет, чей масштабирующий фильтр имеет крайнюю фазу.

Вейвлеты Койфлеты – дискретные вейвлеты, имеющие масштабирующие функции с нулевыми моментами. Данные вейвлеты являются почти симметричными, их вейвлетные функции имеют $N/3$ нулевых момента, а масштабирующие – N/3–1.

Вейвлеты Дебоши девятого и десятого порядков (db9 и db10) являются асимметричными [3], ортогональными и биортогональными, вейвлет Койфлет пятого порядка (coif5) является почти симметричным, ортогональным и биортогональным.

Фильтрация: приближения и детализации

Для большинства сигналов их низкочастотная составляющая является наиболее важной частью потому, что с ее помощью можно идентифицировать сигнал [6]. Высокочастотная составляющая в свою очередь несет в себе очертания сигнала. Если в человеческом голосе удалить высокочастотную составляющую, то голос поменяется, но слова останутся распознаваемыми. Однако если удалить большое количество низ-

кочастотных составляющих сигнала речь станет нераспознаваемой. В вейвлет-анализе приближения исследуются на больших масштабах, низкочастотные составляющие и детализации – на маленьких [4]. На рис. 1 показано разложение сигнала при помощи вейвлет-анализа, где ФНЧ – фильтр низких частот, ФВЧ – фильтр высоких частот, А – приближение, D – детализация.

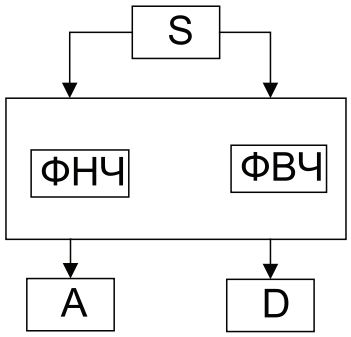


Рис. 1. Разложение сигнала при помощи вейвлет-анализа

Процесс разложения может итеративно повторяться, причем последовательные разложения раскладываются таким образом, что один сигнал дробится на множество сигналов более низкого разрешения.

Так как процесс разложения является итеративным, в теории его можно продолжать до бесконечности. На практике процесс можно продолжать до тех пор, пока отдельные детализации состоят из одного образца или пикселя.

Трешолдинг

Трешолдинг (пороговая обработка данных) – техника исследования сигналов, содержащих шум, осуществляющая декомпозицию исходного сигнала в вейвлет-спектр, который в дальнейшем подвергается обработке. Вейвлет-спектр – функция, содержащая два аргумента (время и масштаб). Результатом дискретного вейвлет-преобразования является N последовательностей, в которых номер – координата масштаба, а номер элемента в последовательности – временная координата. Для исходных сигналов большой длины N является величиной маленького размера (ограничена $\log_2 M$, где M – число отсчетов исследуемого сигнала). В дискретном вейвлет-спектре (ДВС) последовательности могут иметь большую величину (порядка M^2), что позволяет их обрабатывать независимо друг от друга. Жесткий трешолдинг (совмещенный с адаптивным алгоритмом выбора порога) позволяет удалять шум при отсутствии вспомогательной информации о сигнале.

Процесс шумоподавления

Вначале для зашумленного сигнала осуществляется вейвлет-пакетное преобразование, затем для дерева вейвлет-декомпозиции осуществляется пороговая обработка (трешолдинг) данных.

Реализация в системе Matlab:

```
load mtlb;
x = mtlb;
y = awgn(x,10,'measured');
wname = 'coif5';
lev = 3;
tree = wpdec(y,lev,wname);
[thr,sorh,keepapp,crit] = ddencmp('den','
wp',y);
xd = wpdencmp(tree,'s','nobest',thr,
keepapp);
D=crosscorr(x,xd);
z=-20:1:20;
figure(1)
subplot(311)
plot(x)
title('original signal');
subplot(312)
plot(y,'k')
title('signal with noise');
subplot(313)
plot(xd,'g')
xlabel('time')
ylabel('Amplitude')
title('signal denoise');
figure(2)
plot(z,D);
val = D(ceil(size(D,1)/2));
text(1,val, ['=',num2str(val)]);
title(wname);
legend(strcat('Correlation @ ',wname));
```

Анализ результатов

В качестве метрики анализа шумоподавления используется взаимная корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция – функция, оценивающая степень корреляции двух последовательностей [1]. Для непрерывных последовательностей определяется по формуле

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f^*(\tau) g(t+\tau) d\tau.$$

Для дискретных:

$$(f * g)_i(t) = \sum_j f_j^* g_{i+j}.$$

Используемые семейства вейвлетов показали следующие результаты средних значений взаимной корреляционной функции в точке 0:

- вейвлет Дебоши десятого порядка – 0,79325;
- вейвлет Дебоши девятого порядка – 0,78812;
- симлета четвертого порядка – 0,78901;
- койфлета пятого порядка – 0,78759.

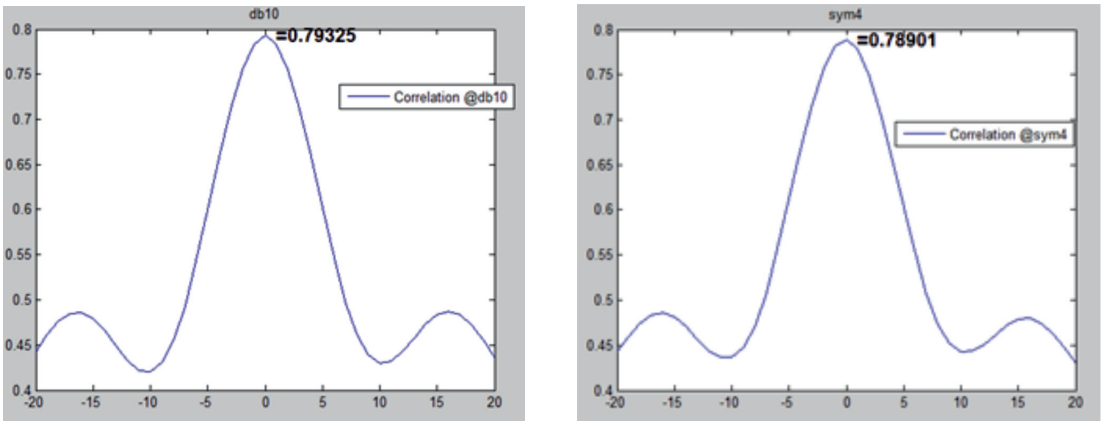


Рис. 2. Графики функций взаимной корреляции для шумоподавления с использованием вейвлета Дебоши (значение в точке ноль – 0,79325) десятого порядка и симлета четвертого порядка (значение в точке ноль – 0,78901)

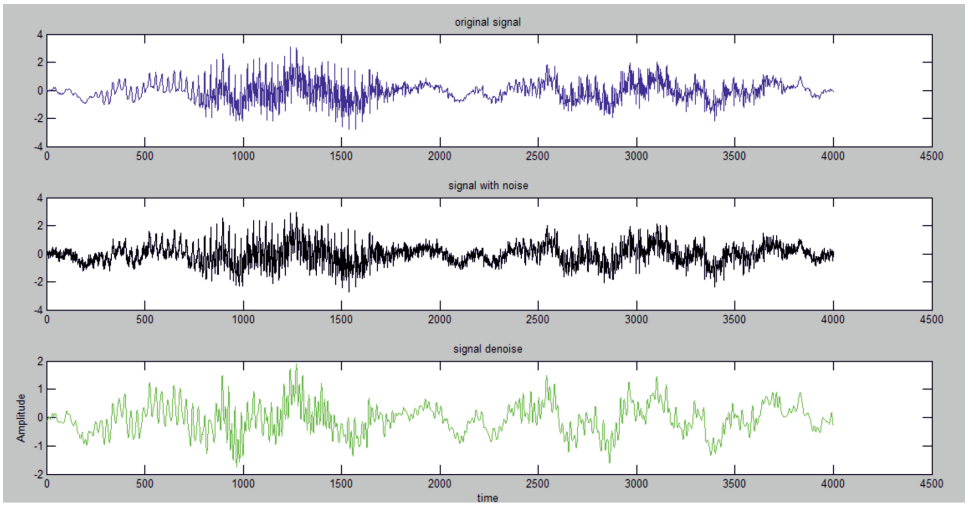


Рис. 3. Шумоподавление с использованием вейвлета Дебоши десятого порядка

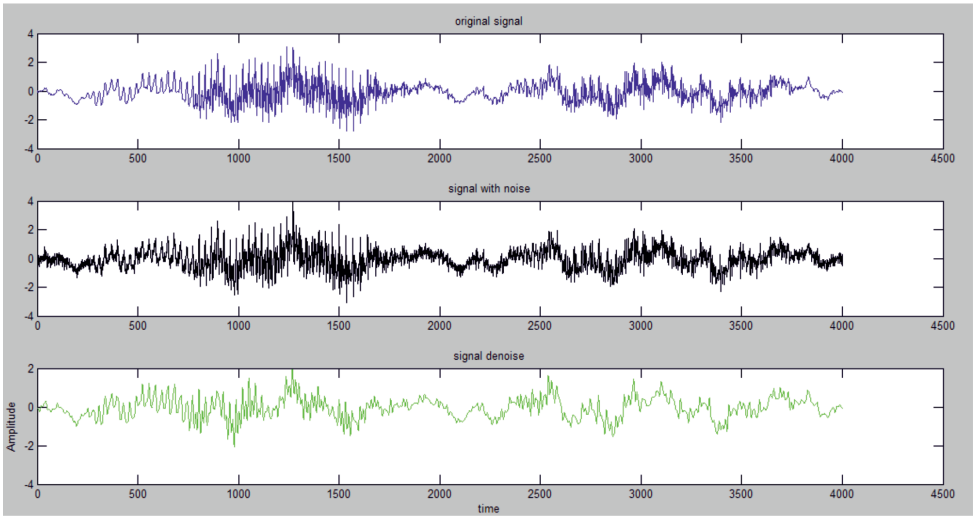


Рис. 4. Шумоподавление с использованием симлета четвертого порядка

Наибольшее значение имели вейвлет Дебоши десятого порядка и койфлет пятого порядка (рис. 2–4).

Заключение

В данной статье была описана практическая реализация шумоподавления в речевых сигналах на основе вейвлет-анализа. Проведено сравнение использования вейвлетов различных семейств: вейвлеты Дебоши девятого и десятого порядков, симлет четвертого порядка и вейвлет койфлет пятого порядка. Значение взаимной корреляции в точке 0 у всех семейств порядка 0,8, графики функций имеют правильную форму, с учетом того, что исходный сигнал содержал некоторую шумовую составляющую, а вдобавок к ней был добавлен белый гауссов аддитивный шум, результаты шумоподавления являются достаточно высокими.

Список литературы

1. Волынская А.В., Калинин П.М. Новые помехоустойчивые сигналы для интеллектуального канала телемеханики // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11–4. – С. 922–926.

2. Горшков Ю.Г. Оценка эмоционального состояния человека на основе многоуровневого вейвлет-анализа речи // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2014. – № 10. – С. 64–69.

3. Мазуркин П.М. Вейвлет-анализ ряда простых чисел // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12–3. – С. 568–575.

4. Нифонтов С.В., Белов Ю.С. Обзор математического аппарата при использовании вейвлет-Фурье преобразования в системах распознавания дикторов // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2016. – № 2/2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://nto-journal.ru/uploads/issues/d50469fa40701 f482ed5eba5c6c0bbdf.pdf (дата обращения: 18.01.2017).

5. Романенко Р.Ю. Вейвлет-анализ речевых сигналов // Успехи современной радиоэлектроники. – 2010. – № 12. – С. 51–53.

6. Степанов С.Е. Возможности применения вейвлетов в задачах обработки и анализа данных // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2015. – № 4/2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://nto-journal.ru/uploads/articles/1c58531e10da6d22aaccd082e9427f64.pdf (дата обращения: 19.01.2017).

7. Bahoura M., Rouat J. Wavelet speech enhancement based on time–scale adaptation // Speech Communication. – 2006. – Vol. 48, № 12. – P. 1620–1637.

8. Pandiaraj Sh., Shankar Kumar K.R. Speaker identification using discrete wavelet transform // Journal of Computer Science. – 2014. – Vol. 11, № 1. – P. 53–56.

УДК 691.5:666.1

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Ильина Л.В., Хакимуллина С.А., Кадоркин Д.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск, e-mail: nsklika@mail.ru

Высокая механическая прочность является важнейшим эксплуатационным свойством бетонов. Одним из направлений повышения механических свойств цементных бетонов является использование микродобавок. Для обеспечения высокой эффективности действия этих добавок важны не только их свойства, но и вводимое количество и дисперсность. Следует отметить, что в известных случаях минеральные добавки благоприятно влияют на увеличение прочности, однако количество одной и той же добавки колеблется в очень широких пределах. Одной из чисто механических причин этого мог быть различный средний размер частиц использованных добавок. Чтобы ответить на вопрос, так ли это, необходимо изучить прочность бетона с использованием одного и того же цемента и добавок различной дисперсности и количества. Введение комплексных добавок, состоящих из активной и инертной составляющих, а также изучение их механизма действия представляет научный интерес и является актуальной темой в настоящее время. В связи с этим целью данной работы является модифицирование состава мелкозернистого бетона для увеличения прочности, с применением в качестве модификатора микродисперсных добавок, как активных минеральных (микрокремнезема), так и инертных минеральных (диопсида), и выявление влияния количества и дисперсности добавок, как по отдельности, так и в комплексе. Для ее реализации были решены следующие основные задачи: изучено влияние загрязняющих примесей в песке на прочностные показатели; определены концентрации микрокремнезема для достижения максимального упрочнения; определены концентрации диопсида для достижения максимального упрочнения при заданном размере вводимых частиц; изучено влияние дисперсности вводимых добавок на их количественное содержание для получения наилучших механических показателей; определено оптимальное соотношение указанных двух добавок для достижения максимальных прочностных свойств материала.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, прочность, комплексные добавки, микрокремнезм, диопсид, дисперсность, свойства бетона

NFLUENCE OF DISPERSED MINERAL ADDITIVES STRENGTH FINE CONCRETE

Ilina L.V., Khakimullina S.A., Kadorkin D.A.

Novosibirsk State Architectural University (Sibstrin), Novosibirsk, e-mail: nsklika@mail.ru

High mechanical strength is the most important performance properties of concrete. To improve the mechanical properties of the cement concrete is the use of micro additives. To ensure high efficiency of action of these additives are not only their properties, but the addition amount and dispersion. It should be noted that in certain cases, favorably influence mineral supplements to increase the strength, but the number of the same supplements varies widely. One of the purely mechanical reasons for this could be a different average particle size of the additives used. It is therefore necessary to examine the strength of concrete using the same cement and different additives and amounts of dispersion. Introduction of complex additives, consisting of active and inert components, as well as the study of their mechanism of action, is of scientific interest and is a hot topic at the moment. The purpose of this work is the modification of the composition of fine concrete to increase strength, with microdispersed additives as active mineral (microsilica) and inert mineral (diopside) and identifying the number and impact of dispersion additives, either individually or in combination. The effect of impurities in the sand on the strength characteristics: To implement the following major problems have been solved; the concentrations of silica fume for maximum hardening; the concentrations of diopside to achieve maximum hardening at a predetermined amount of particles introduced; the effect of dispersion of additives on their quantitative content; determination of the optimal ratio of these additives.

Keywords: fine-grained concrete, complex additives, strength, microsilica, diopside, dispersion, properties of concrete

Исследуемые материалы и методика измерения прочности

В данной работе использовался портландцемент класса ЦЕМ I 42,5Н. В качестве заполнителя применялся песок ОАО «Камнереченский каменный карьер» с модулем крупности 2,5. В качестве модифицирующих добавок использовались: активная минеральная добавка (микрокремнезем МК-85), инертная минеральная добавка (диопсид), а также их комплексное введение.

На первом этапе изучалось влияние загрязняющих примесей в заполнителе на прочностные показатели. Для этого формовались две серии образцов на естественном песке и на чистом песке. Прочностные характеристики мелкозернистого бетона определялись при испытании образцов, с размерами 40×40×160 мм после 28 суток твердения в нормальных условиях. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

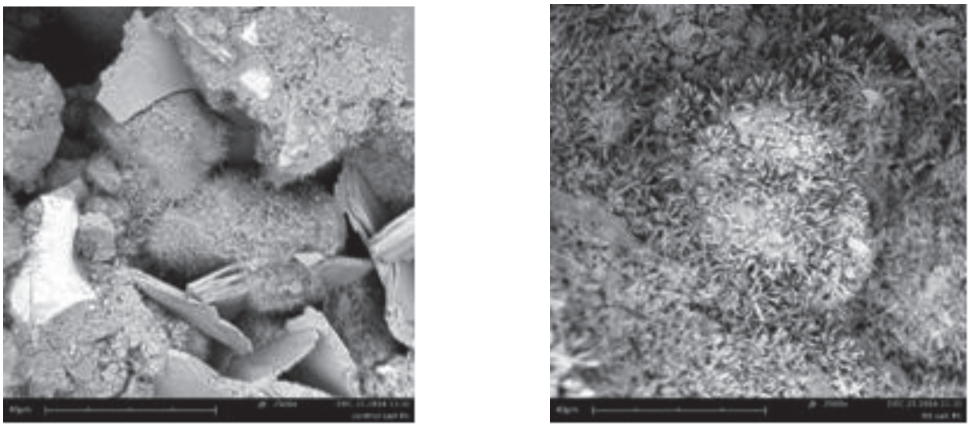
Анализ результатов показал, что при использовании чистого песка прочность на сжатие мелкозернистого бетона увеличивается на 11,9%, возрастает также прочность на изгиб на 6,8%. Поэтому для исключения влияния загрязняющих примесей в заполнителе в дальнейших экспериментах использовался чистый песок.

Таблица 1

Влияние загрязняющих примесей в заполнителе на прочность мелкозернистого бетона

Состав мелкозернистого бетона ПЦ: песок в пропорции	Прочность мелкозернистого бетона, МПа, в зависимости от количества загрязняющих примесей в песке, %			
	8,0		0,3	
	Rизг	Rсж	Rизг	Rсж
1:3	7,4	29,5	7,9	33,0

Примечание. * Коэффициент вариации при определении прочности составлял не более 2,5 %.



а) *б)*

Рис. 1. Микроструктура образцов при увеличении 2500: а – контрольный образец; б – образец с добавлением микрокремнезема МК-85

Модифицирование микрокремнеземом

Добавка – микрокремнезем – являясь отходом производства, имеет высокую удельную поверхность (2180 м^2/кг, при сравнении – данный цемент имеет удельную поверхность 354 м^2/кг). Положительное действие микрокремнезема в цементных композициях объясняется реакцией пуццоланизации (схема *) [3].

$$SiO_2 + Ca(OH)_2 + H_2O = \\ = mCaO \cdot nSiO_2 \cdot qH2O. \qquad (*)$$

Иллюстрации структуры образцов выполнены с помощью растрового сканирующего электронного микроскопа Phenom G2 Pure. Анализ снимков показал высокую пористость немодифицированного бетона (рис. 1, а). Добавление микрокремнезема существенно изменяет микроструктуру материала, в которой формируются гидросиликаты кальция игольчатой структуры (рис. 1, б).

Это также подтверждается данными дифференциально-сканирующей калориметрии (рис. 2).

Таблица 2

Влияние массовой доли микрокремнезема на прочностные показатели мелкозернистого бетона

Микрокремнезем, %	Прочностные показатели мелкозернистого бетона, МПа	
	$R_{изг}$	$R_{сж}$
0	7,9	33,0
4	8,8	36,8
8	8,9	43,9
12	9,0	51,0
14	8,9	44,2

Примечание. * Коэффициент вариации при определении прочности составлял не более 2,5 %.

Добавление микрокремнезема способствует образованию гидросиликатов кальция меньшей основности. Это характеризуется экзотермическим эффектом, проявляемым на линии ДСК при температуре 930 °С, соответствующим кристаллизации безводного силиката кальция. На линии TGA у образцов,

модифицированных микрокремнеземом, отмечается меньшее количество несвязанной воды, которая вследствие ступенчатой дегидратации удаляется как при низких, так и при высоких температурах. Эндотермические эффекты на границах температур 700–850 °С подтверждают образование гидросиликатов кальция разной основности. При этом удаление кристаллогидратной воды в контрольном образце происходит при температуре 825 °С, а в образце с микрокремнеземом происходит при температуре 788 °С.

Кристаллы гидроксида кальция обладают меньшей прочностью, чем гидратированные силикаты кальция [4–6], что предопределяет более низкие механические показатели контрольных образцов, изготовленных без микрокремнезема (табл. 2).

Анализ данных табл. 2 свидетельствует о том, что зависимость прочностных свойств бетона от массовой доли микрокремнезема не монотонная. Максимальные значения прочности достигаются при массовой доле равной 12 %, прочность на сжатие при этом повышается почти на 55 %, а на изгиб – почти на 14 %.

Модифицирование диопсидом

При введении диопсида, в качестве добавки, происходит перераспределение напряжений при приложении внешней нагрузки. Твердость диопсида по шкале Мооса равна 7, а это значит, что модуль упругости материала добавки больше, чем у цементного камня, и концентрация напряжений будет происходить на частицах добавки, что приведет к увеличению механической прочности образцов.

Диопсид был измельчен в разных мельницах до различной дисперсности. Были получены 3 размера – 52,5 мкм, 10,4 и 8,9 мкм. Массовая доля диопсида варьировалась от нуля до девяти процентов от массы цемента. Полученные прочностные характеристики приведены в табл. 3.

Проведенные эксперименты показывают, что введение диопсида во всех случаях повышает прочностные свойства. Характер влияния массовой доли при этом не универсален и определяется средним размером модифицирующих частиц. С уменьшением дисперсности значения массовой доли добавки, при которой достигается максимальная прочность, также снижается. Оптимальное значение содержания добавки с наименьшими частицами составляет 3 %, а с наибольшими – 7 %. При этом достигаемые значения прочности по сжатию оказываются весьма близки и изменяются от 46,3 до 48,4 МПа. В свою очередь, прочность на изгиб изменяется от 8,2 до 8,6 МПа.

Проведенные эксперименты показывают, что введение диопсида во всех случаях повышает прочностные свойства. Характер влияния массовой доли при этом не универсален и определяется средним размером модифицирующих частиц. С уменьшением дисперсности значения массовой доли добавки, при которой достигается максимальная прочность, также снижается. Оптимальное значение содержания добавки с наименьшими частицами составляет 3 %, а с наибольшими – 7 %. При этом достигаемые значения прочности по сжатию оказываются весьма близки и изменяются от 46,3 до 48,4 МПа. В свою очередь, прочность на изгиб изменяется от 8,2 до 8,6 МПа.

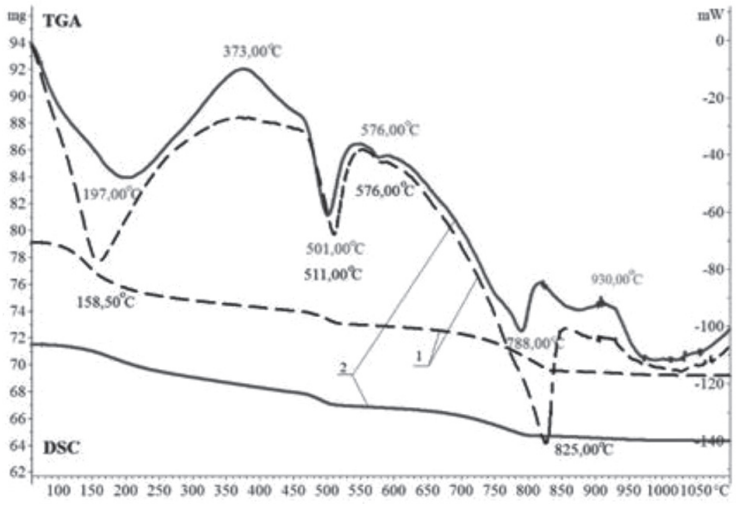


Рис. 2. Дифференциально-сканирующая калориметрия образцов после высолообразования: 1 – контрольный образец; 2 – образец с микрокремнеземом МК-85 в сочетании с пластификатором

Таблица 3

Влияние количества и дисперсности диопсида на прочность при сжатии мелкозернистого бетона

Количество диопсида, %	Прочностные показатели бетона, МПа					
	Дисперсность добавок, мкм					
	8,9		10,4		52,5	
	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$
0	7,9	33,0	7,9	33,0	7,9	33,0
1	7,9	38,3	7,9	37,4	8,0	36,8
3	8,2	48,1	8	43,6	8,4	41,9
5	8,0	43,9	8,4	46,3	8,6	45,2
7	7,9	41,0	8,2	42,7	8,6	48,4
9	7,9	38,5	7,9	39,2	8,3	42,2

Примечание. * Коэффициент вариации при определении прочности составлял не более 2,5%.

Таблица 4

Влияние совместной добавки микрокремнезема и диопсида на прочность мелкозернистого бетона

Размер зерен диопсида, мкм	Количество добавки, % мас.		Прочностные показатели, МПа, мелкозернистого бетона	
	диопсида	микрокремнезема	$R_{изг}$	$R_{сж}$
0	0	0	7,9	33,0
8,9	5	0	8,1	48,1
8,9	5	4	8,9	53,4
8,9	5	8	8,1	55,1
8,9	5	12	7,9	75,8
8,9	5	14	7,7	69,1
52,5	7	0	8,6	48,4
52,5	7	4	8,5	59,9
52,5	7	8	8,3	63,7
52,5	7	12	8,3	82,7
52,5	7	14	8,3	77,9

Примечание. * Коэффициент вариации при определении прочности составлял не более 2,5%.

Измельчение на мельнице АГО-9 является экономически нецелесообразным из-за большого расхода энергии и несущественного различия дисперсности, поэтому для дальнейшего эксперимента выбраны порошки диопсида с диаметром частиц 8,9 и 52,5 мкм, концентрация 3% и 7% соответственно, имеющие наиболее высокое влияние на упрочнение образцов. Результаты испытаний на изгиб и сжатие представлены в табл. 4.

Как видно из таблицы, использование для приготовления мелкозернистого бетона модифицирующих добавок, включающих одновременно микрокремнезем и диопсид, приводит к заметному эффекту. Прочность на сжатие при совместном использовании добавок оказывается выше, чем при отдельном использовании каждой из них. Максимальное упрочнение бетона достигается при введении комплексной добавки, включающей 7% по массе диопсида с частицами размером 52,5 мкм и 12% микрокремнезема. Прочность на сжатие мелкозернистого бетона при этом увеличивается в 2,5 раза.

Максимальная прочность на изгиб при использовании комплексной добавки фиксируется при 3% диопсида с частицами размером 8,9 мкм и 4% микрокремнезема. При максимальном значении прочности изученных образцов на сжатие их прочность на изгиб меньше максимальной примерно на 7%.

Заключение

Таким образом, использование минеральных добавок [1], как инертных (диоп-

сида), так и активных (микрокремнезема), в качестве модифицирующих добавок позволяет получать мелкозернистый бетон с высокими показателями прочности.

Введение диопсида приводит к существенному повышению прочности образцов, вследствие микроармирования структуры и перераспределения напряжений в случае приложения внешней нагрузки. Из числа рассмотренных составов максимальное увеличение прочности – на 45,7% и 46,7% – достигается при введении 3% диопсида с дисперсностью 8,9 мкм и 7% диопсида с дисперсностью 52,5 мкм соответственно.

С уменьшением дисперсности инертной минеральной добавки уменьшается ее оптимальное количество, обеспечивающее наибольшее упрочнение, что соответствует теории плотнейшей упаковки частиц [2].

Добавление в состав мелкозернистого бетона 12% микрокремнезема позволяет увеличить прочность на сжатие до 55%, так как микрокремнезем связывает свободный гидроксид кальция в низкоосновные гидросиликаты кальция, имеющие большую прочность.

В случае с микрокремнеземом правило Полинга не может быть применено, так как в нем не учитывается химизм добавки. Оптимальная концентрация достигается в случае, когда микрокремнезема достаточно для участия в химической реакции.

Наибольшую эффективность оказывает комплексное введение 12% микрокремнезема и 7% диопсида с дисперсностью 52,5 мкм. Мелкозернистый бетон с таким соотношением добавок имеет прочностные характеристики в 2,5 раза выше по сравнению с контрольным, сочетая в себе оба механизма упрочнения инертной и активной добавок.

Список литературы

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников – М.: Стройиздат, 1979. – С. 476.

2. Ильина Л.В. Влияние дисперсности минеральных добавок на прочность цементного камня / Л.В. Ильина, Г.И. Бердов, М.А. Раков, А.В. Мельников // Новые технологии в строительном материаловедении. – 2012. – С. 68–71.

3. Кирсанова А.А. К вопросу о долговечности бетонов с комплексными добавками, включающими метакаолин / Кирсанова А.А., Ионов Ю.В., Крамар Л.Я. // Фундаментальные и прикладные науки – основа современной инновационной системы. – 2015. – С. 198–203.

4. Лесовик В.В. Повышение эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов / В.В. Лесовик, В.В. Потапов, Н.И. Алфимова, А.В. Иванов // Строительные материалы. – 2011. – № 12. – С. 60–62.

5. Лесовик Р.В. Высокопрочный мелкозернистый бетон на композиционных вяжущих и техногенных песках для монолитного строительства / Р.В. Лесовик, Е.С. Глаголев, Д.М. Сопин, М.С. Агеева – Белгород: БГТУ, 2013. – С.106.

6. Стефаниду М. Влияние нано-SiO2 на цементные растворы / М. Стефаниду, И. Папаянни // Композиты. – 2012. – № 6. – С. 2706–2710.

УДК 628.82

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ПОТОКА В ОБРАТНОМ ТЕЧЕНИИ ОТ ТИПА ПРИТОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Кочарьянц К.В.

ООО «Арктос», Санкт-Петербург, e-mail: nin-kasi@yandex.ru

В работе приведены результаты исследования влияния различных параметров на максимальную скорость обратного потока, который формируется при подаче приточного воздуха стесненной струей выше рабочей зоны. С помощью вычислительного комплекса ANSYS CFX, основанного на численном решении трехмерных дифференциальных уравнений Навье – Стокса, был выполнен расчет течения, формирующегося в помещении при различных исходных условиях. В результате исследования определено, что максимальные значения скорости в обратном потоке наблюдаются в углах помещения. Также выявлено, что значения скоростей зависят от высоты установки приточного отверстия. Отклонение скоростей при изменении высоты установки составляет около 20%. Результаты расчета течения для различного вида воздухораспределительных устройств показали наличие существенного влияния кинематического коэффициента m воздухораспределителя на значение скорости в обратном потоке. Проведение серии численных исследований течения стесненной струи с использованием методов математического планирования эксперимента позволило разработать методику расчета параметров формируемого ею обратного потока в зависимости от вида приточного устройства.

Ключевые слова: кондиционирование помещений, численное моделирование, турбулентные течения, уравнения Навье – Стокса, воздухораспределение

RESEARCH OF DEPENDENCE OF FLOW VELOCITY IN REVERSE FLOW FROM A TYPE SUPPLY AIR DIFFUSER

Kocharyants K.V.

Saint-Petersburg LTD «Arktos», Saint-Petersburg, e-mail: nin-kasi@yandex.ru

In the study results of research of influence various parameters on maximum velocity of the reverse flow which is formed when supply air is fed by cramped jet over the working area are presented. By means of ANSYS CFX software which is based on the numerical solution of differential three-dimensional Navier – Stokes equations the calculation of the flow which is formed in the room under various initial conditions was made. As a result of the research it was determined that maximum values of velocity in the reverse flow are not under the jet as it was thought but at the corners of the room. It was also determined that velocity values depend on the height of installation of the inlet opening and maximum difference is 20%. The results of the calculation of flow for different types of air diffusers showed that there is considerable influence of kinematic coefficient m of the air diffuser on the value of velocity in the reverse flow. Realization of series of numerical research using methods of mathematical planning of experiment allowed to develop method of calculation of the reverse flow parameters depending on the type of supply air diffuser.

Keywords: room conditioning, numerical simulation, turbulent flow, Navier-Stokes equations, air distribution

При подаче воздуха стесненной струей выше рабочей зоны формируется обратный поток, который определяет параметры микроклимата в помещении. Воздухораспределение стесненными струями эффективно для помещений высотой более 4 м, таких как: производственные помещения; складские комплексы; общественные помещения, например вестибюли аэропортов.

При этом ни одна из существующих методик [3, 5, 7] не учитывает влияния видового разнообразия существующих на сегодняшний день воздухораспределительных устройств на параметры обратного потока, формируемого в рабочей зоне. Таким образом, определение зависимости скорости в обратном потоке от вида воздухораспределительного устройства является актуальной задачей.

В данной статье приведены результаты исследований методами численного эксперимента [11] течений, формирующихся в объеме помещения при подаче приточного воздуха стесненной струей выше рабочей зоны с помощью различных воздухораспределительных устройств. Для выведения искомой зависимости для скорости в обратном потоке использованы методы математического планирования эксперимента.

Материалы и методы исследования

Инструментом исследования в настоящей работе является гидродинамический вычислительный комплекс ANSYS CFX (бессрочная лицензия ООО «Арктос»), основанный на численном решении трехмерных дифференциальных уравнений сохранения [4].

Уравнения, описывающие течение в объеме рассматриваемого помещения (1)–(4), аналогичны [6].

Уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0 ; \qquad (1)$$

– уравнение сохранения импульса:

$$\rho\left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t}+\bar{u}_k\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_k}\right)=-\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\mu\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j}\right)+\frac{\partial R_{ij}}{\partial x_i}, \quad (2)$$

где $R_{ij}=-\rho\overline{u_i'u_j'}$ тензор Рейнольдсовых напряжений, где ρ – плотность воздуха; $\bar{u}_i$ – компоненты скорости осредненного потока; t – время.

Для замыкания уравнения движения использовалась модель турбулентности: «стандартная» k-ε модель [9]:

– уравнение переноса кинетической энергии турбулентности k:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho U_j k)=$$

$$=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+P_k-\rho\varepsilon+P_{kb} \quad (3)$$

– уравнение диссипации ε кинетической энергии:

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho U_j \varepsilon)=$$

$$=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right]+\frac{\varepsilon}{k}(C_{\varepsilon 1}P_k-C_{\varepsilon 2}\rho\varepsilon+C_{\varepsilon 1}P_{\varepsilon b}), \quad (4)$$

где k – кинетическая энергия турбулентности; ε – скорость диссипации кинетической энергии турбулентности; μ_t – турбулентная вязкость; $C_{\varepsilon 1}=1{,}44$, $C_{\varepsilon 2}=1{,}92$, $\sigma_k=1$, $\sigma_\varepsilon=1{,}3$ – полуэмпирические коэффициенты.

Адекватность расчетов данным методом подтверждена сравнением результатов численного и натурного экспериментов [8] и [10].

1. Постановка задачи

На рис. 1 представлена геометрия помещения, используемая при проведении численного исследования.

В табл. 1 приведены основные параметры решаемой задачи.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 представлено поле распределения компоненты скорости по оси X в поперечном сечении помещения. Плоскость поперечного сечения расположена на расстоянии 12 м от истечения в том месте, где наблюдается максимальное значение скорости в обратном потоке. Положительные значения компоненты скорости соответствуют прямому потоку, отрицательные – обратному потоку.

Результаты расчета трехмерного течения показали, что максимальные значения скорости в обратном потоке (ОП) наблюдаются в углах помещения (рис. 2). При этом максимальная скорость в углах помещения примерно на 70% больше максимальной скорости в обратном потоке в продольной плоскости симметрии помещения (табл. 2).

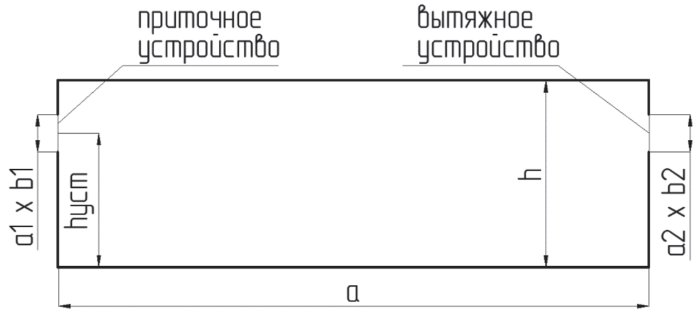


Рис. 1. Разрез помещения

Таблица 1

Параметры исследования

Размеры помещения $a \times b \times h$	76 м × 8 м × 8 м
Высота установки приточного устройства от пола до его центра $h_{уст}$	от 4 м до 9,95 м
Размеры приточного устройства $a_1 \times b_1$	от 100 мм × 100 мм до 1000 мм × 1000 мм
Размеры вытяжного устройства $a_2 \times b_2$	Соответствуют приточному
Скорость приточного воздуха V_0	5 м/с, 7 м/с или 10 м/с
Параметр поперечного стеснения $\sqrt{F_0/F_П}$ (отношение площади приточного отверстия к площади поперечного сечения помещения)	от 0,0125 до 0,125

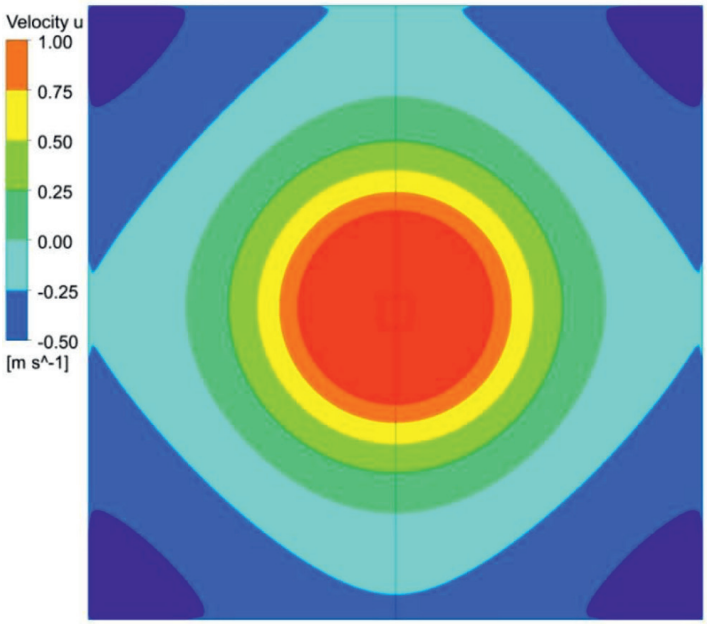


Рис. 2. Поле распределения компоненты скорости V_x в поперечном сечении помещения с максимальной скоростью в обратном потоке

Таблица 2

Максимальная скорость в обратном потоке $V_{\text{обр}}^{\max}$, м/с

Скорость в обратном потоке в плоскости симметрии, м/с		Скорость в обратном потоке в углах помещения, м/с
Расчет по полуэмпирической формуле	CFD-моделирование	CFD-моделирование
0,39	0,38	0,65

Сопоставление значений максимальных скоростей в обратном потоке под струей, полученных в результате численного моделирования и расчета по формуле $V_{\text{обр}}^{\max} = 0{,}78 \cdot V_0 \sqrt{\frac{F_0}{F_{\text{П}}}}$ [5], применяемой для расчета в настоящее время, представлено в табл. 2. Видно, что отличие составило менее 5 %.

Игнорирование превышения скорости в углах помещения по отношению к скорости, полученной расчетным путем, может быть причиной существенных погрешностей в расчетах воздухораспределения при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Полученный результат был подтвержден для случаев установки двух и более приточных устройств, когда максимальное значение скорости наблюдается не только в углах, но и в других областях рабочей зоны.

Таким образом, численные расчеты для подобного вида течений следует проводить в трехмерной постановке, так как расчет плоских задач может привести к некорректным результатам.

В результате исследования влияния высоты установки приточного отверстия на параметры обратного потока стесненной струи было определено, что значения максимальных скоростей в зависимости от высоты установки приточного отверстия изменяются до ≈ 20 %. Максимальное значение скорости в ОП наблюдается при установке приточного отверстия на высоте $h_{\text{уст}} = 0{,}75h$, минимальное – при установке по центру или непосредственно под потолком.

На рис. 3 представлено изменение значений скорости в обратном потоке ($\bar{V} = \frac{V_{0,75h} - V}{V_{0,75h}} 100\%$, то есть в процентах по отношению к максимальному значению) в зависимости от относительной высоты установки приточного отверстия $\bar{h} = \frac{h_{\text{уст}} - h/2}{h/2}$.

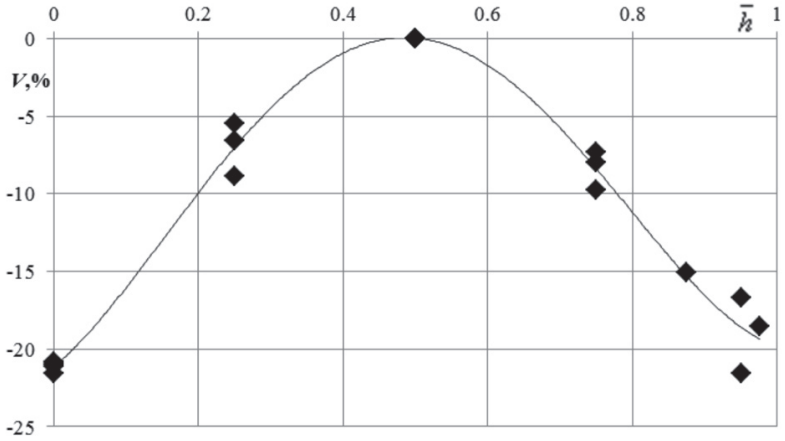


Рис. 3. Изменение скорости в обратном потоке в процентах в зависимости от относительной высоты установки

Таблица 3

Уровни варьирования факторов – Уравнение № 1

Наименование фактора	Размерность	Кодовое обозначение	Уровни варьирования	
			Нижний $X_i = -1$	Верхний $X_i = +1$
Скорость, V_0	м³/ч	X_1	1	7
Кинематический коэффициент, m	–	X_2	3,2	6,7
Параметр стеснения, $\sqrt{F_0/F_п}$	–	X_3	0,0125	0,125

Таблица 4

Уровни варьирования факторов – Уравнение № 2

Наименование фактора	Размерность	Кодовое обозначение	Уровни варьирования	
			Нижний $X_i = -1$	Верхний $X_i = +1$
Скорость, V_0	м³/ч	X_1	1	7
Кинематический коэффициент, m	–	X_2	6,7	9,5
Параметр стеснения, $\sqrt{F_0/F_п}$	–	X_3	0,0125	0,125

Таким образом, отсутствие учета влияния высоты установки на максимальную скорость в обратном потоке также приведет к заметным погрешностям при инженерных расчетах.

Результаты расчета течения для различного вида воздухораспределительных устройств показали наличие существенного влияния кинематического коэффициента m [5] воздухораспределителя на значение скорости в обратном потоке.

Таким образом, основной задачей исследования стало получение зависимости для определения скорости в ОП, которая учитывает вид воздухораспределительного устройства, характеризуемого кинематическим коэффициентом m. Предварительные исследования показали, что степенная зависимость в диапазоне коэффициентов $m = 3{,}2 \div 9{,}5$ имеет большую погрешность, чем две линейные зависимости в диапазонах: от $m = 3{,}2$ до $m = 6{,}7$ и от $m = 6{,}7$ до

m = 9,5 (значение кинематического коэффициента m = 3,2 соответствует решетке с веерным раскрытием ламелей; m = 6,7 – отверстию; m = 9,5 – соплу).

Сложность комплексного изучения течения стесненной струи воздуха, многофакторность и широкий диапазон изменения влияющих параметров вызвали необходимость применения математических методов планирования и обработки эксперимента [1] и [2]. Использование данного метода позволяет варьировать одновременно все факторы и получать количественные оценки основных эффектов и эффектов взаимодействия. А также оценить значимость того или иного фактора.

В табл. 3 и табл. 4 представлены уровни варьирования факторов для Уравнения № 1 и Уравнения № 2.

Основываясь на предположении о том, что искомые зависимости носят линейный характер, для построения матриц экспериментов был выбран ортогональный план первого порядка. Линейное уравнение регрессии, описывающее целевую функцию, запишется в следующем виде:

$$Y = b_{\text{o}} + \sum_{j=1}^{k} b_j X_j + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^{k} b_{ij} X_i X_j, \qquad (5)$$

где k = 3– число факторов; X_i, X_j (i, j = 1, k) – кодированные значения факторов; b_i, b_{ij}, – коэффициенты регрессии модели, рассчитываемые по результатам опытов.

В результате формулы для определения скорости в обратном потоке имеют вид:

– Уравнение № 1 для значений m = 3.2÷6.7:

$$V_{\text{обр}}^{\max} = -0{,}006 + 0{,}002V_0 + 0{,}001m +$$
$$+0{,}19\sqrt{F_0/F_{\text{П}}} - 0{,}00009V_0 m + 0{,}99V_0\sqrt{F_0/F_{\text{П}}} -$$
$$-0{,}06m\sqrt{F_0/F_{\text{П}}} + 0{,}9V_0 m\sqrt{F_0/F_{\text{П}}}, \qquad (6)$$

– Уравнение № 2 для значений m = 6.7÷9.5:

$$V_{\text{обр}}^{\max} = 0{,}001 + 0{,}003V_0 + 0{,}002\,m -$$
$$-0{,}47\sqrt{F_0/F_{\text{П}}} - 0{,}0001V_0 m - 0{,}5V_0\sqrt{F_0/F_{\text{П}}} -$$
$$-0{,}04m\sqrt{F_0/F_{\text{П}}} + 0{,}3V_0 m\sqrt{F_0/F_{\text{П}}}. \qquad (7)$$

Заключение

Таким образом, проведение серии численных исследований течения стесненной струи с использованием методов математического планирования экспериментов позволило разработать методику расчета параметров формируемого ей обратного потока в зависимости от вида приточного устройства.

Полученные в результате работы зависимости следует использовать при проектировании вентиляции стесненными струями, подаваемыми выше рабочей зоны с помощью различного вида воздухораспределительных устройств.

Список литературы

1. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст]: учебное пособие для студентов / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 328 с.

2. Аэродинамика вентиляции [Текст]: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / В.И. Полушкин, С.М. Анисимов, В.Ф. Васильев и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 208 с.

3. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции [Текст] / В.В. Батурин – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Профиздат, 1990. – 448 с.

4. Гримитлин А.М. Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования [Текст] / А.М. Гримитлин, Т.А. Дацюк, Д.М. Денисихина – М.: Издательство «АВОК Северо Запад», 2013. – 192 с.

5. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях [Текст] / М.И. Гримитлин – С-Пб: Издательство «АВОК Северо-Запад», 2004. – 320 с.

6. Денисихина Д.М. Численное моделирование автоколебательных вентиляционных течений [Текст]: дис. … канд. физ.-мат. наук: 01.02.05 / Денисихина Дарья Михайловна. – СПб., 2005. – 135 с.

7. Кареева Ю. Р. Струйные течение в ограниченных пространствах [Текст]: дис. ... канд. техн. наук 01.02.05 / Ю.Р. Кареева – Казань, 2015. – 165 с.

8. Кочарьянц К.В. Численное моделирование воздухораспределения веерными настилающимися струями. Выбор модели турбулентности / К.В. Кочарьянц // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 4(57). – С. 128–133.

9. ANSYS CFX-Pre User's Guide. Release 15.0. November 2013.

10. Kochariantc K. Computational Modelling Research into the Efficiency of Recirculation Air Diffusers / V. Shkarpet, I. Tislenko, K. Kochariantc, D. Kapko, Iu. Tabunshchikov // Oriental Journal of Chemistry. 2015. № 31 October. p. 173–179 (SciVerse Scopus).

11. Nielsen P.V., Allard F., Awbi H.B., Davidson L. and Schälin, A. // Computational fluid dynamics in ventilation design. – REHVA Guide Book 10. – RHEVA. – 2007.

УДК 621.791.92

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА С ПОДОГРЕВОМ ВЫЛЕТА ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ ТОКОМ ПАУЗЫ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Крампит М.А.

ФГАОУ ВО «Юргинский технологический институт (филиал) национального исследовательского Томского политехнического университета», Юрга, e-mail: krampitm@tpu.ru

В данной статье рассмотрены особенности и недостатки имеющихся методов получения металлических 3D изделий посредством плавления проволоки. Выявленные недостатки предложено решить с помощью устройства для импульсно-дуговой наплавки с нагревом участка электродной проволоки током паузы. Приведены расчеты и показана энергоэффективность в сравнении с другими дуговыми способами наплавки. Показана система управления процессом каплепереноса с обратной связью по напряжению. Предложена схема с обратной связью, позволяющая фиксировать расстояние до поверхности наплавленного слоя, что обеспечивает компенсацию неровностей поверхности. Рассмотрены проблемы в работе источников питания для импульсно-дуговой сварки и приведены способы их устранения. Также приведены осциллограммы процесса, на которых видно реальное снижение действующего значения силы тока. Поставлены проблемы для дальнейшей работы и методы их решения.

Ключевые слова: аддитивные технологии, импульсно-дуговая наплавка, повышение точности, снижение энерговложения

APPLICATION DEVICE WITH ELECTRODE WIRE HEATING BY PAUSE CURRENT IN ADDITIVE MANUFACTURING

Krampit M.A.

National Research Tomsk Polytechnic University Yurga Technological Institute, Yurga, e-mail: krampitm@tpu.ru

This article describes the features and shortcomings of existing methods of obtaining 3D metal products by melting the wire. Proposed to solve the shortcomings identified by the device for pulsed arc welding with heating portion of the electrode wire breaks current. Calculations shown and energy efficiency in comparison with other arc welding processes. Shown drop transfer system with voltage feedback. A scheme with feedback, which allows fixed distances dopoverhnosti that compensates for surface irregularities. The problems in these devices and how to address them. Process waveforms are also given, which show a real decline in the effective value of the current strength. Supplied issues for further work and methods of their solutions.

Keywords: additive technology, pulse welding, improved accuracy, reduced energy input

В современной промышленности все более актуальным становится изготовление металлических изделий при помощи аддитивных технологий, позволяющих повысить скорость изготовления изделий, снизить отходы производства, а также улучшить свойства получаемых изделий. Данная технология позволяет изготавливать изделия сложной геометрической формы. Причем для машины аддитивного производства не имеет значения, какова сложность формы и конструкции данного изделия [1].

Уже сейчас АП стало мощным инструментом в машиностроении и практически отдельной отраслью промышленности. Разрабатываются инновационные процессы, позволяющие создавать модели со все более высокой точностью, скоростью, с уникальными свойствами и с новыми экономическими преимуществами [6].

Существует две технологии создания изделий. В одном случае формирующий слой насыпают на рабочую платформу, а затем выборочно обрабатывают порошок лазером или другим источником нагрева. В другой же технологии материал подается непосредственно в место подведения энергии и построения в данный момент фрагмента детали [2].

Способы получения металлических 3D-изделий за счет плавления присадочной проволоки распространены не так хорошо, хотя позволяют использовать более 99 % расплавляемой проволоки, производить изделия при значительной экономии материала на последующих стадиях обработки [7, 9].

Наибольший практический интерес представляет механизированная наплавка в активных защитных газах плавящимся электродом (GMAW), т.к. данная технология является наиболее распространенной в производстве, имеет высокую производительность и малую себестоимость изготовления изделий.

Но у данных технологий есть ряд недостатков:

– коэффициент расплавления не превышает 20 г/А·ч. Для увеличения скорости наплавки необходимо увеличение силы тока, что приводит к более сильному перемешиванию и перегреву;

– большое тепловложение. Перегрев приводит к деформации получаемого изделия, а также худшим условиям формирования стенок (из-за стекания металла);

– доля участия основного металла в наплавленном слое до 60 %, что усложняет создание изделий из нескольких металлов.

Для решения этих проблем предлагается применить устройство с подогревом участка электродной проволоки током паузы. Схема устройства сварочной горелки представлена на рис. 1.

Главной доработкой является наличие дополнительного контактного наконечника, который располагается на расстоянии 150–400 мм от основного. Ток паузы, который направляется транзисторным ключом, проходит через участок проволоки, нагревая его до температуры 500–600 °С, и служит для поддержания горения дуги и формирования капли расплавленного металла на торце электрода [3]. Участок проволоки также служит сопротивлением, ограничивает ток до уровня тока паузы.

Сравним предложенный процесс с процессом механизированной наплавки в среде защитных газов плавящимся электродом. Рассчитаем энергию, необходимую для расплавления металла, чтобы заполнить слой 1 м^2 с высотой валика 5 мм. Масса такого слоя составит 39,1 кг.

Для нагрева и расплавления такого объема проволоки необходимо затратить энергию $Q = Q_н + Q_{пл}$, где $Q_н$ – энергия, необходимая для нагрева требуемой массы проволоки от начальной температуры до температуры (1450 °С), а $Q_{пл}$ – энергия, необходимая для расплавления требуемой массы проволоки.

$Q_{пл} = \lambda m$, где λ – удельная теплота плавления, равная для стали 84 кДж/кг. Следовательно $Q_{пл} = 3284$ кДж. Для обоих процессов эта энергия будет равной.

Теперь рассчитаем температуру нагрева проволоки от температуры окружающей среды (20 °С) до температуры плавления (1450 °С). $Q_н = cm\Delta T$, где c – удельная теплоемкость (для стали равна 0,46 кДж/кг·К). $Q_н = 25720$ кДж.

В случае использования устройства с подогревом проволоки изменяются начальные условия. Температура подогрева может достигать 600 °С. В этом случае разность температур начальной и плавления составит 850 °С (при сварке без подогрева это значения достигает величины 1430 °С). Тогда энергия, необходимая для нагрева $Q_н = 15288$ кДж.

Общая энергия для процесса механизированной наплавки в среде защитных газов плавящимся электродом будет равна $Q = 29004$ кДж, а для процесса с подогревом проволоки $Q = 18572$ кДж.

Следовательно, на процесс без подогрева проволоки расходуется энергии в 1,56 раз больше, чем для процесса с подогревом проволоки.

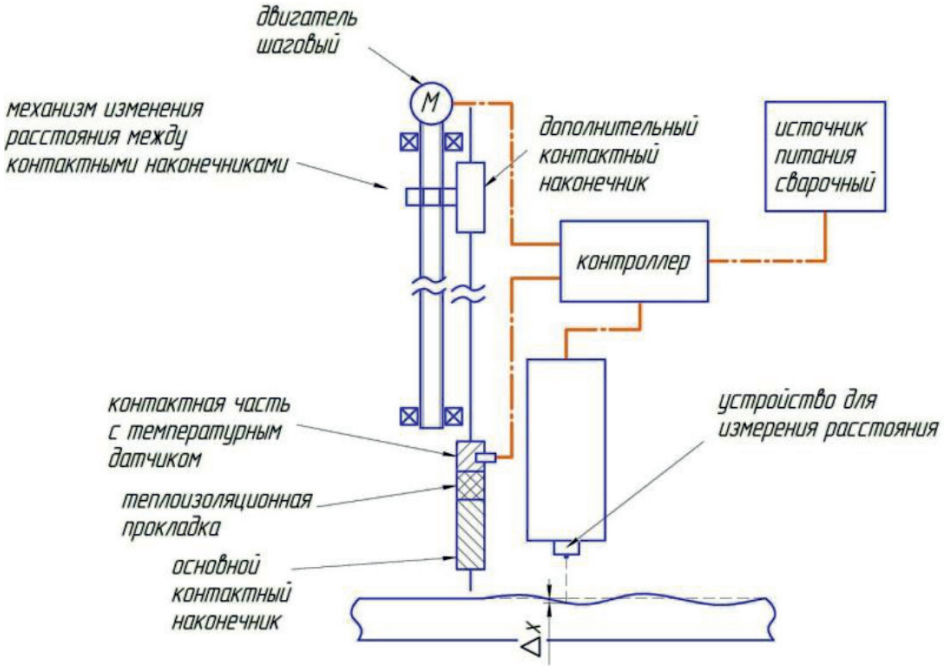


Рис. 1. Устройство сварочной горелки с дополнительным контактным наконечником и ультразвуковым сенсором

Для высоколегированной стали, у которой удельная теплоемкость выше, энергоэффективность предложенного способа будет выше в 1,6 раз.

При апробировании устройства был получен коэффициент наплавки превышающий значения 40 г/А·ч [4]. В результате уменьшение удельной энергии приводит к снижению доли участия основного металла (по соотношению объем основного металла в шве/объем шва), а также к изменению размеров шва (увеличивается высота и ширина, уменьшается глубина проплавления).

Протекание процесса горения дуги можно описать следующим образом. Капля начинает формироваться на торце электрода изначально не соосно. Во время роста капли она увеличивает свои размеры и под действием силы тяжести начинает занимать соосное положение.

Из-за большого количества факторов, влияющих на процесс сварки, невозможно заранее спрогнозировать процесс каплеобразования и каплепереноса и рационально задать все параметры сварки. Любое возмущение сети или проскальзывание в контакте «подающие ролики – электродная проволока» приведет к необходимости увеличения времени паузы. Рациональным решением данной проблемы является использование обратной связи по напряжению на дуге, так как при выравнивании капли на торце электродной проволоки будет уменьшаться длина дуги и, соответственно, напряжение на дуге (рис. 1). Изменяя пороговое значение напряжения, будет изменяться момент срабатывания системы обратной связи, после которого будет происходить наложение импульса, можно добиться стабильного процесса сварки, т.е. без разбрызгивания электродного металла [8].

Однако при нагреве проволоки на участке, ограниченной двумя контактными наконечниками, выше определенной температуры возможна потеря ее жесткости и замятие при входе в контактный наконечник. Необходимо регулировать величину тока паузы, времени паузы и скорости подачи проволоки во избежание перегрева проволоки.

Для контроля температуры проволоки на контактный наконечник через теплоизоляционную прокладку установлена контактная часть с температурным датчиком. Данные преобразуются в микроконтроллере, который подает сигнал на шаговый двигатель, изменяющий расстояние между контактными наконечниками, и на драйвер управления транзисторами, управляющими током паузы. Шаговый двигатель передвигает второй контактный наконечник и тем самым меняет длину участка проволоки, при этом меняется его сопротивление, а следовательно, изменяется сила тока паузы, а также – температура нагрева проволоки. А при изменении скважности импульсов также происходит изменение средней силы тока паузы. При этом происходит регулирование без изменения коэффициента расплавления, и наплавленный слой получается структурно однородным.

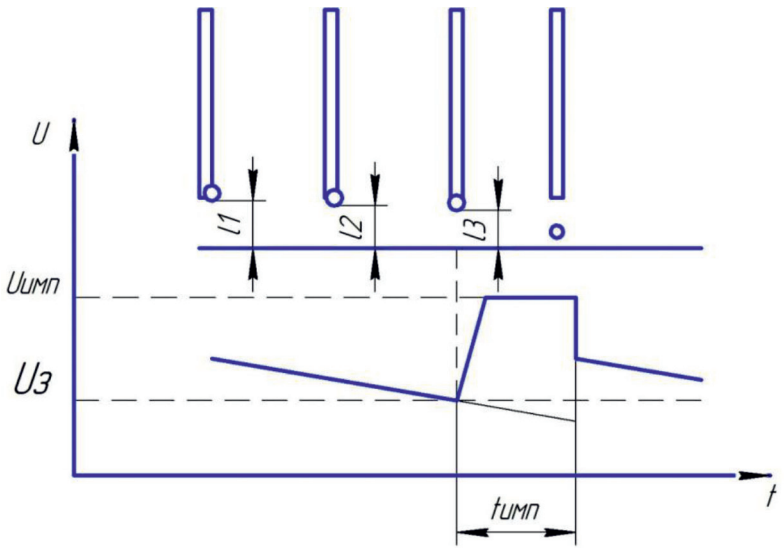


Рис. 2. Схема управления каплепереносом с обратными связями по напряжению: (l1, l2, l3 –длина дуги образования, увеличения и перед отрывом капли; tимп – фиксированное время импульса; Uз – пороговое напряжение срабатывания обратной связи; Uимп – напряжение импульса; U – напряжение; t – время)

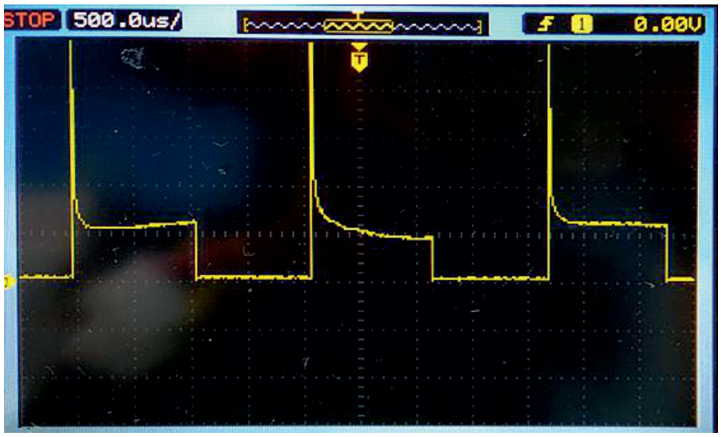


Рис. 3. «Всплеск» напряжения при закрытии транзисторного ключа (Желтая линия – напряжение (20 В/дел))

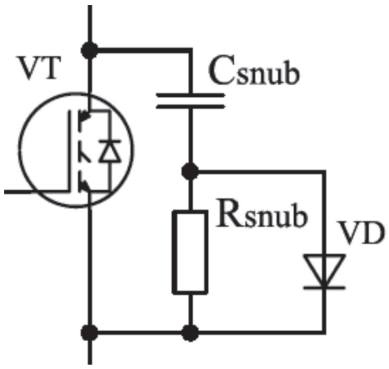


Рис. 4. Снабберная цепь

Перед горелкой установлен датчик расстояния (ультразвуковой или лазерный дальномер), который оценивает отклонение высот наплавленного слоя от его среднего значения. Погрешность измерения составляет 1 мм. Если датчик фиксирует углубление, то контроллер по заданной программе увеличивает силу тока и скорость подачи проволоки, увеличивая количество расплавленного металла, что приводит к заполнению и формированию более ровного слоя.

Так как дуга, в какой-то мере, является индуктивной нагрузкой, то при закрытии транзисторного ключа возникает большой всплеск по напряжению, превышающий напряжение сварки более чем в 5 раз (рис. 3). Это может привести к выходу транзисторов и других электронных компонентов из строя. Из-за малого времени индуктивного всплеска его не удается ограничить с помощью стабилитронов. Применяются снабберы (снаббер – это демпфирующее устройство, работающее в качестве фильтра низкой частоты, которое выполняет действие по замыканию на себе тока переходного процесса [5]). Снабберная цепь для защиты транзисторов состоит из конденсатора, поглощающего индуктивный всплеск, ультрабыстрого диода, с помощью которого конденсатор заряжается напрямую, а разряжается через сопротивление.

В процессе импульсно-дуговой наплавки с подогревом вылета электродной проволоки производили оциллографирование тока и напряжения. Типичная осциллограмма процесса приведена на рис. 5.

Как видно из осциллограмм, удалось снизить величину тока импульса и его длительность, что привело к снижению тепловложения. Величина тока импульса снизилась практически в 2 раза, а номинальная сила тока приблизительно в 1,5 раза, что согласуется с расчетом.

Выводы

Применение предложенного устройства в аддитивной промышленности позволяет:

1. Сократить время получения изделий из-за повышенного (в 2 раза) коэффициента расплавления.

2. Повысить точность изготовления изделий, так как снижение удельной энергии снижает перегрев и возможность стекания металла. Также отслеживание поверхности изделия позволяет исправлять дефекты на предыдущих слоях.

3. Если наплавка будет применяться для восстановления первоначальной формы и размеров изделия, то сниженное тепловложение снизит и величину деформаций.

4. Возможность создания полиметаллических изделий из-за низкой доли участия основного металла в металле шва.

Рис. 5. Осциллограмма процесса импульсно-дуговой наплавки с подогревом вылета электродной проволоки (зеленая линия – напряжение (20 В/дел); желтая линия – сила тока (75 А/дел))

Уже сейчас удалось получить куб, сняв верхний слой всего на 5 мм, что говорит о высокой точности изготовления. Но пока еще стоит ряд проблем, к примеру, выращивания на горизонтальной стенке и создания углов без последующей обработки, что будет решаться в дальнейших исследованиях.

В дальнейшем параметры процесса наплавки для аддитивного производства будут доработаны на основании математической модели, что приблизит процесс к идеальному. Все параметры можно будет подобрать как для повышения точности изделия с минимальной толщиной наплавляемого слоя, так и для заполнения больших объемов, но с небольшим тепловложением.

Список литературы

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 656 с.

2. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. Учебное пособие. – Санкт-Петербург, СПбГУ, 2013. – 221 с.

3. Крампит А.Г., Зернин Е.А., Крампит М.А. Разработка устройства и исследование процесса импульсно-дуговой сварки с нагревом электрода в паузе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13398.

4. Крампит А.Г., Крампит Н.Ю., Крампит М.А. Устройство, использующее подогрев электродной проволоки // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – № 7. – С. 9–11.

5. Что такое снаббер? Подробное описание // URL: http://elektronchic.ru/elektronika/chto-takoe-snabber.html#sthash.cKxLnFul.dpuf (дата обращение: 26.01.2017).

6. Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – СПб. Изд-во Питер, 2015. – 348 с.

7. Ding D.H. Wire-feed additive manufacturing of metal components: technologies, developments and future interests // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Oct. 2015. – P. 465–481.

8. Krampit N.Y., Kust T.S., Krampit M.A. Specifics of Pulsed Arc Welding Power Supply Performance Based On A Transistor Switch // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 142. № 1. – P. 1–5.

9. Taminger K.M. Electron beam freeform fabrication for cost effective near-net shape manufacturing // 139 specialists meeting on cost effective manufacture via net shape processing. Amsterdam (The Netherlands): NATO. 2006. – P. 16.1–16.10.

УДК 54-185

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТОЯННЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА В КАЧЕСТВЕ ПАРАМЕТРОВ РАСТВОРИМОСТИ ГАЗОВ В ЖИДКОСТЯХ

Ксандров Н.В.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru

В данной работе рассмотрено применение постоянных Ван-дер-Ваальса в качестве параметров, определяющих в изобарно-изотермических условиях влияние свойств молекул газа на его растворимость в жидкостях. Значения постоянных Ван-дер-Ваальса и величины растворимости газов в ряде растворителей заимствованы из справочной литературы. Показана возможность вывода регрессионных уравнений, описывающих зависимость растворимости различных газов в отдельно взятом растворителе от способности молекул газа к межмолекулярному взаимодействию и их собственных размеров, возрастающих, соответственно, с увеличением численных значений постоянных *a* и *b* уравнении Ван-дер-Ваальса. Приведены коэффициенты регрессии выведенных уравнений для растворимости ряда газов в ацетоне, бензоле, воде, гексане, этаноле, обеспечивающие средние относительные отклонения расчётных значений растворимости от экспериментальных данных менее 0,1 определяемой величины.

Ключевые слова: равновесная растворимость, газы, ацетон, бензол, вода, гексан, этанол, постоянные Ван-дер-Ваальса

THE USE OF VAN DER WAALS CONSTANTS AS PARAMETERS FOR SOLUBILITY OF GASES IN LIQUIDS

Ksandrov N.V.

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru

This article analyses the use of van der Waals constants as parameters which determine the influence of gas molecules' properties on its solubility in liquids under isobaric-isothermal conditions. The values of the van der Waals constants and the gas solubility values for a number of solvents were taken from reference literature. The article demonstrates the possibility of deriving regression equations which describe the dependence of the solubility of various gases in a particular solvent on the degree of intermolecular interaction of the gas molecules and the size of the molecules which increase, respectively, with an increase in the numerical values of the ***a*** and ***b*** constants of the van der Waals equation. The article provides regression coefficients of the derived equations for calculating the solubility of a number of gases in acetone, benzene, water, hexane and ethanol; the equations provide an average relative deviation between the calculated values and the experimental data of less than 0.1 of the solubility value under consideration.

Keywords: equilibrium solubility, gases, acetone, benzene, water, hexane, ethanol, Van der Waals constants

Для технологических расчётов абсорбционных процессов часто оказывается необходимым оценить растворимость в сорбенте компонентов смеси газов, не образующих устойчивых соединений с активным компонентом абсорбента. Как правило, растворимость таких компонентов на 2–4 порядка меньше, чем у целевого компонента, извлекаемого из смеси газов в абсорбере, что затрудняет экспериментальное определение их растворимости.

Интерес представляет оценка растворимости газа в жидкости по данным о его молекулярных характеристиках.

Общим для исследований в данном направлении является признание существенной роли двух факторов при растворении газа: размещения в структуре жидкости молекул газа и взаимодействия его молекул с молекулами растворителя. Известен [8] метод учёта такого взаимодействия с использованием потенциала Леннард-Джонса и ряда достаточно сложно определяемых параметров. Если известна растворимость в той же жидкости ряда других газов, для оценки растворимости целесообразно использовать постоянные Ван-дер-Ваальса, с большой точностью определённые для всех газов по значениям критических температур и давлений. Изменения постоянной *a* симбатны изменениям способности молекул газа к межмолекулярному притяжению, константа *b* пропорциональна объёму молекулы.

В качестве рабочей гипотезы в данной работе принято предположение о том, что в растворе большая часть молекул газа, не образующего с растворителем прочных сольватов или химических соединений, входит в состав нестойких агрегатов, состоящих из молекул газа и растворителя. Названные агрегаты формируются за счёт сил межмолекулярного притяжения и неизбежно, как и все продукты взаимодействия растворяющегося вещества с растворителем, находятся в равновесии с продуктами их распада: газовыми молеку-

лами, размещёнными среди молекул растворителя вне молекулярных агрегатов и не входящими в состав этих агрегатов молекулами растворителя [5, 6]. При этом концентрация растворённого газа (L) может быть представлена суммой двух составляющих: L_1 – концентрации молекул газа, находящихся вне агрегатов с молекулами растворителя, и L_2 – концентрации молекул газа, включённых в названные агрегаты. Величина L_1 зависит от размеров молекул газа; можно предположить, что с ростом константы b для газов величина L_1 уменьшается, так как чем больше размеры молекул газов, тем меньше промежутков в структуре растворителя, вмещающих такие молекулы. Увеличение константы b для растворителя, наоборот, как можно предполагать, способствует росту растворимости газа за счёт возрастания среднего размера промежутка между молекулами растворителя. Значение L_2 в рамках рабочей гипотезы должно возрастать с ростом константы a по мере увеличения способности молекул газа к межмолекулярному взаимодействию.

Цель исследования

Разработка методики вычисления равновесной растворимости газов для воды и ряда неводных растворителей с использованием численных значений констант Ван-дер-Ваальса, обеспечивающей интерполяционное определение растворимости.

Материалы и методы исследования

Регрессионный анализ совокупности литературных данных по растворимости газов и постоянным Ван-дер-Ваальса их молекул, вычисленным, исходя из величин критических параметров газа [1, 8]. Значения растворимости ряда газов приняты по работам [2–4] и известному справочнику по растворимости под ред. В.В. Кафарова, который является наиболее полным источником по растворимости газов в отечественной литературе. Возможные уточнения растворимости газов не влияют на оценку наличия зависимости их растворимости от постоянных Ван-дер-Ваальса, характеризующих свойства молекул газа. Значения констант взяты в размерности см^{6}атм (a) и см^3 (b). Для удобства записи значения константы a умножены на 10^3, постоянной b – на 10^4.

Предварительно, до выполнения анализа влияния на растворимость газов величины постоянных Ван-дер-Ваальса их молекул, рассмотрена возможность выявить влияние на свойства жидкости размеров её молекул с учётом предположения о тенденции к увеличению среднего размера промежутков между молекулами жидкости с ростом их объёма. Влияние размеров молекул жидкости на её свойства рассмотрено по двум направлениям: в части влияния размеров молекул жидкости на плотность и в части влияния наличия и размеров промежутков между молекулами в структуре жидкости на растворение в ней газов.

Можно ожидать, что в жидкостях, не имеющих устойчивой структуры, скреплённой водородной связью, плотность (ρ, г/л) растёт с ростом массы моля жидкости (G, г) и числа молекул в 1 л. Достаточно вероятно уменьшение числа молекул в литре жидкости с ростом их объёма, пропорционального константе b. В рамках сделанных допущений можно ожидать, что ρ_0 – экспериментальные значения плотности жидкости и величины отношения G / b меняются симбатно. Плотности жидкостей и величины G/b сопоставлены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают не только тенденцию к росту плотности жидкости с ростом величины G/b, но и относительное постоянство отношения $(G/b)/\rho_0$, средняя величина которого равна 16,89. Максимальные отклонения равны в меньшую сторону 1,338 и 1,543 – в большую (8,6% и 8,4% соответственно). Эти данные подтверждают сделанное предположение об уменьшении числа молекул жидкости в единице её объёма с ростом постоянной b и дают основания предполагать рост размеров межмолекулярных промежутков в этих условиях. Следует отметить, что численная величина отношения $(G/b)/\rho_0$ даже для структурированных растворителей (вода, ацетон, уксусная кислота) отличается от средней величины не более чем на 30–40%, оставаясь во всех случаях не менее 11,5.

Таблица 1

Соотношение плотностей жидкостей при 200 °С и константы b

Наименование жидкости	G / b, г/см^3	ρ_0, г/л	$G/(b\,\rho_0)$	Наименование жидкости	G / b	ρ_0, г/л	$G/(b\,\rho_0)$
Бутан	10621	600	17,707	*н*-бутанол	14504	809,8	17,9106
Пентан	11072,7	626	17,688	Диэтиловый эфир	12329	713,5	17,2796
Гексан	10978	660	16,634	Метилацетат	15211,5	933,8	16,2899
Бензол	15169	879	17,257	Аммиак жидкий	10272	610	16,3892
Толуол	14104	867	16,2675	SO_2 жидкий	25437,2	1380	18,4328
Циклогексан	13209,6	778.5	16,9680	Хлороформ	26172	1489	17,5774
Этанол	12275,5	789,3	15,5552	четыреххлористый углерод	27168,3	1595	17,0334
н-пропанол	13300,1	803,5	16,5630	Сероуглерод	221918	1263	17,5707
изо-пропанол	13666,1	785,1	17.4091	Этиламин	11676	689	16,946
Триэтиламин	12352	729,3	16,936	Диметилнилин	14894	952,2	15,580

Таблица 2

Сопоставление растворимости газов с плотностью и молекулярными характеристиками растворителя

Растворитель	Растворимость газов, см³(н.у.)/л при 293 К и парциальном давлении газа 101,325 кПа			Константы Ван-дер-Ваальса для растворителя		Число молей растворителя в 1 л жидкости
	азот	кислород	метан	a 10^3	10^4	
Вода	15,1	31	33.19	10,89	13,62	55,41
этанол	120,4	220,1	477	23,25	37,53	17,13
ацетон	156	231	680	27,74	44,37	13,64
Бензол	111,4	203,7	568	35,88	51,50	11,25
четыреххлористый углерод	157,2	299,6	727	38.92	56,61	10,37
Диэтиловый эфир	287	446	1078	34,64	60,02	9,19
н-гексан	241	231	730	49,28	78,50	7,66

Правомерность рабочей гипотезы о влиянии размеров промежутков в структуре растворителя на растворение газа подтверждается тенденцией к росту растворимости газов в изобарно-изотермических условиях в ряду: вода, бензол, ацетон, этанол, диэтиловый эфир, гексан. Из данных табл. 2 видно возрастание растворимости газов в см³/л (на примере кислорода, азота, метана) по мере роста константы *a* и уменьшения числа молей жидкости в одном её литре, которое закономерно соответствует росту константы *b*. Эта зависимость может быть объяснена тем, что уменьшение числа молей растворителя в 1 л эквивалентно росту свободного объёма для размещения частиц растворённого газа. В том же направлении возрастают константы *a* и *b* растворителя.

Рост константы *a* соответствует увеличению межмолекулярного притяжения, в том числе и между молекулами растворённого газа и растворителя.

Линейная зависимость растворимости газов от констант *a* и *b* растворителей не имеет место, что хорошо видно при сравнении растворимостей в этиловом эфире и гексане, так как на влияние молекулярных характеристик растворителя и плотности раствора накладывается влияние особенностей структуры растворителя, особенно заметное для воды, обладающей развитой системой водородных связей [6, 7]. Кроме того, способность молекул растворителя в жидкости к межмолекулярному притяжению может несколько отличаться от их свойств в газовой фазе. В целом влияние на растворимость газов условий размещения газовых молекул в жидкости и притяжения между молекулами газа и жидкости представляется несомненным. Во всяком случае, при концентрации растворителя 10 моль/л и менее растворимость газов существенно больше, чем при большем количестве молей растворителя в литре жидкости.

Проведённые расчеты подтвердили предположение о том, что различия значений постоянных Ван-дер-Ваальса для различных жидкостей существенно влияют на изменение плотностей жидкостей и их способность растворять газы.

На первом этапе анализа зависимости растворимости газов от свойств их молекул рассмотрена зависимость растворимости газов от изменения константы *b* при постоянных значениях *a*. В природе существуют газы, у которых значения константы *b* существенно различны при близких значениях константы *a*. Примерами таких газов служат: радон и хлор, азот и кислород, аргон и оксид азота (II), метан и криптон, ацетилен и сероводород. В качестве аргумента, определяющего влияние размеров молекул газа на его растворимость, принята разность ($b10^4$ – 10,58). Вычитаемое в скобках равно 10^4b для гелия. Функция от ($b10^4$ – 10,58) показывает, насколько растворимость данного газа меньше растворимости гипотетического газа с тем же значением константы *a*, что и у рассматриваемого газа, но обладающего константой *b* равной той же величине для гелия. Выражение $\lg L^* = \lg L + m\,(b10^4 - 10{,}58)^k$ соответствует растворимости, которую мог иметь рассматриваемый газ, если бы константа *b* для него имела бы то же значение, что для гелия. Очевидно, что численная величина L^*, приведённая к постоянному значению константы *b* для каждого газа зависит в основном от значения константы *a*, причём величина L_1 численно приблизительно равна растворимости гелия в данном растворителе.

На втором этапе анализа зависимость L^* от a апроксимировали уравнением

$$\lg L^* = \lg L_1 + Z\,a^n\,. \qquad (1)$$

Далее имеем

$$\lg L = \lg L_1 + Z\,a^n - m\,(b10^4 - 10{,}6)^k\,. \qquad (2)$$

Выбор гелия в качестве объекта сравнения связан с тем, что ему присуще одно из наименьших значений константы *b,* при этом константа *a* на два порядка меньше той же величины для других газов, в связи с чем составляющая растворимости, определяемая притяжением молекул газа к молекулам растворителя, близка к нулю. В уравнениях (1) и (2) слагаемые L_1 и $\lg L_1$ численно мало отличаются соответственно от значения растворимости гелия в данном растворителе и логарифма этой величины.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 3 приведены использованные для определения коэффициентов регрессии и показателей степени в уравнениях (1) и (2) постоянные Ван-дер-Ваальса и значения растворимости газов в воде и четырёх органических

растворителях: в ароматическом и алифатическом углеводородах, спирте, ацетоне. Значение константы *b* для неона принято равным среднему арифметическому из величин той же константы для гелия и аргона.

Изучаемая закономерность не распространяется на растворимость газов, образующих прочные сольваты или химические соединения с данным растворителем. Примерами таких газов служат при растворении в воде (сольватация в водных растворах наиболее изучена) ацетилен, диоксид серы, диоксид углерода, сероводород. Для таких газов растворимость, обусловленная размещением их молекул в структуре растворителя и их притяжением к молекулам растворителя за счёт сил Ван-дер-Ваальса, составляет лишь одно из слагаемых общей растворимости. Значения растворимости газов, для которых достоверно известно наличие сольватов, выделены в табл. 3 курсивом. Прочерки соответствуют отсутствию в известной литературе надёжных данных по растворимости газов в данном растворителе.

Таблица 3

Постоянные Ван-дер-Ваальса и величины растворимости газов при 293 К и 101,325 КПа парциального давления газов

Газ	Значения констант Ван-дер-Ваальса		Растворимость газов $см^3$(н.у.)/л растворителя				
	$a \cdot 10^3$	$b \cdot 10^4$	Вода	Бензол	Гексан	Этанол	Ацетон
Гелий	0,068	10,58	8,8	18,16	43,2	28,1	30,9
Неон	0,46	12,48	10,6	25,6	62	40,2	46.0
Азот	2,77	17,47	15,1	111,4	241	120,4	156
Кислород	2,71	14,21	31,0	203,7	332	220,1	231
Аргон	2,68	14,37	33,6	221	440	240	273
Оксид азота (II)	2,67	12,45	47,1	272,2	–	266	–
Оксид углерода (II)	2,96	17,79	23,2	164.8	–	190	254
Метан	4,49	19,10	33,19	529,5 568	730	477	680
Криптон	4,62	17,76	59,49	697,4	1240	660	980
Диоксид углерода	7,16	19,05	890	–	–	–	6860
Оксид азота (I)	7,54	19,71	665,4	3650	–	2990	6090
Ксенон	8,16	23,79	123	3099	4940	–	–
Аммиак	8,31	16,65	*≈ 6 •10⁵*	12350	3920	–	–
Ацетилен	8,75	22,93	1050	4750	–	8500	18780
Этилен	8,91	25,53	122	2950	2860	–	2290
Этан	10,74	28,48	6,2; 49,6	4350	3390	–	3390
Радон	12,93	27,7	245	–	16000	6030	6100
Хлор	12,94	25,10	2330	62080	–	–	–
Сероводород	8,83	19,14	2910	14862	5500	7420	–
Диоксид серы	13,38	25,16	39000	73970	–	–	–

Таблица 4

Результаты анализа зависимости растворимости газов от постоянных Ван-дер-Ваальса. Значения средней относительной ошибки расчёта (Δ) приведены в долях экспериментально определённой величины

Растворитель	Коэффициенты регрессии и показатели степени в уравнениях (1) и (2)					Газы, данные по растворимости которых использованы при определении lg L_1, Z, m, n, k	Δ,%
	$\lg L_1$	Z	n	m	k		
Вода	0,93	0,255	1,14	2,0	0,011	He, Ne, N_2, Ar, O_2, NO, CO, CH_4, Kr, Xe, Rn, Cl_2.	± 9,7
Бензол	1,21	0,515	0,86	1,6	0,016	He, Ne, N_2, Ar, O_2, NO, CO, CH_4, Kr, NH_3 H_2S, Xe, C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6, SO_2, Cl_2.	± 9,4
Гексан	1,485	0,735	0,585	0,75	0,08	He, Ne, N_2, Ar, O_2, CH_4, Kr, H_2S, C_2H_4, Rn	± 9,9
Этанол	1,338	0,63	0,75	1,13	0,64	He, Ne, N_2, Ar, O_2, CO, CH_4, Kr, N_2O, H_2S, C_2H_6.	± 9,7
Ацетон	1,48	0,735	0,585	2,48	$225 \cdot 10^{-5}$	He,Ne, N_2, Ar, O_2,CO, CH_4,Kr, C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6.	± 7,8

В табл. 4 приведены коэффициенты регрессии и показатели степени в уравнениях (1) и (2), вычисленные по значениям констант Ван-дер-Ваальса и величинам растворимости газов, приведённым в табл. 3. Найденные коэффициенты регрессии и показатели степени обеспечивают минимальное среднее отклонение расчётных величин растворимости газов в данном растворителе от их опытных значений. В перечень газов, использованных при вычислении $\lg L_1$, Z, n, m, и k, не включены газы, образующие прочные сольваты в данном растворителе.

Данные табл. 4 показывают, что средние величины отклонения расчётных значений растворимости газов от данных эксперимента меньше 10% последних у всех рассмотренных растворителей. При этом расхождения данных различных исследователей по растворимости одного и того же газа имеют примерно тот же порядок.

При выполнении расчётов по уравнениям (1) и (2) для газов, для которых известно образование прочных гидратов, видно, что большая часть растворённого газа находится в составе указанных гидратов или соответствующих кислот. Расчётные значения меньше экспериментальных величин растворимости. Для N_2O относительная отрицательная ошибка расчёта растворимости равна 44%, для сероводорода 40%, для ацетилена, этилена, этана, SO_2 имеют место кратные отрицательные ошибки. Расчётная величина растворимости NH_3 меньше экспериментальной величины более чем на 2 порядка. Можно видеть возрастание относительной ошибки расчёта по мере роста устойчивости гидратов газов. Разница между экспериментальным значением растворимости гидратообразующего газа и расчётной величиной L по уравнению (2) соответствует мольной концентрации газа, связанного в гидраты.

Выводы

1. Растворимость газов, не образующих устойчивых сольватов, возрастает для отдельно рассматриваемого растворителя в изобарно-изотермических условиях с ростом константы уравнения Ван-дер-Ваальса a и по мере уменьшения константы b.

2. При сравнении растворимости газа, не образующего устойчивых сольватов, в различных растворителях растворимость в расчёте на 1 л растворителя растёт с уменьшением числа молей растворителя в литре.

3. Для каждого растворителя зависимость растворимости газов от констант Ван-дер-Ваальса отвечает уравнению вида $\lg L = \lg L_1 + Z a^n - m (b10^4 - 10{,}6)^k$. Для рассмотренных растворителей относительная ошибка вычисления растворимости газов при приведённых выше значениях $\lg L_1$, Z, m, n и k не превышает 10% экспериментальной величины.

Список литературы

1. Лихачёв Е.Р. Критические параметры газа // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Физика и математика. – 2013. – № 1. – С. 94–98.

2. Мизеровский Л.Н., Смирнова К.П. Анализ температурных зависимостей растворимости аргона, криптона и ксенона в n-алканах при атмосферном давлении // Известия высших учебных заведений. Сер.: Химия и химическая технология. – 2012. – № 1. – С. 3–15.

3. Мизеровский Л.Н., Смирнова К.П. Температурная зависимость растворимости гелия и неона в органических жидкостях при атмосферном давлении // Известия РАН. Сер.: Химия – 2010. – № 2. – С. 311–317.

4. Мизеровский Л.Н., Смирнова К.П. Температурная зависимость растворимости азота в н-алканах при атмосферном давлении // Известия РАН. Сер.: Химия. – 2010. – № 4. – С. 659–662.

5. Михеев Ю.А., Гусева Л.Н., Давыдов Е.Я. Закономерности гидратации гидрофобных соединений // Журнал физической химии. – 2007. – № 12. – С. 2119–2136.

6. Тобин Ю.К. Молекулярный анализ основ теории ассоциированных жидкостей.// Журнал физической химии. – 2012. – № 8. – С. 1355–1363.

7. Чумаевский Н.А., Родникова М.Н., Виноградов С.А. Времена жизни и динамика водородных связей жидкой воды // Журнал физической химии. – 2006. – № 9. – С. 1747–1752.

8. Широков Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ / 2-е изд., переработанное и дополненное. Иваново: Изд-во ГОУ ВПО Ивановского государственного химико-технологического университета, 2009. – 376 с.

УДК 681.5.015.23: 681.514:62-523.3

АКТИВНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ СЛУЧАЙНОСТИ ПАРАМЕТРОВ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Макаренков А.М., Тун Тун Чжо, Тин Эй Чжо, Мьо Паинг Сат

Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Калуга, e-mail: amm2005@rambler.ru

Настоящая статья посвящена проблеме повышения точности систем управления при отработке случайных управляющих воздействий. Точность повышается за счет компенсации влияния случайности параметров системы на статистические характеристики ее выходного сигнала. Рассматривается подход, называемый активной компенсацией, который состоит в формировании скорректированного случайного управляющего воздействия, минимизирующего влияние случайности параметров системы управления, рассматриваемой в качестве стохастической системы. В результате статистические характеристики выходного сигнала данной системы приближаются к статистическим характеристикам выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы. Предлагается алгоритм определения математического ожидания и корреляционной функции скорректированного управляющего воздействия, основанный на использовании усредненной проекционной модели стохастической системы, построенной с применением методов теории матричных операторов. Данная модель позволяет решить обратную задачу в статистической постановке, в результате чего определяются указанные статистические характеристики скорректированного управляющего воздействия. Приводится численный пример, демонстрирующий эффективность предлагаемого подхода для компенсации влияния случайности одного из физических параметров электрогидравлического привода виброиспытательного стенда на статистические характеристики воспроизводимого случайного испытательного сигнала.

Ключевые слова: система управления, случайные параметры, стохастическая система, матричный оператор, усредненная проекционная модель, электрогидравлический следящий привод, виброиспытательный стенд

ACTIVE COMPENSATION OF THE RANDOMNESS OF PARAMETERS OF STOCHASTIC SYSTEMS

Makarenkov A.M., Tun Tun Kyaw, Tin Aye Kyaw, Myo Paing Satt

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, e-mail: amm2005@rambler.ru

This article is devoted to the problem of improving the accuracy of control systems with random input. The accuracy is improved by compensating for the influence of randomness of system parameters on the statistical characteristics of its output signal. The paper proposes an approach called active compensation, which consists in the formation of the adjusted random input signal that minimizes the effect of randomness of parameters of the control system. The control system is considered as a stochastic system. In the result, the statistical characteristics of the output of stochastic systems are similar to the statistical characteristics of the output of deterministic system. The algorithm for determining the mathematical expectation and correlation function of the adjusted control signal is proposed. This algorithm is based on using the averaged orthogonal-projection model of a stochastic system. This model is constructed using the methods of the theory of matrix operators. The averaged orthogonal-projection model allows solving the inverse problem in statistical formulation. The results of solving this problem are statistical characteristics of the adjusted control action. A numerical example is given to demonstrate the effectiveness of the proposed approach to compensate for the randomness of physical parameters of the electro-hydraulic vibration test stand.

Keywords: control system, random parameters, stochastic system, operational matrix, averaged orthogonal-projection model, electro-hydraulic servo actuator, vibration test stand

Известно, что случайность параметров системы управления может оказывать существенное влияние на качество управления в статистическом смысле, например приводить к незапланированному изменению среднего значения выходного сигнала системы и росту его дисперсии. Указанные эффекты в целом характерны для стохастических систем, к которым может быть отнесено большинство реальных технических систем. Причиной данных эффектов является неизбежная статистическая связь между параметрами стохастической системы и ее выходным сигналом, что составляет главную проблему исследования этого класса систем [1].

Активная компенсация влияния случайности физических параметров на качество работы систем автоматического управления понимается в смысле формирования такого входного сигнала, который минимизирует влияние случайности параметров системы на ее выходной сигнал. Ранее авторами в статье [5] был предложен подход к решению задачи активной компенсации, основанный на пропорциональном изменении дисперсии случайной составляющей входного сигнала, компенсирующем влияние его детерминированной составляющей на дисперсию выходного сигнала стохастической системы. Данный подход был применен для компенсации случайности параметров электрогидравлического привода виброиспытательного стенда и показал возможность практически полного гашения нежелательных колебаний дисперсии формируемого вибрационного воздействия, обусловленных влиянием слу-

чайности параметров электрогидравлического привода при отработке случайного входного сигнала, содержащего гармоническую детерминированную составляющую.

В настоящей статье предлагается более общий подход к решению задачи активной компенсации в вышеуказанном смысле. В отличие от подхода, рассматриваемого в [5], где решалась задача компенсации периодических колебаний дисперсии выходного сигнала в установившемся режиме, в настоящей работе показана возможность эффективной компенсации искажения корреляционной функции выходного сигнала в переходном режиме. Кроме того, компенсация выполняется и для математического ожидания выходного сигнала.

Как и в работе [5], используется усредненная проекционная модель стохастической системы [4], построенная с применением методов теории матричных операторов [3]. Операторная форма этой модели позволяет сделать качественный вывод об аддитивном характере влияния случайности параметров системы на математическое ожидание и корреляционную функцию ее выходного сигнала и предложить соответствующие подходы к компенсации данного влияния.

Операторная форма математической модели стохастической системы

Общей формой математической модели рассматриваемого класса систем является стохастическое дифференциальное уравнение вида

$$L_x\, x = L_y\, y\,, \qquad (1)$$

где y – гауссов случайный процесс (входной сигнал системы); L_x и L_y – линейные стохастические дифференциальные операторы:

$$L_x = \sum_{i=0}^{n} a_i \frac{d^i}{dt^i},\ a_n \equiv 1,\ L_y = \sum_{j=0}^{m} b_j \frac{d^j}{dt^j}.$$

Предполагается, что все или некоторые коэффициенты a_i, b_j являются случайными величинами, определяемыми как

$$a_i = m_{a_i} + \tilde{a}_i,\ i = \overline{0, n-1},$$

$$b_j = m_{b_j} + \tilde{b}_j,\ j = \overline{0, m}, \qquad (2)$$

где m_{a_i}, m_{b_j} – математические ожидания; $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ – центрированные гауссовы случайные величины. Начальные условия полагаются нулевыми. Система считается физически реализуемой, то есть выполняется условие $n \geq m$.

В монографии [1] показано, что для стохастического дифференциального уравнения $L_x\, x = y$, в предположении, что оператор L_x можно разложить на сумму двух операторов $\overline{L}_x + \tilde{L}_x$, где $\overline{L}_x$ – обратимый детерминированный оператор, а $\tilde{L}_x$ является случайной составляющей оператора L_x и имеет нулевое среднее (такое представление оператора L_x соответствует представлению коэффициентов a_i в виде (2)), при определенных условиях возможно следующее представление решения:

$$x = \left(\overline{H} + \tilde{H}\right) y, \qquad (3)$$

где $\overline{H} = \overline{L}_{x_k}^{-1}$ – детерминированный оператор; $\tilde{H} = \sum_{\nu=1} (-1)^{\nu} \left(\overline{L}_x^{-1} \tilde{L}_x\right)^{\nu} \overline{L}_x^{-1}$ – стохастический оператор. В [1] дано строгое математическое обоснование справедливости представления (3).

Заметим, что операторная форма (3) наглядно демонстрирует аддитивный характер влияния фактора случайности параметров стохастической системы (который не следует напрямую из представления $\overline{L}_x + \tilde{L}_x$). Усреднение выражения (3) позволяет найти статистические меры решения (математическое ожидание и корреляционную функцию выходного сигнала x).

Интегральные операторы $\overline{H}$ и $\tilde{H}$ определяются в [1] через функцию Грина. При этом нахождение статистических мер решения (3) требует многократного интегрирования, что, к сожалению, не позволяет реализовать эффективный вычислительный алгоритм, опираясь только на результаты данной работы. С другой стороны, основываясь на результатах монографии [7], можно предложить внешне аналогичную операторную форму математической модели стохастической системы, которая, отличаясь другим математическим аппаратом, является более выгодной в вычислительном плане. Эта матрично-операторная форма, называемая проекционной моделью и являющаяся проекционным аналогом соотношения (3), получается в результате проекционной аппроксимации непрерывной модели (1) и имеет следующий вид:

$$\mathbf{C}^x = \left(\overline{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}\right)\mathbf{C}^y, \qquad (4)$$

где $\overline{\mathbf{A}}$ – детерминированный матричный оператор; $\tilde{\mathbf{A}}$ – стохастический матричный оператор; $\mathbf{C}^x$ и $\mathbf{C}^y$ – проекционные характеристики выходного сигнала x и входного сигнала y соответственно, представляющие собой вектор-столбцы коэффициентов разложения данных сигналов по ортогональному базису

$$\mathbf{\Phi}(t) = \left[\phi_1(t), \ldots \phi_l(t)\right]^{\mathrm{T}},$$

где $\phi_i(t), i = \overline{1,l}$ – элементы системы ортонормированных функций, в качестве которой в настоящей статье используется система функций Уолша; T – знак транспонирования.

Матричные операторы $\overline{\mathbf{A}}$ и $\tilde{\mathbf{A}}$ определяются следующим образом:

$$\overline{\mathbf{A}} = \left(\mathbf{I} + \overline{\mathbf{A}}_x\right)^{-1} \overline{\mathbf{A}}_y, \ \tilde{\mathbf{A}} = \mathbf{A}_{x0}\left(\sum_{\nu=1}^{k}(-1)^{\nu}\left(\tilde{\mathbf{A}}_x\mathbf{A}_{x0}\right)^{\nu}\overline{\mathbf{A}}_y + \sum_{\nu=0}^{k}(-1)^{\nu}\left(\tilde{\mathbf{A}}_x\mathbf{A}_{x0}\right)^{\nu}\tilde{\mathbf{A}}_y\right),$$

где $\mathbf{A}_{x0} = \left(\mathbf{I} + \overline{\mathbf{A}}_x\right)^{-1}$; $\overline{\mathbf{A}}_x = \sum_{i=0}^{n-1} m_{a_i}\left(\mathbf{P}^{n-i}\right)^{\mathrm{T}}$; $\overline{\mathbf{A}}_y = \sum_{j=0}^{m} m_{b_j}\left(\mathbf{P}^{n-j}\right)^{\mathrm{T}}$; $\tilde{\mathbf{A}}_x = \sum_{i=0}^{n-1}\tilde{a}_i\left(\mathbf{P}^{n-i}\right)^{\mathrm{T}}$, $\tilde{\mathbf{A}}_y = \sum_{j=0}^{m}\tilde{b}_j\left(\mathbf{P}^{n-j}\right)^{\mathrm{T}}$; $\mathbf{P}$ – матричный оператор интегрирования в базисе функций Уолша [3].

Выражение (4) позволяет определить проекционные характеристики математического ожидания и корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы следующим образом:

$$\mathbf{C}^{m_x} = \mathsf{M}\left[\left(\overline{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}\right)\right]\mathbf{C}^{m_y}, \tag{5}$$

$$\mathbf{C}^{R_{xx}} = \mathsf{M}\left[\left(\overline{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}\right)\left(\mathbf{C}^{R_{yy}} + \mathbf{C}^{m_y}\left(\mathbf{C}^{m_y}\right)^{\mathrm{T}}\right)\left(\overline{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}\right)^{\mathrm{T}}\right] - \mathbf{C}^{m_x}\left(\mathbf{C}^{m_x}\right)^{\mathrm{T}}, \tag{6}$$

где $\mathsf{M}[\cdot]$ – оператор математического ожидания, применяемый с учетом предположения о статистической независимости сигнала y и случайных коэффициентов a_i, b_j. При этом проекционные характеристики математического ожидания $m_y(t)$ и корреляционной функции $R_{yy}(t_1, t_2)$ входного сигнала на интервале исследования $[0, T]$ определяются соответственно как

$$\mathbf{C}^{m_y} = \int_0^T m_y(\tau)\mathbf{\Phi}(\tau)d\tau;$$

$$\mathbf{C}^{R_{yy}} = \int_0^T\int_0^T R_{yy}(\tau_1,\tau_2)\mathbf{\Phi}(\tau_1)\mathbf{\Phi}^T(\tau_2)d\tau_1 d\tau_2.$$

Выражения (5) и (6) являются формальным представлением усредненной проекционной модели системы (1). Чтобы воспользоваться этими соотношениями для решения задачи статистического анализа стохастических систем, необходимо выполнить операцию усреднения $\mathsf{M}[\cdot]$. Представление стохастического матричного оператора $\tilde{\mathbf{A}}$ в виде ряда Неймана, как это показано выше, позволяет выделить стохастические моменты произведений различных степеней случайных величин $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$. Вычисление этих моментов сводится к аналитическому усреднению указанных случайных величин, возведенных в соответствующие степени, то есть к вычислению моментов соответствующих порядков, что может быть сделано с помощью известного соотношения, которое является тождеством по λ и устанавливает связь между начальными моментами α_r и кумулянтами (семиинвариантами) χ_r скалярной случайной величины [7]:

$$\sum_{r=0}^{n_1}\alpha_r\frac{\lambda^r}{r!} = \prod_{r=1}^{n_2}\sum_{k=0}^{n_1}\left(\frac{\chi_r\lambda^r}{r!}\right)^k\frac{1}{k!},$$

где n_1 – порядок момента, выражаемого через кумулянты порядка до n_2 включительно. Для гауссовых случайных величин ($n_2 = 2$) первый кумулянт в точности соответствует математическому ожиданию, а второй – дисперсии, и стохастический момент любого порядка n_1 выше второго определяется через эти статистические характеристики. При этом все кумулянты старше второго равны нулю, поэтому для гауссовых $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ в (2), центрированных по определению, достаточно задать только их дисперсии D_{a_i}, D_{b_j}. Для негауссовых случайных величин стохастический момент порядка выше второго выражается не только через первый и второй кумулянты, но и через более старшие. Поэтому для таких случайных величин (негауссовых $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$) необходимо задать то число кумулянтов, которое требуется для достижения заданной точности представления негауссового закона распределения с учетом факта уменьшения значимости кумулянта с увеличением его номера. Для некоторых законов распределения стохастические моменты вычисляются проще. Например, для непрерывного равномерного распределения на отрезке $[a, b]$ момент n-го порядка определяется известной формулой

$$\alpha_n = \frac{b^{n+1} - a^{n+1}}{(b-a)(n+1)}.$$

Из (5) и (6) следует вывод об аддитивном характере влияния фактора случайно-

сти параметров стохастической системы на статистические характеристики ее выходного сигнала, то есть

$$\mathbf{C}^{m_x} = \mathbf{C}^{\bar{m}_x} + \mathbf{C}^{\tilde{m}_x},\ \mathbf{C}^{R_{xx}} = \mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}} + \mathbf{C}^{\tilde{R}_{xx}},$$

где

$$\mathbf{C}^{\bar{m}_x} = \bar{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{m_y};\ \mathbf{C}^{\tilde{m}_x} = \mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}\right]\mathbf{C}^{m_y};\ \mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}} = \bar{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{R_{yy}}\bar{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}};\ \mathbf{C}^{\tilde{R}_{xx}} = \bar{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{R_{yy}}\mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}}\right] +$$

$$+\mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}\right]\mathbf{C}^{R_{yy}}\bar{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}} + \mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{R_{yy}}\tilde{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}}\right] + \mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{m_y}\left(\mathbf{C}^{m_y}\right)^{\mathrm{T}}\tilde{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}}\right] - \mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}\right]\mathbf{C}^{m_y}\left(\mathbf{C}^{m_y}\right)^{\mathrm{T}}\mathrm{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}}\right].$$

Проекционные характеристики $\mathbf{C}^{m_x}$ и $\mathbf{C}^{R_{xx}}$ позволяют приближенно восстановить функции математического ожидания $m_x(t)$ и корреляции $R_{xx}(t_1, t_2)$. Тогда в случае использования ортогонального базиса функций Уолша результатом статистического анализа модели (1) будет соответственно вектор-столбец дискретных значений (отсчетов) функции $m_x^l(t)$ размерности l и квадратная матрица отсчетов функции $R_{xx}^l(t_1, t_2)$ размерности $l \times l$:

$$m_x^l(t) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\mathbf{C}^{m_x} = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\left(\mathbf{C}^{\bar{m}_x} + \mathbf{C}^{\tilde{m}_x}\right) = \bar{m}_x^l(t) + \tilde{m}_x^l(t), \quad (7)$$

$$R_{xx}^l(t_1, t_2) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_1)\mathbf{C}^{R_{xx}}\mathbf{\Phi}(t_2) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_1)\left(\mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}} + \mathbf{C}^{\tilde{R}_{xx}}\right)\mathbf{\Phi}(t_2) = \bar{R}_{xx}^l(t_1, t_2) + \tilde{R}_{xx}^l(t_1, t_2). \quad (8)$$

Таким образом, из (8) следует, что корреляционная функция выходного сигнала стохастической системы $R_{xx}^l(t_1, t_2)$ может быть представлена как сумма корреляционной функции выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы $\bar{R}_{xx}^l(t_1, t_2)$, модель которой также описывается уравнением (1), где случайные коэффициенты a_i, b_j заменены своими средними значениями m_{a_i}, m_{b_j}, и составляющей $\tilde{R}_{xx}^l(t_1, t_2)$, наличие которой отражает влияние фактора случайности параметров стохастической системы. На основе соотношения (8) строится рассматриваемый далее алгоритм компенсации данного фактора. Аналогичный вывод следует из (7), где наличие составляющей $\tilde{m}_x^l(t)$ подчеркивает тот факт, что математическое ожидание выходного сигнала стохастической системы $m_x^l(t)$ не равно математическому ожиданию выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы $\bar{m}_x^l(t)$. Наличие составляющей $\tilde{m}_x^l(t)$ обусловлено неизбежной корреляцией выходного сигнала стохастической системы и случайных коэффициентов a_i левой части уравнения (1), поэтому усредненную модель такой системы нельзя получить простой заменой случайных коэффициентов a_i, b_j их средними значениями.

Также следует отметить, что соотношения (7) и (8) справедливы при условии, что справедливы соотношения (5) и (6), в которых матричный оператор стохастической системы представлен как $\bar{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}$. Такое представление, в свою очередь, требует, чтобы матричный ряд Неймана, аппроксимирующий стохастический оператор $\tilde{\mathbf{A}}$, после своего почленного усреднения сходился для выбранного числа удерживаемых членов k. Возможность почленного усреднения данного ряда для соотношения (5) обоснована тем, что вследствие абсолютной сходимости ряда Неймана можно поменять местами операторы суммирования и математического ожидания. Что касается соотношения (6), то для обоснования правомочности почленного усреднения двойного ряда $\left(\bar{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}\right)(\cdot)\left(\bar{\mathbf{A}} + \tilde{\mathbf{A}}\right)^{\mathrm{T}}$ можно при весьма общих предположениях сослаться на теорему Фубини. Заметим, что вышеупомянутые усредненные ряды являются полусходящимися, то есть сходятся только до определенного k. Условия их сходимости, связывающие число k с дисперсиями собственных значений случайной матрицы $\tilde{\mathbf{A}}_x\mathbf{A}_{x0}$, можно найти в [7]. Вопросы сходимости и точности проекционных аппроксимаций с применением техники матричных операторов подробно рассмотрены в монографии [3].

Принцип компенсации случайности параметров

Активная компенсация случайности параметров стохастической системы осуществляется подачей на ее вход скорректированного управляющего воздействия в виде специально сформированного случайного процесса, обеспечивающего получение таких статистических характеристик выходного сигнала, которые имел бы выходной сигнал эквивалентной детерминированной системы при подаче на ее вход нескорректированного управляющего воздействия. Иными словами, активная компенсация может при определенных условиях заставить стохастическую систему вести себя подоб-

но детерминированной при отработке особым образом сформированного случайного управляющего воздействия, нивелирующего влияние фактора случайности ее параметров. Далее рассмотрим метод активной компенсации, обеспечивающий приближение $m_x^l(t)$ и $R_{xx}^l(t_1,t_2)$ к $\overline{m}_x^l(t)$ и $\overline{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$ соответственно.

Задача компенсации по математическому ожиданию может быть сведена к решению обратной задачи динамики в статистической постановке, то есть к нахождению математического ожидания скорректированного входного сигнала стохастической системы ${}_{cor}m_y^l(t)$ по заданному $\overline{m}_x^l(t)$. Соотношение (5) позволяет при определенных условиях решить данную обратную задачу в смысле определения проекционной характеристики $\mathbf{C}^{cor\,m_y}$ функции ${}_{cor}m_y^l(t)$ по заданной проекционной характеристике $\mathbf{C}^{\overline{m}_x}$ функции $\overline{m}_x^l(t)$. Для этого введем понятие усредненного матричного оператора стохастической системы, представляющего собой матрицу математического ожидания стохастического оператора $\mathbf{A}=\overline{\mathbf{A}}+\tilde{\mathbf{A}}$:

$$\mathbf{m}_{\mathrm{A}}=\mathsf{M}\left[\left(\overline{\mathbf{A}}+\tilde{\mathbf{A}}\right)\right]=\overline{\mathbf{A}}+\mathsf{M}\left[\tilde{\mathbf{A}}\right].$$

Тогда, предполагая обратимость матрицы $\mathbf{m}_{\mathrm{A}}$, можно записать следующее соотношение:

$$\mathbf{C}^{cor\,m_y}=\left(\mathbf{m}_{\mathrm{A}}\right)^{-1}\mathbf{C}^{\overline{m}_x},$$

которое, однако, является формальным в том смысле, что не позволяет решить сформулированную в таком виде обратную задачу на практике вследствие того, что оператор $\left(\mathbf{m}_{\mathrm{A}}\right)^{-1}$ фактически является дифференциальным оператором, соответствующим физически нереализуемой системе. Обойти данную проблему можно, обратившись к понятию реального дифференцирующего звена, используемому в подобных случаях в теории управления. Данное звено описывается дифференциальным уравнением $T_D x'+x=y'$, которому соответствует проекционная модель $\mathbf{C}^x=\left(T_D\cdot\mathbf{I}+\mathbf{P}\right)^{-1}\mathbf{C}^y$, где матрица $\left(T_D\cdot\mathbf{I}+\mathbf{P}\right)^{-1}$ представляет собой матричный оператор реального дифференцирующего звена (реальный оператор дифференцирования), в то время как просто матричный оператор дифференцирования определяется как $\mathbf{P}^{-1}$. Постоянная времени T_D выбирается достаточно малой, но такой, чтобы не нарушать условий физической реализуемости выходного сигнала дифференцирующего звена в контексте конкретной прикладной задачи.

Вычисляя матричные операторы $\overline{\mathbf{A}}$ и $\tilde{\mathbf{A}}$ по приведенным ранее формулам, в которых оператор интегрирования $\mathbf{P}$ заменен оператором $\mathbf{P}^*=T_D\cdot\mathbf{I}+\mathbf{P}$, можно вычислить оператор $\mathbf{m}_{\mathrm{A}}^*$, заменяющий оператор $\mathbf{m}_{\mathrm{A}}$ в вышеприведенном формальном соотношении и в конечном итоге вычислить искомое математическое ожидание скорректированного входного сигнала стохастической системы:

$${}_{cor}m_y^l(t)=\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\left(\mathbf{m}_{\mathrm{A}}^*\right)^{-1}\mathbf{C}^{\overline{m}_x}. \qquad (9)$$

Следующим этапом является определение корреляционной функции скорректированного входного сигнала, которую обозначим как ${}_{cor}R_{xx}^l(t_1,t_2)$. Заметим, что вследствие очевидной невозможности представить усредненную матрицу $\mathsf{M}\left[\left(\overline{\mathbf{A}}+\tilde{\mathbf{A}}\right)(\cdot)\left(\overline{\mathbf{A}}+\tilde{\mathbf{A}}\right)^{\mathrm{T}}\right]$ в (6) в виде произведения двух усредненных матриц $\mathsf{M}\left[\left(\overline{\mathbf{A}}+\tilde{\mathbf{A}}\right)\right](\cdot)\mathsf{M}\left[\left(\overline{\mathbf{A}}+\tilde{\mathbf{A}}\right)^{\mathrm{T}}\right]$ данная задача не может быть решена простым инвертированием прямой задачи, как это было сделано при определении ${}_{cor}m_y^l(t)$. Вместо этого можно обратиться к соотношению (8), из которого следует, что для компенсации его второго слагаемого $\tilde{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$ можно заменить первое слагаемое $\overline{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$ на функцию $\overline{R}_{\Delta}^l(t_1,t_2)=\overline{R}_{xx}^l(t_1,t_2)-\tilde{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$, которая представляет собой измененную корреляционную функцию выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы, устраняющую при определенных условиях влияние $\tilde{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$ на корреляционную функцию выходного сигнала стохастической системы $R_{xx}^l(t_1,t_2)$, то есть

$$R_{xx}^l(t_1,t_2)=\overline{R}_{\Delta}^l(t_1,t_2)+\tilde{R}_{xx}^l(t_1,t_2)\approx\overline{R}_{xx}^l(t_1,t_2), \qquad (10)$$

где скорректированную корреляционную функцию выхода эквивалентной детерминированной системы можно также определить как

$$\overline{R}_{\Delta}^l(t_1,t_2)=2\overline{R}_{xx}^l(t_1,t_2)-R_{xx}^l(t_1,t_2), \qquad (11)$$

то есть без необходимости отдельного вычисления $\tilde{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$. При этом как $R_{xx}^l(t_1,t_2)$ в (11), так и $\tilde{R}_{xx}^l(t_1,t_2)$ в (10) вычисляются при $m_y(t)={}_{cor}m_y^l(t)$, то есть предполагается, что компенсация по математическому ожиданию уже выполнена.

Естественно, что при вышеописанном подходе компенсация возможна, только если не нарушается условие положительной определенности функции $\overline{R}_{\Delta}^l(t_1,t_2)$. Иными словами, должен иметься достаточный «резерв по дисперсии» выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы $\overline{D}_x^l(t)=\overline{R}_{xx}^l(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}$.

Корреляционная функция скорректированного входного сигнала может быть найдена в результате решения следующей обратной задачи для эквивалентной детерминированной системы:

$$ {}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)=\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_1)\left(\overline{\mathbf{A}}^{*}\right)^{-1}\mathbf{C}^{R_\Delta}\left(\left(\overline{\mathbf{A}}^{*}\right)^{\mathrm{T}}\right)^{-1}\mathbf{\Phi}(t_2), \quad (12) $$

где $\mathbf{C}^{R_\Delta}=\int_0^{T}\int_0^{T}\overline{R}^{l}_{\Delta}(\tau_1,\tau_2)\mathbf{\Phi}(\tau_1)\mathbf{\Phi}^{T}(\tau_2)d\tau_1 d\tau_2$; $\mathbf{P}^{*}$ – матричный оператор, вычисляемый с использованием оператора интегрирования $\mathbf{P}^{*}$, как это делалось выше для матричного оператора $\mathbf{m}^{*}_{\mathrm{A}}$. При этом постоянная времени T_D также выбирается достаточно малой, но такой, чтобы не нарушалось условие положительной определенности найденной функции ${}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$.

Следует сделать одно замечание, касающееся приближенного равенства (10). Данное равенство в принципе не может быть точным, то есть полная компенсация по корреляционной функции не может быть достигнута таким способом, так как $R^{l}_{xx}(t_1,t_2)$ в соотношении (11) определяется для нескорректированной корреляционной функции входного сигнала $R_{yy}(t_1, t_2)$, в то время как $\tilde{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)$ в соотношении (10) определяется для скорректированной ${}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$. Однако на практике вклад корреляционной функции входного сигнала в корреляционную функцию выходного сигнала стохастической системы обычно значительно меньше, чем вклад, вносимый его ненулевым математическим ожиданием. Это объясняется тем, что система управления обычно отрабатывает пусть и зашумленный, но в среднем детерминированный полезный сигнал (математическое ожидание входного случайного процесса), и амплитуда изменения этого полезного сигнала часто существенно превышает амплитуду случайной аддитивной помехи.

Улучшить результат компенсации по корреляционной функции на основе соотношений (10), (11) можно, если использовать метод последовательных приближений в той или иной форме. Например, принимая нескорректированную корреляционную функцию $R_{yy}(t_1, t_2)$ за нулевое приближение, найти первое приближение ${}^{(1)}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$, обеспечивающее приближенное равенство (10). Далее, принимая ${}^{(1)}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$ за $R_{yy}(t_1, t_2)$ и повторяя алгоритм компенсации, найти второе приближение ${}^{(2)}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$ и т.д.

Найденные статистические характеристики скорректированного входного сигнала используются при формировании случайного процесса, представляющего данный сигнал в практических приложениях. Для этого могут быть применены различные известные методы, например в [7] описан метод формирования случайных процессов, включая нестационарные, основанный на каноническом разложении, в котором переход к системе некоррелированных случайных величин осуществляется с использованием алгоритма ортогонализации на основе разложения Холецкого.

Алгоритм компенсации

Данный алгоритм строится на основе вышеописанного принципа активной компенсации и включает выполнение следующих основных шагов:

1. Решается задача статистического анализа для модели эквивалентной детерминированной системы с использованием следующих соотношений:

$$ \overline{m}^{l}_{x}(t)=\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\overline{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{m_y}; $$

$$ \overline{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)=\mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_1)\overline{\mathbf{A}}\mathbf{C}^{R_{yy}}\overline{\mathbf{A}}^{\mathrm{T}}\mathbf{\Phi}(t_2). $$

2. Вычисляется математическое ожидание скорректированного входного сигнала ${}_{cor}m^{l}_{y}(t)$ для модели стохастической системы с использованием соотношения (9). При этом минимальное значение постоянной времени T_D выбирается из условия физической реализуемости скорректированного входного сигнала.

3. Вычисляется корреляционная функция выходного сигнала $R^{l}_{xx}(t_1,t_2)$ для модели стохастической системы с использованием соотношения (8), где составляющая $\tilde{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)$ вычисляется при $m_y(t)={}_{cor}m^{l}_{y}(t)$, то есть математическое ожидание входного сигнала полагается скорректированным, в то время как его корреляционная функция $R_{yy}(t_1, t_2)$ та же, что на шаге 1.

4. Вычисляется скорректированная корреляционная функция выхода эквивалентной детерминированной системы с помощью соотношения (11), записанного в форме

$$ \overline{R}^{l}_{\Delta}(t_1,t_2)=\overline{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)-\left(R^{l}_{xx}(t_1,t_2)-\overline{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)\right). $$

Как показывает практика, последнее соотношение целесообразно модифицировать следующим образом:

$$ \overline{R}^{l}_{\Delta}(t_1,t_2)=k_l\left(\overline{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)-k_d\left(R^{l}_{xx}(t_1,t_2)-\overline{R}^{l}_{xx}(t_1,t_2)\right)\right), \quad (13) $$

где коэффициенты $k_l \le 1$ и $k_d \le 1$ определяют соответственно уровень и глубину компенсации, позволяя достичь компромисса между стремлением, с одной стороны, минимизировать T_D для обеспечения максимально возможной точности решения обратной

задачи с одновременным соблюдением условия физической реализуемости скорректированного входного сигнала, а с другой – удовлетворить требованию положительной определенности функции ${}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$, вычисляемой на следующем шаге.

5. Вычисляется скорректированная корреляционная функция ${}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$ с использованием соотношения (12). При этом может потребоваться подбор соответствующих значений коэффициентов k_l, k_d в соотношении (13) и постоянной времени T_D, используемой при вычислении матрицы $\mathbf{A}^{*}$ в (12).

Для определения значений k_l, k_d, T_D при выполнении шагов 4 и 5 описанного алгоритма можно воспользоваться процедурой минимизации следующего функционала, определяющего меру близости проекционных характеристик корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы $\mathbf{C}^{R_{xx}}$ и эквивалентной детерминированной системы $\mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}}$:

$$J(k_l,k_d,T_D)=\left[\sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{l}\left[c^{\varepsilon}_{ij}(k_l,k_d,T_D)\right]^2\right]^{1/2},$$

где $c^{\varepsilon}_{ij}(k_l,k_d,T_D)$ – элементы матрицы $\mathbf{C}^{\varepsilon}(k_l,k_d,T_D)=\mathbf{C}^{R_{xx}}(k_l,k_d,T_D)-\mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}}$. Данный функционал минимизируется при вышеупомянутых ограничениях на значения k_l, k_d, T_D, гарантирующих возможность формирования скорректированного входного сигнала в виде случайного процесса с заданными статистическими характеристиками.

Для формирования скорректированного входного сигнала в виде случайного процесса с найденными характеристиками ${}_{cor}m^{l}_{y}(t)$ и ${}_{cor}R^{l}_{yy}(t_1,t_2)$ может быть использован упомянутый ранее метод на основе канонического разложения, описанный в [7].

Пример активной компенсации случайности параметров

В качестве примера рассмотрим решение задачи компенсации влияния случайности физических параметров электрогидравлического следящего привода (ЭГСП) виброиспытательного стенда на статистические характеристики воспроизводимого вибрационного воздействия, прикладываемого к испытываемому изделию. Проблема состоит в том, что из-за нестабильности параметров ЭГСП, обусловленной как внешними (температура окружающей среды), так и внутренними (содержание газовой фазы в рабочей жидкости) случайными факторами, имеет место искажение упомянутых статистических характеристик. Таким образом, ЭГСП следует рассматривать как стохастическую систему со всеми особенностями ее поведения. В частности, как следует из соотношений (5)–(8), корреляционная функция выходного сигнала стохастической системы определяется не только корреляционной функцией входного сигнала, как это имеет место для детерминированной системы, но и математическим ожиданием данного сигнала, что приводит к искажению этой корреляционной функции при воспроизведении случайного вибрационного воздействия с ненулевым математическим ожиданием. Это может привести к снижению качества вибрационных испытаний и получению неадекватных результатов в случаях, когда требуется обеспечить точное соответствие формируемых вибрационных воздействий некоторым реальным. Задача компенсации состоит в нахождении таких статистических характеристик сигнала, подаваемого на вход ЭГСП со случайными параметрами, которые обеспечивали бы статистические характеристики воспроизводимого вибрационного воздействия, максимально приближенные к статистическим характеристикам выходного сигнала ЭГСП с неслучайными параметрами. Данная задача решалась в рамках вычислительного эксперимента в среде системы MATLAB® (The MathWorks Inc.).

Рассматриваемый ЭГСП описывается моделью (1), где $n = 5$ и $m = 0$, построенной на основе типовой линеаризованной модели ЭГСП, представляющий собой редуцированный вариант модели, описанной в [2], или более подробно – в [6]. Начальные условия полагаются нулевыми, то есть компенсация будет выполняться для переходного режима работы ЭГСП. Случайный физический параметр – коэффициент вязкого трения на золотнике электрогидравлического усилителя, обозначаемый как $h_з$ и имеющий размерность $\left[\frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}\right]$. Данный параметр является гауссовой случайной величиной с математическим ожиданием $m_{h_з}=0{,}25$ и дисперсией $D_{h_з}=0{,}001$. При этом в уравнении (1) случайными будут коэффициенты a_1, a_2, a_3, a_4, математические ожидания и дисперсии которых определяются через заданные $m_{h_з}$ и $D_{h_з}$. В качестве ортогонального базиса $\mathbf{\Phi}(t)$ используется базис функций Уолша с $l=128$. В матричном ряду, аппроксимирующем стохастический оператор $\tilde{\mathbf{A}}$, удерживаются первые два члена ($k = 2$). Усреднение проекционной модели (5), (6) выполняется с учетом наличия жесткой статистической связи между случайными коэффициентами уравнения (1), обусловленной их общей зависимостью от $h_з$.

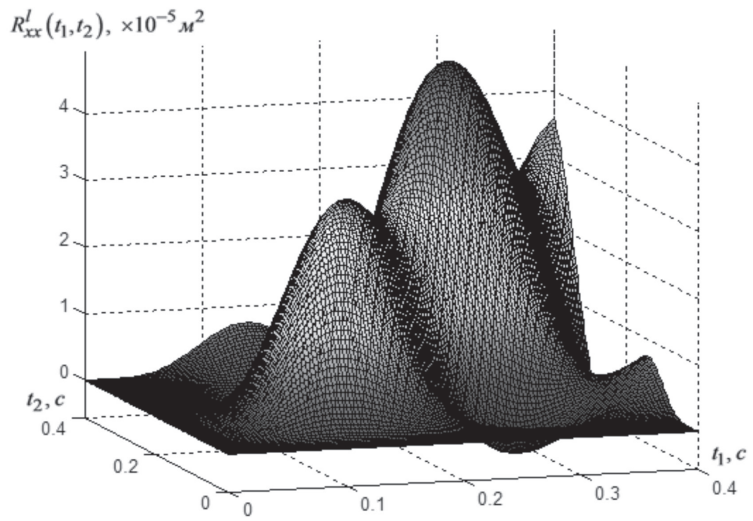


Рис. 1. Корреляционная функция выходного сигнала стохастической модели ЭГСП до компенсации случайности параметра $h_з$

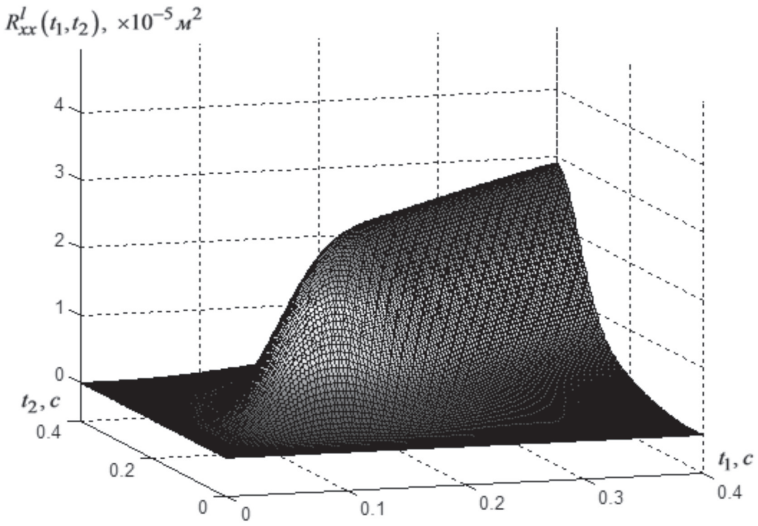


Рис. 2. Корреляционная функция выходного сигнала эквивалентной детерминированной модели ЭГСП

На задающий вход электронного усилителя сигнала ошибки (входной сигнал ЭГСП) поступает сигнал в виде случайного процесса с математическим ожиданием $m_y(t) = 0{,}01\sin 15{,}7t$ и корреляционной функцией $R_{yy}(t_1,t_2) = 6\cdot 10^{-7} e^{-20|t_1-t_2|}$. Корреляционная функция выходного сигнала $R^l_{xx}(t_1,t_2)$ представлена на рис. 1, где хорошо видны колебания дисперсии $D^l_x(t) = R^l_{xx}(t_1,t_2)\big|_{t_1=t_2=t}$ с двойной частотой изменения $m_y(t)$.

Корреляционная функция выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы $\overline{R}^l_{xx}(t_1,t_2)$, представленная на рис. 2, не имеет таких колебаний, и дисперсия данного сигнала, соответственно, изменяется по апериодическому закону, достигая некоторого установившегося значения.

В рассматриваемом примере наибольшее искажение, вызванное влиянием случайности параметров системы, наблюдается у корреляционной функции, в то время как искажение математического ожидания незначительно, поэтому его графики не приводятся, но тем не менее, согласно (5) и (7), это искажение всегда имеет место.

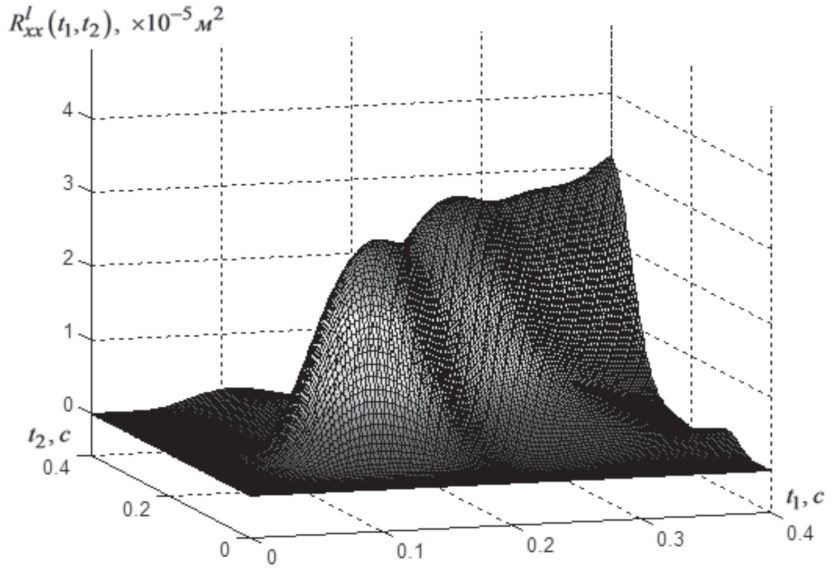


Рис. 3. Корреляционная функция выходного сигнала стохастической модели ЭГСП после компенсации случайности параметра $h_з$

Решая задачу активной компенсации случайности параметра $h_з$ в соответствии с описанным выше алгоритмом, на шаге 2, выбирая $T_D = 5 \cdot 10^{-4}$, находим математическое ожидание скорректированного входного сигнала ${}_{cor}m^l_y(t)$, которое используется на шаге 3 для вычисления $R^l_{xx}(t_1,t_2)$. График данной корреляционной функции мало отличается от представленного на рис. 1, поэтому здесь не приводится.

Выполняя шаги 4 и 5, находим ${}_{cor}R^l_{yy}(t_1,t_2)$. При этом выбираем $k_l = 0{,}8$, $k_d = 0{,}8$, $T_D = 7 \cdot 10^{-3}$. Результат компенсации представлен на рис. 3, где показана корреляционная функция выходного сигнала стохастической модели ЭГСП, вычисленная для скорректированного входного сигнала в виде случайного процесса с найденными характеристиками ${}_{cor}m^l_y(t)$ и ${}_{cor}R^l_{yy}(t_1,t_2)$.

За исключением небольших колебаний дисперсии $D^l_x(t)$, график рис. 3 близок к графику корреляционной функции выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы рис. 2, со значением дисперсии в установившемся режиме около $3 \cdot 10^{-5}$. Имеющиеся отличия объясняются принципиально приближенным характером равенства (10) и неточностью вычисления $R^l_{xx}(t_1,t_2)$ на шаге 3 из-за удержания ограниченного числа членов матричного ряда, аппроксимирующего стохастический оператор $\tilde{\mathbf{A}}$.

Заметим, что величина дисперсии случайного физического параметра $h_з$ принята несколько завышенной по сравнению с тем, что обычно имеет место на практике. Это сделано с целью более наглядной демонстрации эффективности предлагаемого метода активной компенсации, дающего удовлетворительный результат даже при столь значительном искажении корреляционной функции выходного сигнала, вызванном случайностью данного параметра.

Заключение

Использование усредненных проекционных моделей стохастических систем позволило предложить новый подход к активной компенсации случайности физических параметров систем управления, идея которого следует из операторной формы этих моделей.

Компенсация по математическому ожиданию достигается путем обращения усредненного стохастического матричного оператора (усредненной проекционной характеристики стохастической системы), вычисляемого с использованием матричного оператора реального дифференцирующего звена. Возможность такого обращения позволяет решить обратную задачу динамики в статистической постановке, благодаря чему удается найти такое математическое ожидание случайного процесса, поступающего на вход стохастической системы, которое обеспечивает требуемое математическое ожидание случайного процесса на ее выходе, компенсируя искажение данной

статистической характеристики, вызванное случайностью параметров системы.

Принцип компенсации по корреляционной функции основан на возможности представить корреляционную функцию случайного процесса на выходе стохастической системы как сумму двух составляющих – корреляционной функции на выходе эквивалентной детерминированной системы и составляющей, обусловленной влиянием случайности параметров системы. Выполняя обращение матричного оператора эквивалентной детерминированной системы, также вычисляемого с использованием матричного оператора реального дифференцирующего звена, можно при определенных условиях найти такую корреляционную функцию случайного процесса на входе стохастической системы, которая нивелирует вторую вышеупомянутую составляющую корреляционной функции ее выходного сигнала.

На примере активной компенсации влияния случайности физических параметров электрогидравлического следящего привода виброиспытательного стенда показано, что можно заметно улучшить точность воспроизведения статистических характеристик формируемого вибрационного воздействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 16-41-400701).

Список литературы

1. Адомиан Дж. Стохастические системы. – М.: Мир, 1987. – 376 с.

2. Аунг Чжо Со, Макаренков А.М., Широкова З.Г. Опыт идентификации случайных параметров модели электрогидравлического привода // Научное обозрение. – 2015. – № 2. – С. 61–68.

3. Лапин С.В., Егупов Н.Д. Теория матричных операторов и ее приложение к задачам автоматического управления. – М.: Изд–во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 496 с.

4. Макаренков А.М., Аунг Чжо Со Идентификация случайных параметров моделей систем автоматического управления // Научное обозрение. – 2015. – № 2. – С. 69–79.

5. Макаренков А.М., Тун Тун Чжо, Тин Эй Чжо. Формирование вибрационных воздействий с учетом фактора случайности параметров электрогидравлического привода испытательного стенда // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–2. – С. 276–280.

6. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. – М.: Машиностроение, 1977. – 424 с.

7. Пупков К.А., Егупов Н.Д., Макаренков А.М., Трофимов А.И. Теория и компьютерные методы исследования стохастических систем. – М.: Физматлит, 2003. – 400 с.

УДК 72.01

ТИПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Раевский А.А., Серебренникова Т.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет», Екатеринбург, e-mail: tanya_ra_87@mail.ru

Глобализация изменяет не только мировоззрение и восприятие картины мира, но и архитектурное пространство. Статья посвящена исследованию феномена взаимодействия информационного и архитектурного пространств, в качестве альтернативы устоявшимся принципам формообразования в архитектурном проектировании. В каждом городском сценарии современности выделяется доминирующая матрица информационных параметров, на основе которой формируется характерная типология из шести пространств: природно-экологическое пространство, пространство жизнедеятельности, социально-коммуникативное пространство, духовно-нравственное пространство, организационно-управленческое пространство, медийно-техногенное пространство. В качестве апробации исследования проведена «аналитическая» оценка городской среды с позиции типологической модели и представлены основные проблемы нарушения организации современного информационно-смыслового пространства. Баланс смыслового содержания архитектурно-информационного пространства выступает в качестве константы формирования городской среды. Применение типологического анализа при проектировании, поиск алгоритмов и возможных типологических комбинаций способствуют выстраиванию смысловых контекстов для пространств с учетом новых средовых параметров, формируя целостную сбалансированную архитектуру.

Ключевые слова: информационное пространство, архитектурное пространство, глобализация, информационный баланс, информационный слепок, типология пространства, восприятие действительности

TYPOLOGY OF INFORMATION SPACE IN THE CONTEXT OF A MODERN URBAN ENVIRONMENT

Raevskiy A.A., Serebrennikova T.A.

Ural State University of Architecture and Art, Ekaterinburg, e-mail: tanya_ra_87@mail.ru

Globalization not only changes attitudes and perceptions of the world picture, but also the architectural space. The article is devoted to the study of the phenomenon of interaction between information and architectural spaces, as an alternative to well-established and principles of form making in architectural design. The author enters a concept of information space as separate category in architecture, develops typological model of disclosure of space. In each of the urban scenarios of modern times stands the dominant information matrix of the parameters, based on which is formed a characteristic typology of six spaces: natural environmental space, space of life, socio-communicative space, moral space, administrative space, media-technological space. As approbation of a research by the author «analytical» assessment of the city scenario from the perspective of typological model and presented the «image» of the modern information and semantic space. The balance of the semantic content of architectural information space serves as a constant formation of the urban environment and the relevant urban scenarios. The use of the typological analysis of the design, search algorithms and possible typological combinations contribute to build a semantic context for spaces with the new environmental parameters, forming a complete balanced architecture.

Keywords: information space, architectural space, globalization, information balance, information mark, space typology, perception of reality

Действительность, сложившаяся в результате глобальных мировых процессов, приводит, с одной стороны, к расширению возможностей и установлению единой сетки правил, с другой – к уничтожению системы смысловых ориентиров и трансформации исторически сложившихся культурных кодов, разрушая уникальность городской среды. Современная городская среда, являясь поверхностным следствием наложения информационно-смысловых характеристик, насыщена новыми и периодически сменяющими друг друга средствами оценки, которые не имеют ничего общего с измерительными системами прошлого. Доктор архитектуры И.А. Добрицына напрямую проводит взаимосвязь архитектуры с идеологией глобальной экономики и государственной политики: «Архитектура, будучи объектом произвольного манипулирования, вынуждена говорить от имени нового, глобального класса» [2]. На сегодняшний день архитектура, как средство гармонизации – установления информационного баланса, эволюционирует в другой плоскости системы восприятия реальности и, полностью перекраивается под властью информационных потоков, смещая акценты. Следовательно, алгоритмы для проектирования заданы процессами информационного пространства – экологическими факторами, социальными и экономическими параметрами, коммуникационными взаимодействиями, ценностными характеристиками и т.д., что дает возможность выделить его как контекстуальный феномен в архитектуре. Данная тема особенно актуальна в период становления современного инструментария для проектирования.

Целью данного исследования является разработка типологии информационно-

го пространства в качестве универсального средства раскрытия и динамики пространства и определение наиболее характерных особенностей современной городской среды. Полученные результаты исследований позволяют использовать типологический анализ пространства как инструмент достижения пространственно-смыслового единства, выступающего в качестве ориентиров для восприятия человеком действительности.

XXI век – это эпоха наслоения пространства и информации, где информация и технологии становятся главным инструментом в творчестве архитектора. *Информационное пространство* определяется как единый механизм взаимодействия параметров контекста (отбор и передача информации), сформированный на основе многомерности пространства и отражающий в контексте культурологических процессов нелинейную и саморазвивающуюся картину мира. Цель создания архитектуры – это цель создания системы ориентиров в уплотняющемся информационном контексте, организующем городское пространство для человека.

Концепция типологии информационного пространства основана на утверждении, что каждая активная зона в среде и есть информационное поле (мировоззрение и ценности, деятельность, знания, опыт и способности, параметры контекста) и направлена на достижение единой цели – раскрытие и динамика пространства. Смысловое содержание информационного пространства представляет собой выбор опорных элементов информационного контекста, благодаря которым формируется существующая картина мира и проблемные зоны пространства. Целостность архитектуры выражается не только в совокупности и связности принципов и приемов архитектурно-творческого языка, но и в единстве информационной структуры. Следовательно, каждому типу пространства свойственны уникальные характеристики, сформированные на основе анализа, объединения и систематизации информационных параметров (рис. 1).

1. Природно-экологическое пространство (Т1) – пространство, которое отвечает за поддержание природно-экологического каркаса городской структуры и сохранение баланса между обществом и окружающей средой.

2. Пространство жизнедеятельности (Т2) направлено на организацию условий среды повседневной деятельности человека («бытового» пространства) и согласованного функционального диалога в архитектурно-градостроительных решениях, в рамках которых формируются как жизненно важные процессы, так и поведенческая модель ячейки общества (стереотипы поведения, привычек и вкусов).

3. Социально-коммуникативное пространство (Т3) формирует условия и границы для эффективного проявления социальных отношений и коммуникаций, способствуя усилению «живых» связей в обществе, обмену мнениями, знаниями, опытом, обсуждению новых идей и проектов.

4. Духовно-нравственное пространство (Т4) отвечает за сохранение образно-символических ориентиров, установление органического синтеза архитектурного прошлого и настоящего, поддержание духовного развития и воспитания личности (моральные и нравственные ценности, традиции и ориентиры), учитывая культурные, национальные, мировоззренческие и исторические особенности.

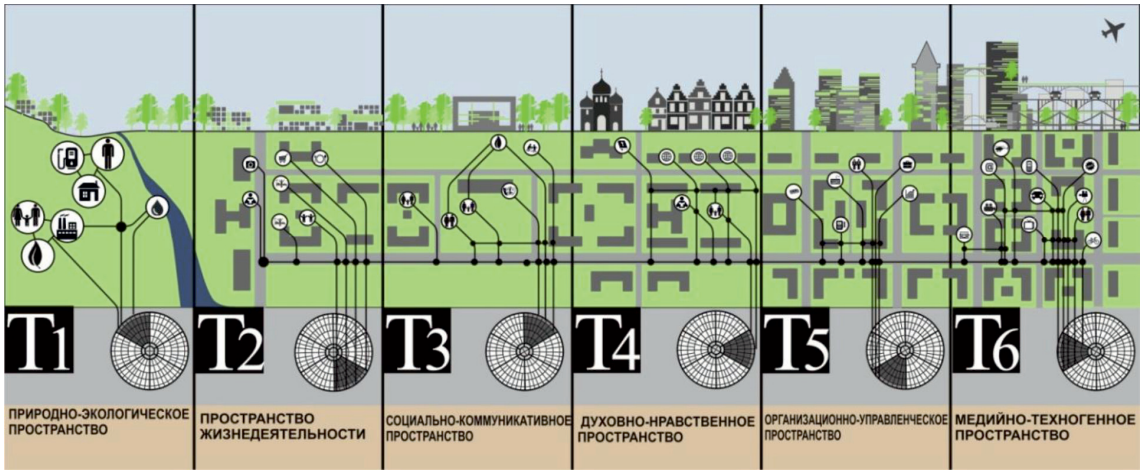


Рис. 1. Типологическая модель раскрытия пространства

5. Организационно-управленческое пространство (Т5) формирует границы в пределах которых происходит установление политических и экономических связей, взаимодействие элементов структуры с человеком и обществом, контроль в отношении функционального разделения.

6. Медийно-техногенное пространство (Т6) отвечает за организацию многоплановости и последовательности информационных потоков и техногенных процессов в среде, формируя устойчивые отношения между информацией, общественным сознанием, современными коммуникациями и мобильностью общества, учитывая социальную среду, исторические и культурные особенности городской структуры.

Последовательное раскрытие пространства свидетельствует об оптимальном состоянии развития типологической модели, где сохранен баланс информационно-смысловых контекстов. С конца XX века процессы, связанные с глобализацией, проникают во все активные сферы, дестабилизируя модель и разрушая единство. В результате уплотнения связей в информационном пространстве, происходит поэтапное наложение информационно-смысловых контекстов и нарушение системы отношений между типологическими характеристиками (между параметрами среды, знаками, людьми и картиной мира) (рис. 2). Аналогично, и в архитектурном пространстве происходит разрушение его восприятия в результате преобладания современной «массовой» бездуховной архитектуры, ограниченной сжатыми рамками процессов глобализации и сосредоточенной лишь на отражении конкретных аспектов.

Городское пространство, в прежних категориях, является самозначимым архитектурным фактором, благодаря которому осуществляется организация поведения людей, формирование мировоззрения, установление отношений со средой. Сегодня защитная оболочка пространства ломается, и все процессы, происходящие в реальном времени в результате глобализации, информатизации и технизации, проходят через него, образуя новые смысловые параметры. Синтез информационно-смысловых параметров уравнивает все пространственное разнообразие, уничтожая их самозначимость. Перекодировка границ приводит к замене существующих уникальных характеристик пространства и отсутствию новых. Соответственно, изменения в городской среде приводят к изменениям в поведении, ориентирах и ценностях человека.

В момент смешивания типологических характеристик происходит соответствующая подмена пространственно-смыслового контекста. Историческая городская среда развивается на своем уникальном языке, отражая диалог между связями знаков, символов и смыслов. В свою очередь, современное городское пространство имеет область других интерпретаций, порожденных системой новых отношений. Оно насыщено знаками и символами, которые не наделены смысловым значением и не соответствуют веками сложившемуся культурному языку. В исторической среде логичное чередование площадей и объемов, четкое и обоснованное взаимодействие массы и масштаба, уравновешенная пропорциональная организованность – подобный баланс несет смысловую нагрузку духовно-нравственного типа, формируя мировоззрение и адекватные ценности в обществе. Сегодня, в большинстве случаев, гармонизация пространства полностью нарушена – смысловые контексты современной среды не продолжают контексты исторической, разрушая информационный баланс, целостность архитектурного пространства и уникальность культурного кода. Современная архитектура, вплетенная в исторический контекст, визуально отражает хаос, нарушая единый образ градостроительной системы, панорамного силуэта и смыслового содержания. Восприятие исторического центра города постепенно деградируется, происходит наложение иной системы, иного культурного языка – целенаправленная смена ориентиров, ценностей и традиций. Таким образом, механизмы функционирования городского пространства постепенно пропадают.

Если рассматривать в процентном соотношении типологическое разделение пространства, можно сделать вывод, что над природно-экологическим, социально-коммуникативным и духовно-нравственным пространствами доминируют пространство жизнедеятельности и медийно-техногенное, формирующие смысловое содержание. В городах возникают здания, не имеющие ничего общего с интересами общества, превращаясь в коммерческую упаковку пространства (дегамунизация среды), где человеку необходимо приспосабливаться к архитектуре, а не наоборот. Таким образом, архитектура перестает играть основную роль в создании духовных идеалов и морально-нравственных ценностей. Идет процесс демифологизации и демистификации архитектуры как универсальной формы социокультурной коммуникации, позволяющей человеку приобщиться к ценностям культуры [7]. Так мы видим, как в угоду экономической рентабельности происходит подмена смысловых значений, ориентированная на управление обществом.

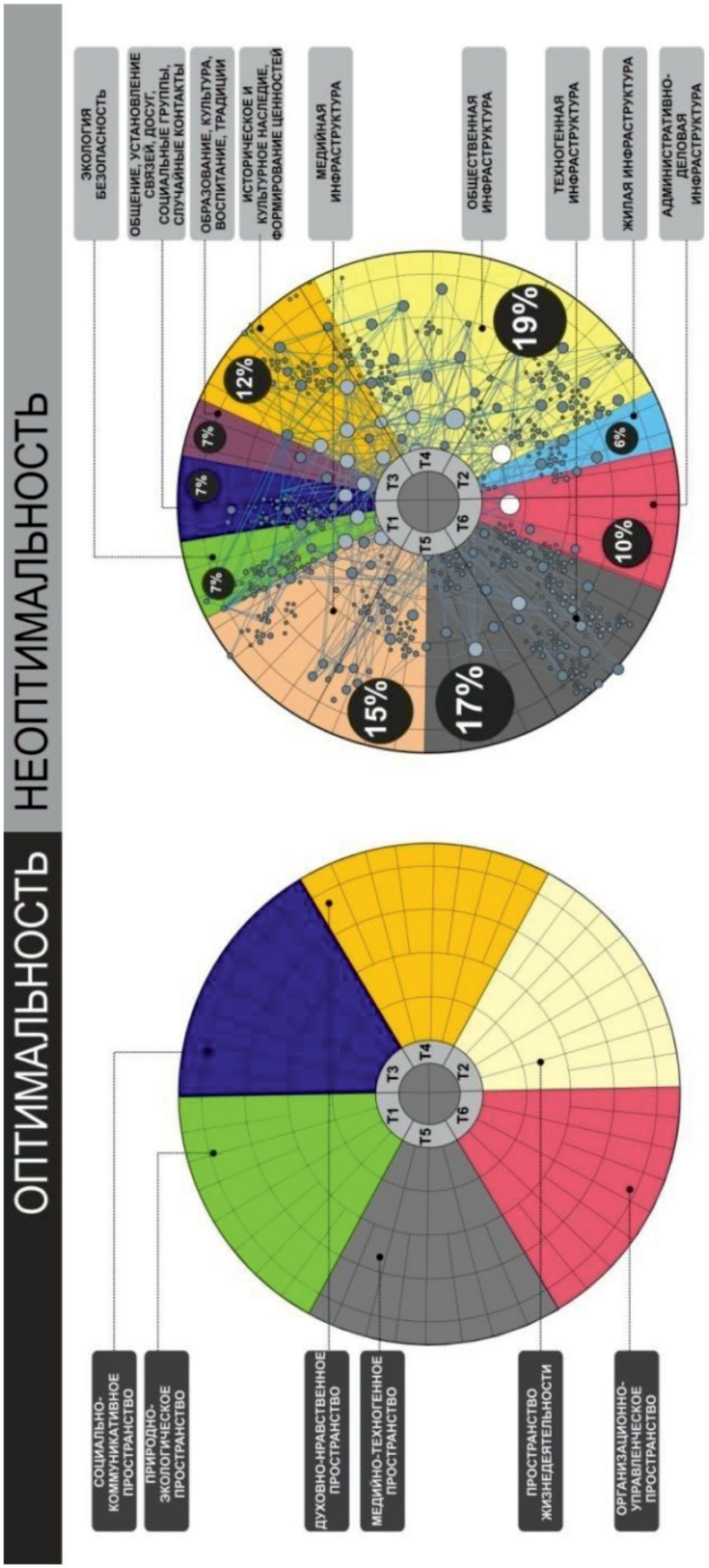


Рис. 2. Оптимальность/неоптимальность типологической модели раскрытия городского пространства

Стоит обратить внимание, что архитектурное пространство городской среды чаще всего формируется за счет пересечения в одной плоскости и хаотичного использования визуальных средств коммуникаций (текстовая информация, знаковые ориентиры, указатели движения, световая реклама, витрины, вывески, афиши и т.д.) и транспортной структуры (развязки, потоки машин, парковки, подъезды). Так нарушаются комфортные условия мест общего пользования, подчеркивается четкое социальное расслоение и игнорируется окружающая территория. При отсутствии комфорта социальная динамика проявляется на «табула раза», а пространство, как таковое, становится нейтральным, некомфортным и «пустым» с точки зрения смыслов и культурных ценностей [5]. Всякий код есть проявление определенной идеологии, органичной частью которой он является во времена ее становления и расцвета [8]. Наличие данного факта доказывает, что современная архитектура в качестве идеологии и основного двигателя, устанавливающего систему отношений, провозгласила рыночную экономику, технологии денег и коммерцию. Таким образом, медийно-техногенное пространство поглощает и наслаивается на все остальные типы, формируя из архитектурной среды платформу для техники и рекламы.

Одно смысловое содержание уничтожается полностью, другое заменяется противоположным, нарушая объемно-пространственные характеристики организации городской среды и формируя «неоптимальность» системы раскрытия и развития пространства. Опираясь на типологический анализ, можно предположить прогноз развития пространства в дальнейшем, где три пространства – природно-экологическое, духовно-нравственное и социально-коммуникативное, ориентированные в первую очередь на человеческий фактор, полностью исключены. В связи с целенаправленной нивелировкой исторических корней, утратой социальной памяти и внедрением безвкусицы человек теряет необходимое ему ощущение порядка и устойчивости среды. Происходит несоответствие не только в знаковом поле, но и в более глобальном информационно-культурном, порождая соответствующее поведение людей. В результате хаотичного восприятия сознание регистрирует поток образов, которые из-за потери смыслообразующих элементов невозможно соотнести с эпохой или стилем [4]. Современный человек постоянно находится в поиске нового самоопределения, новых путей жизнедеятельности, вынужден находить новые образы и смыслы существования, приобретать новые типы идентичности [6]. Захламление пространств – это не только один из признаков падения культуры, но и, парадоксальным образом, символ бедности [1].

Характерной чертой архитектурно-информационного пространства является его способность быть актуальным в меняющихся условиях, сохраняя свою самостоятельность и самозначимость. Организованную городскую среду, таким образом, можно рассматривать как уникальную систему, способствующую коммуникации и формирующую восприятие человеком действительности. Отсюда возникает важный ракурс понимания алгоритмов формирования современного пространства, основанных на принципах комбинирования типологических характеристик, где каждая информация несет свою особую нагрузку. Архитектура может обнаружить искомую систему отношений только там, где она сама приведена к форме (системы социальных связей, визуально-эмоциональных восприятий и т.д.) [8]. Символически осмысленная архитектура не только отражает действительность, но и интерпретирует ее, создавая характерные условия, в которых живет человек.

Типологический анализ городской среды демонстрирует все насущные проблемы архитектурной реальности, формирующиеся по мере поступления информации. Можно утверждать, что синтез информационного и архитектурного пространств, который выражается в основных принципах комбинирования типов пространств действительно работает, развивая или, противоположно, разрушая пространство.

С помощью инструментария и методологий, свойственных предыдущим эпохам, архитектор оставлял уникальный «информационный слепок», т.е. фиксацию информационного баланса – слияние сознания человека (актуальной картины мира) и типов мышления, слияние образа среды и архитектуры. В современную эпоху «информационный слепок» формируется за счет кристаллизации процессов информационного пространства и дальнейшей конвертизации в архитектурную среду в качестве формообразующих границ. Присущее современному информационному пространству многоступенчатое многообразие проявлений, его способность выполнять различные функции, а также его взаимодействие с компонентами среды и общества порождают необходимость в систематизации, заложенной в основу типологии.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Современная архитектура представляет собой не просто создание границ в про-

странстве, а создание границ в информационном пространстве. Оценка городского пространства по типологическим признакам показывает, что современная архитектура, как средство установления информационного баланса, полностью перекраивается под властью поступающей информации (социологические и экономические показатели, экологические и климатические характеристики, средовые параметры и др.), смещая акценты, и порождая новые. Информационное пространство в данном случае является основным инструментом в творчестве архитектора в условиях уплотняющейся информационной среды.

Современному обществу необходима целостная архитектура, выступающая в роли механизма установления гармонизации и сохранения информационного баланса. Многомерность информационных процессов приводит архитектора к формированию алгоритмов, где он работает с пространством, учитывая динамику информационных параметров. Речь идет как о целенаправленном создании содержания интеллектуальной среды для человека, так и о его собственном развитии как существа биологического, социального и духовного. Поэтому в программу организации городской целостной среды необходимо включать типологические комбинации информационного и архитектурного пространств, которые помогают выстраивать смысловые контексты с учетом новых информационно-средовых параметров. Чтобы адекватно воспринимать пространственные ценности, человек должен «понимать» язык пространства, раскрывающий отнюдь не только его геометрическую структуру [3].

Список литературы

1. Гликин А.А. Архитектура Петербурга в XXI веке (анализ ситуации и предложения к исправлению) / А.А. Гликин // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2007. – № 4. – С. 317–331.

2. Добрицына И.А. Амбициозная профессия / И.А. Добрицына // Архитектура и социальный мир. – М.: Прогресс-Традиция, 2012. – С. 41–46.

3. Коновалова Т.А. Архитектура в языковой картине мира / Т.А. Коновалова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2011. – № 4. – С. 40–45.

4. Павлова Н.В. Отрицательные социальные коммуникации / Н.В. Павлова // Известия Саратовского университета. – 2013. – № 2. – С. 51–55.

5. Пучков М.В. Интерфейсная модель архитектуры / М.В. Пучков // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2011. – № 2. – С. 70–73.

6. Серебренникова Т.А., Раевский А.А. Системные алгоритмы: эволюционный феномен информационного пространстве в архитектуре [Электронный ресурс] / Т.А. Серебренникова, А.А. Раевский // Сетевой научно-теоретический журнал «Архитектон: известия вузов»: сайт. – 2015. – № 52.; URL: http://archvuz.ru/2015_4/5.

7. Фалеев А.Н., Шиповская Л.П. Современный мир: проблемы человека и архитектура / А.Н. Фалеев, Л.П. Шиловская // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. – 2010. – № 10. – С. 30–36.

8. Эко У. Отсутствующая структура. Введение в семиологию. / У. Эко. – Санкт-Петербург: ТОО ТК «Петрополис», 1998. – 432 с.

УДК 681.5.015.23: 681.515.8:62-523.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тин Эй Чжо, Макаренков А.М., Тун Тун Чжо, Широкова З.Г.

Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Калуга, e-mail: amm2005@rambler.ru

Настоящая статья посвящена проблеме повышения точности систем управления за счет компенсации нежелательного влияния случайности их физических параметров. Компенсация достигается путем дополнительной оптимизации параметров регуляторов. Предлагаемый алгоритм включает два этапа оптимизации. На первом этапе определяются значения параметров регулятора, обеспечивающие наилучшее приближение выходного сигнала к эталонному переходному процессу при условии, что случайность параметров системы отсутствует. Поиск параметров регулятора на данном этапе осуществляется путем минимизации квадратичного функционала, построенного с использованием проекционной модели эквивалентной детерминированной системы. На втором этапе выполняется повторная оптимизация параметров регулятора путем минимизации другого функционала, выражающего меру отличия математического ожидания и корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы от тех же статистических характеристик выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы. Данный функционал построен с использованием усредненной проекционной модели стохастической системы. Приводится численный пример, демонстрирующий эффективность предлагаемого подхода для компенсации влияния случайности одного из физических параметров электрогидравлического следящего привода с ПИД-регулятором на статистические характеристики его выходного сигнала.

Ключевые слова: система управления, случайные параметры, стохастическая система, матричный оператор, усредненная проекционная модель, ПИД-регулятор, электрогидравлический следящий привод

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF CONTROLLERS FOR STOCHASTIC SYSTEMS

Tin Aye Kyaw, Makarenkov A.M., Tun Tun Kyaw, Shirokova Z.G.

Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, e-mail: amm2005@rambler.ru

This article is devoted to the problem of improving the accuracy of control systems by compensating for undesirable effects of randomness in their physical parameters. Compensation is achieved by additional optimization of the parameters of the controllers. The proposed algorithm includes two stages of optimization. The first step is to define such values of the controller parameters that provide the best approximation of the output signal to the reference transition in the assumption that the system parameters are not random. Search of controller parameters is done at this stage by minimizing a quadratic functional constructed using an orthogonal-projection model of the equivalent deterministic system. The second stage is the re-optimization of the controller parameters by minimizing a different functional, which is constructed using the averaged orthogonal-projection model of a stochastic system. This functional expresses the difference of the mathematical expectation and correlation function of the output signal of stochastic system from the same statistical characteristics of the output signal of deterministic system. A numerical example is given to demonstrate the effectiveness of the proposed approach to compensate for the randomness of physical parameters of an electro-hydraulic servo actuator by optimizing the parameters of PID controller.

Keywords: control system, random parameters, stochastic system, operational matrix, averaged orthogonal-projection model, PID controller, electro-hydraulic servo actuator

Одним из резервов повышения точности систем автоматического управления является компенсация случайности их физических параметров, причиной которой является воздействие ряда случайных факторов, имеющих место в реальных условиях эксплуатации. Задача компенсации влияния случайности параметров системы на точность и качество ее работы может рассматриваться в двух аспектах. Если речь идет о пассивной компенсации, то данная задача понимается в смысле определения оптимальных значений контролируемых параметров системы управления, например параметров регулятора, обеспечивающих минимизацию влияния случайности других параметров, например параметров объекта управления, которые часто являются неконтролируемыми и изменяющимися под действием разного рода внешних и внутренних случайных факторов. Активная компенсация, с одним из подходов к которой можно познакомиться в статье [5], понимается в смысле формирования такого входного сигнала, который минимизирует влияние случайности параметров системы управления на ее выходной сигнал.

Известно, что случайность параметров системы может оказывать существенное влияние на качество управления в статистическом смысле, например приводить к незапланированному изменению среднего значения выходного сигнала и увеличению его дисперсии, что в конечном итоге ухуд-

шает точность работы системы. Указанные эффекты в целом характерны для стохастических систем, к которым может быть отнесено большинство реальных технических систем. Таким образом, вне зависимости от формулировки, решение задачи компенсации случайности параметров позволяет повысить точность работы системы управления и в этом контексте представляется актуальной проблемой.

Целью настоящей работы является развитие идеи пассивной компенсации в приложении к задаче оптимизации параметров регулятора в контуре управления объектом со случайными параметрами. Как и в работе [5], используется усредненная проекционная модель стохастической системы, построенная с применением методов теории матричных операторов [3]. Пример использования усредненной проекционной модели при решении задачи параметрической идентификации стохастических систем можно найти в статьях [1, 2, 4], а также при решении задачи активной компенсации в вышеупомянутой статье [5]. Данную модель отличает возможность построения эффективных вычислительных алгоритмов. Методы и алгоритмы, построенные на основе проекционной аппроксимации исходной непрерывной математической модели, представленной в виде системы дифференциальных уравнений, принято называть проекционными или спектральными [10]. В последние годы проекционные методы были успешно применены к широкому классу систем, включая стохастические [6, 7, 9], и настоящая статья также может рассматриваться как развитие приложений проекционных методов к задачам теории управления.

Постановка задачи оптимизации параметров регуляторов

Систему с регулятором в контуре управления будем описывать обобщенной математической моделью «вход-выход» в виде линейного дифференциального уравнения

$$\sum_{i=0}^{n} a_i \frac{d^i}{dt^i} x(t) = \sum_{j=0}^{m} b_j \frac{d^j}{dt^j} y(t),\ a_n \equiv 1, \quad (1)$$

где все или некоторые коэффициенты a_i, b_j являются случайными величинами, определяемыми как

$$a_i = m_{a_i} + \tilde{a}_i,\ i = \overline{0, n-1};$$

$$b_j = m_{b_j} + \tilde{b}_j,\ j = \overline{0, m}, \quad (2)$$

где m_{a_i}, m_{b_j} – математические ожидания, $\tilde{a}_i$, $\tilde{b}_j$ – центрированные случайные величины. Начальные условия полагаются нулевыми. Условие физической реализуемости системы (1) формулируется как $n \geq m$.

В общем случае полагаем, что входной сигнал $y(t)$ – гауссов случайный процесс, для которого задано математическое ожидание $m_y(t)$ и корреляционная функция $R_{yy}(t_1, t_2)$. В распространенном на практике частном случае входной сигнал $y(t)$ является детерминированным, но выходной сигнал $x(t)$ при этом все равно будет случайным. Определяя статистические характеристики сигнала $x(t)$, условимся оставаться в рамках корреляционной теории, то есть полагать, что он, как и процесс $y(t)$, полностью определяется математическим ожиданием $m_x(t)$ и корреляционной функцией $R_{xx}(t_1, t_2)$. Такую оговорку следует сделать по той причине, что стохастическая система в силу своей природы, искажает нормальный закон распределения случайного процесса $y(t)$. Однако степень этого искажения на практике может быть признана незначительной в силу известного эффекта нормализации случайного процесса инерционной динамической системой. Еще одна причина учитывать только первые два стохастических момента процесса $x(t)$ состоит в том, что в практике инженерных расчетов обычно ограничиваются средним значением и дисперсией, либо среднеквадратическим отклонением.

Математическая модель (1) может быть получена из передаточной функции, которая является конечным результатом стандартных структурных преобразований (сворачивания) структурной схемы системы управления, построенной на основе системы дифференциальных уравнений ее исходной модели. Поскольку ставится задача компенсации случайности физических параметров некоторой реальной системы управления, следует учитывать возможную статистическую связь между коэффициентами уравнения (1), обусловленную тем, что от одного физического случайного параметра (коэффициента одного из уравнений исходной модели) может зависеть более одного коэффициента обобщенной модели (1).

Присутствие регулятора выражается в том, что все или некоторые коэффициенты a_i, b_j в (1) зависят не только от случайных физических параметров элементов системы управления, но от параметров регулятора, которые будем полагать детерминированными. С целью упрощения мы не показываем явно эту зависимость в модели (1), подразумевая при этом, что указанные коэффициенты зависят от вектора параметров регулятора $\mathbf{p} = (p_1, p_2, \ldots)$, то есть в действительности определяются как $a_i(\mathbf{p})$, $b_j(\mathbf{p})$. При этом, например, для ПИД-регулятора

вектор **p** будет состоять из трех элементов: $p_1 = k_П$, $p_2 = k_И$, $p_3 = k_Д$.

Требуется найти такие значения параметров регулятора (элементов вектора **p**), которые обеспечивают минимум отличий статистических характеристик сигнала $x(t)$ от статистических характеристик выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы $\bar{x}(t)$, также описываемой уравнением (1), где все случайные коэффициенты заменены своими математическими ожиданиями. Следует отметить, что имеется в виду тот относительный минимум отличий, который в принципе может быть достигнут оптимизацией параметров конкретного типа регулятора.

Алгоритм оптимизации параметров регуляторов

Оптимальные значения параметров регуляторов предлагается искать в два этапа. На первом этапе решается задача определения значений параметров регулятора для эквивалентной детерминированной системы. Данная задача может решаться любым из известных методов параметрического синтеза регуляторов детерминированных систем. Например, известен проекционный метод синтеза регуляторов, основанный на минимизации функционала, построенного с использованием проекционной модели системы. Данный функционал имеет следующий вид:

$$J_1(\mathbf{p}) = \left[\mathbf{C}^{x_э} - \mathbf{C}^{x_p}(\mathbf{p})\right]^{\mathrm{T}} \left[\mathbf{C}^{x_э} - \mathbf{C}^{x_p}(\mathbf{p})\right], \quad (3)$$

где $\mathbf{C}^{x_э}$ – проекционная характеристика эталонного переходного процесса $x_э(t)$; $\mathbf{C}^{x_p}(\mathbf{p})$ – расчетная проекционная характеристика переходного процесса $x_p(t, \mathbf{p}) = \bar{x}(t)$, вычисленная по проекционной модели эквивалентной детерминированной системы для некоторых значений параметров регулятора (элементов вектора **p**); T – знак транспонирования.

Проекционные характеристики функций $x_э(t)$ и $x_p(t, \mathbf{p})$ представляют собой вектор-столбцы коэффициентов разложения данных функций по некоторому ортогональному базису $\mathbf{\Phi}(t) = \left[\phi_1(t), \ldots, \phi_l(t)\right]^{\mathrm{T}}$. Связь между приближенными представлениями указанных функций и их проекционными характеристиками для базиса размерности l определяется как

$$x_э(t) \approx x_э^l(t) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\mathbf{C}^{x_э},$$

$$x_p(t, \mathbf{p}) \approx x_p^l(t, \mathbf{p}) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\mathbf{C}^{x_p}(\mathbf{p}).$$

Проекционная модель системы с регулятором, используемая при вычислении $\mathbf{C}^{x_p}(\mathbf{p})$, является результатом проекционной аппроксимации модели эквивалентной детерминированной системы, выполняемой с применением техники матричных операторов [3]. Данная проекционная модель имеет следующий вид:

$$\mathbf{C}^{x_p}(\mathbf{p}) = \bar{\mathbf{A}}(\mathbf{p})\mathbf{C}^{y}, \quad (4)$$

где $\bar{\mathbf{A}}(\mathbf{p})$ – матричный оператор эквивалентной детерминированной системы, вычисляемый с использованием матричного оператора интегрирования и, если коэффициенты уравнения (1) зависят не только от параметров **p**, но от времени, матричного оператора умножения, построенных для базиса $\mathbf{\Phi}(t)$ [3].

Значения параметров регулятора определяются в результате минимизации функционала (3), то есть вектор параметров регулятора эквивалентной детерминированной системы определяется как

$$\bar{\mathbf{p}} = arg \min_{\mathbf{p} \in \mathbb{R}} J_1(\mathbf{p}).$$

Минимизация функционала $J_1(\mathbf{p})$ может быть выполнена одним из известных методов прямого поиска экстремума с проверкой на каждой итерации устойчивости системы и соответствия качества ее переходного процесса некоторым выбранным критериям. Эти условия имеют вид ограничений, определяющих допустимые значения параметров регулятора. При этом может потребоваться введение дополнительных ограничений, связанных с конструктивными особенностями конкретного типа регулятора. Выбор вектора начальных значений параметров регулятора $\mathbf{p}_0$ зависит от типа регулятора. Например, для ПИД-регулятора в качестве начальных значений целесообразно выбрать $k_П = 1$, $k_И = 0$, $k_Д = 0$, что фактически соответствует отсутствию регулятора.

На втором этапе выполняется повторная оптимизация параметров регулятора с учетом влияния случайности параметров системы путем минимизации функционала, выражающего меру отличия проекционных характеристик математического ожидания и корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы $x(t)$ от тех же проекционных характеристик выходного сигнала $\bar{x}(t)$ эквивалентной детерминированной системы с параметрами регулятора $\bar{\mathbf{p}}$, найденными на первом этапе. Данный функционал имеет следующий вид:

$$J_2(\mathbf{p}) = \left[\sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{l}\left[c_{ij}^{\varepsilon_{m_x}}(\mathbf{p})\right]^2\right]^{1/2} + \left[\sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{l}\left[c_{ij}^{\varepsilon_{R_{xx}}}(\mathbf{p})\right]^2\right]^{1/2}, \quad (5)$$

где $c_{ij}^{\varepsilon_{m_x}}(\mathbf{p})$ и $c_{ij}^{\varepsilon_{R_{xx}}}(\mathbf{p})$ – элементы квадратных матриц $\mathbf{C}^{\varepsilon_{m_x}}(\mathbf{p})$ и $\mathbf{C}^{\varepsilon_{R_{xx}}}(\mathbf{p})$, определяемых соответственно как

$$\mathbf{C}^{\varepsilon_{m_x}}(\mathbf{p}) = \mathbf{C}^{m_x}(\mathbf{p})\left[\mathbf{C}^{m_x}(\mathbf{p})\right]^{\mathrm{T}} - \mathbf{C}^{m_{\bar{x}}}\left(\mathbf{C}^{m_{\bar{x}}}\right)^{\mathrm{T}},$$

$$\mathbf{C}^{\varepsilon_{R_{xx}}}(\mathbf{p}) = \mathbf{C}^{R_{xx}}(\mathbf{p}) - \mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}},$$

где $\mathbf{C}^{m_x}(\mathbf{p})$ – проекционная характеристика математического ожидания выходного сигнала стохастической системы; $\mathbf{C}^{m_{\bar{x}}}$ – проекционная характеристика математического ожидания выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы с параметрами регулятора $\bar{\mathbf{p}}$; $\mathbf{C}^{R_{xx}}(\mathbf{p})$ – проекционная характеристика корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы; $\mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}}$ – проекционная характеристика корреляционной функции выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы с параметрами регулятора $\bar{\mathbf{p}}$.

Связь между приближенными представлениями математических ожиданий и корреляционных функций выходного сигнала и их проекционными характеристиками для базиса размерности l определяется как

$$m_x(t,\mathbf{p}) \approx m_x^l(t,\mathbf{p}) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\mathbf{C}^{m_x}(\mathbf{p}),$$

$$m_{\bar{x}}(t) \approx m_{\bar{x}}^l(t) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t)\mathbf{C}^{m_{\bar{x}}},$$

$$R_{xx}(t_1,t_2,\mathbf{p}) \approx R_{xx}^l(t_1,t_2,\mathbf{p}) =$$

$$= \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_1)\mathbf{C}^{R_{xx}}(\mathbf{p})\mathbf{\Phi}(t_2),$$

$$\bar{R}_{xx}(t_1,t_2) \approx \bar{R}_{xx}^l(t_1,t_2) = \mathbf{\Phi}^{\mathrm{T}}(t_1)\mathbf{C}^{\bar{R}_{xx}}\mathbf{\Phi}(t_2).$$

При вычислении $\mathbf{C}^{m_x}(\mathbf{p})$ и $\mathbf{C}^{R_{xx}}(\mathbf{p})$ используется усредненная проекционная модель [4]. Данная модель определяет явную аналитическую зависимость проекционных характеристик математического ожидания и корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы от тех же характеристик ее входного сигнала, а также от математических ожиданий и дисперсий, либо корреляционных функций ее случайных параметров, если они являются случайными процессами. В последнем случае случайные коэффициенты модели (1) также будут случайными процессами. Чтобы привести такую модель к виду, подобному (1), то есть к модели с коэффициентами в виде случайных величин, можно представить эти случайные процессы в виде линейной комбинации независимых случайных величин $\tilde{a}_{is}$, $\tilde{b}_{js}$, являющихся коэффициентами канонического разложения соответствующих случайных процессов по системам неслучайных координатных функций $\Psi_{is}^{\tilde{a}}(t)$, $\Psi_{js}^{\tilde{b}}(t)$:

$$a_i(t) = m_{a_i}(t) + \sum_{s=1}^{r} \tilde{a}_{is}\Psi_{is}^{\tilde{a}}(t),\ i = \overline{0, n-1};$$

$$b_j(t) = m_{b_j}(t) + \sum_{s=1}^{r} \tilde{b}_{js}\Psi_{js}^{\tilde{b}}(t),\ j = \overline{0, m}.$$

Случайные величины $\tilde{a}_{is}$, $\tilde{b}_{js}$ имеют нулевые математические ожидания и дисперсии, равные единице. В [9] описан алгоритм вычисления координатных функций, основанный на проекционной аппроксимации корреляционной функции случайного процесса и алгоритме ортогонализации на основе разложения Холецкого. При проекционной аппроксимации такой модели потребуется ранее упомянутый матричный оператор умножения, необходимый для проекционной аппроксимации координатных функций $\Psi_{is}^{\tilde{a}}(t)$, $\Psi_{js}^{\tilde{b}}(t)$.

Значения параметров регулятора $\tilde{\mathbf{p}}$, учитывающие фактор случайности параметров системы, определяются в результате минимизации функционала (5), то есть

$$\tilde{\mathbf{p}} = arg\min_{\mathbf{p}\in\mathbb{R}} J_2(\mathbf{p}).$$

Минимизация функционала $J_2(\mathbf{p})$ также выполняется методом прямого поиска при тех же ограничениях, что были оговорены для функционала $J_1(\mathbf{p})$, но в качестве вектора начальных значений параметров регулятора (начальной точки поиска) используется вектор $\bar{\mathbf{p}}$, найденный на первом этапе оптимизации, то есть $\mathbf{p}_0 = \bar{\mathbf{p}}$.

Таким образом, второй этап оптимизации параметров регулятора позволяет минимизировать отклонение поведения системы в статистическом смысле от поведения ее детерминированного эквивалента путем соответствующей коррекции значений параметров регулятора, определенных на первом этапе.

Пример оптимизации параметров ПИД-регулятора

Рассмотрим электрогидравлический следящий привод (ЭГСП) с ПИД-регулятором. На вход ПИД-регулятора поступает сигнал ошибки, формируемый блоком сравнения входного сигнала ЭГСП (сигнал $y(t)$ – электрическое напряжение) с сигналом обратной связи. Сигнал с выхода регулятора поступает на вход электромеханического преобразователя первого каскада усиления на основе гидроусилителя типа сопло-заслонка. Второй каскад образован золотниковым гидрораспределителем, управляемым перепадом давления на торцах золотника, который осуществляет переключение потока жидкости между полостями гидроцилиндра. Выходным сигналом ЭГСП является перемещение штока гидроцилиндра (сигнал $x(t)$), которое измеряется датчиком линейного перемещения, формирующим сигнал обратной связи. Сервопривод такого типа является достаточно типичным, и подробное описание его математической модели можно найти, например, в [8].

Он обладает высокой удельной мощностью и быстродействием, но при этом чувствителен к свойствам рабочей жидкости, температуре окружающей среды и другим факторам, носящим в основном случайный характер.

Рассмотренный выше алгоритм позволяет минимизировать влияние указанных факторов за счет дополнительной оптимизации параметров ПИД-регулятора с учетом возможной случайности некоторых физических параметров ЭГСП. В качестве случайного физического параметра, сильно влияющего на характеристики ЭГСП, будем рассматривать коэффициент сжатия рабочей жидкости $k_{сж}(t)$, который зависит от процента содержания растворенного газа или его пузырьков и может быстро изменяться на интервале исследования, поэтому должен рассматриваться как случайный процесс.

Линеаризованную модель ЭГСП с ПИД-регулятором можно представить в виде следующего дифференциального уравнения:

$$a_6(t)x^{(6)}(t)+a_5(t)x^{(5)}(t)+a_4(t)x^{(4)}(t)+$$
$$+a_3(t)x'''(t)+a_2(t)x''(t)+a_1x'(t)+$$
$$+a_0x(t)=b_2y''(t)+b_1y'(t)+b_0y(t),$$

где коэффициенты $a_2(t)\ldots a_6(t)$ зависят от указанного случайного параметра, а значит, также являются случайными процессами и, как было отмечено выше, могут быть представлены в виде канонических разложений. Статистические характеристики этих процессов (математические ожидания и корреляционные функции) определяются через те же характеристики физического случайного параметра, которые считаются известными. Иначе они могут быть определены с помощью алгоритма идентификации [1, 2, 4], который также основан на использовании усредненных проекционных моделей стохастических систем.

Чтобы продемонстрировать возможности двухэтапного алгоритма оптимизации параметров регуляторов на самом общем примере, предположим, что входной сигнал ЭГСП также является гауссовым случайным процессом с заданными статистическими характеристиками. На практике такая ситуация имеет место, например, при использовании ЭГСП в качестве силового привода виброиспытательного стенда. При этом требуется воспроизвести случайный испытательный сигнал с минимальными искажениями его статистических характеристик.

Задача оптимизации параметров регулятора формулируется следующим образом. Требуется найти оптимальные параметры ПИД-регулятора $k_П$, $k_И$, $k_Д$, обеспечивающие желаемые динамические характеристики ЭГСП с учетом случайности коэффициента сжатия рабочей жидкости $k_{сж}(t)$. Желаемые динамические характеристики задаются функцией эталонного переходного процесса $x_э(t)=0{,}1\left(1-e^{-20t}\right),[м]$, который должен иметь место при подаче на вход ЭГСП ступенчатого сигнала $y(t)=0{,}01\cdot H(t),[B]$. Так как входной сигнал в рассматриваемом примере принят случайным, то $x_э(t)=m_{x_э}(t)$ и $y(t)=m_y(t)$. Корреляционная функция входного сигнала $R_{yy}(t_1,t_2)=4{,}5\cdot10^{-5}e^{-10|t_1-t_2|},\left[B^2\right]$, и он полагается гауссовым процессом. Случайный параметр $k_{сж}(t)$ также полагается гауссовым процессом с постоянным математическим ожиданием $m_{k_{сж}}=6{,}3350\cdot10^{-10}(t),\left[\frac{м^5}{Н}\right]$ и корреляционной функцией

$$R_{k_{сж}k_{сж}}(t_1,t_2)=2{,}0116\cdot10^{-23}\cdot e^{-|t_1-t_2|},\left[\frac{м^{10}}{Н^2}\right].$$

Стационарность вышеупомянутых случайных процессов в принципе не является обязательным условием, но принята здесь для упрощения интерпретации результатов. В качестве ортогонального базиса $\mathbf{\Phi}(t)$ используется базис функций Уолша с $l = 64$.

На первом этапе искались значения $k_П$, $k_И$, $k_Д$ без учета случайности физического параметра ЭГСП ($k_{сж}=m_{k_{сж}}$) путем минимизации функционала (3) методом Нелдера – Мида при начальных значениях $k_П = 1$, $k_И = 0$, $k_Д = 0$. В результате были найдены следующие значения: $k_П = 69{,}5929$, $k_И = 4{,}8419$, $k_Д = 1{,}8544$.

На втором этапе искались значения $k_П$, $k_И$, $k_Д$ с учетом случайности физического параметра $k_{сж}(t)$ путем минимизации функционала (5) тем же методом при начальных значениях $k_П = 69{,}5929$, $k_И = 4{,}8419$, $k_Д = 1{,}8544$, найденных на первом этапе. В результате были найдены следующие значения: $k_П = 40{,}4284$, $k_И = 0{,}0042$, $k_Д = 4{,}1849$.

Результаты оптимизации параметров ПИД-регулятора представлены на рис. 1 и рис. 2.

Из графика рис. 1 видно, что на втором этапе оптимизации удалось значительно улучшить качество переходного процесса по математическому ожиданию (кривая 3 по сравнению с кривой 2), приблизив его к переходному процессу эквивалентной детерминированной системы (кривая 1). Кроме того, график рис. 2 демонстрирует эффект существенного уменьшения дисперсии переходного процесса в установившемся режиме (кривая 3 по сравнению с кривой 2). Видно, что дисперсия выходного сигнала приближается к дисперсии выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы (кривая 1).

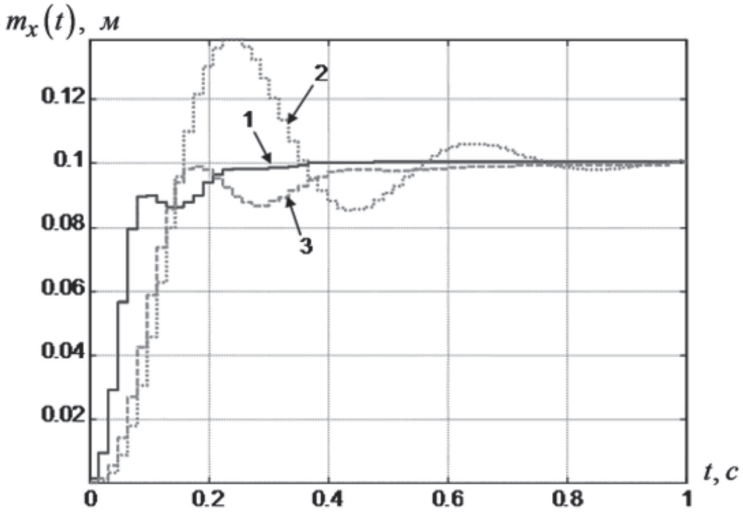


Рис. 1. Математическое ожидание выходного сигнала ЭГСП: 1 – для детерминированной модели после первого этапа оптимизации; 2 – для стохастической модели после первого этапа оптимизации; 3 – для стохастической модели после второго этапа оптимизации

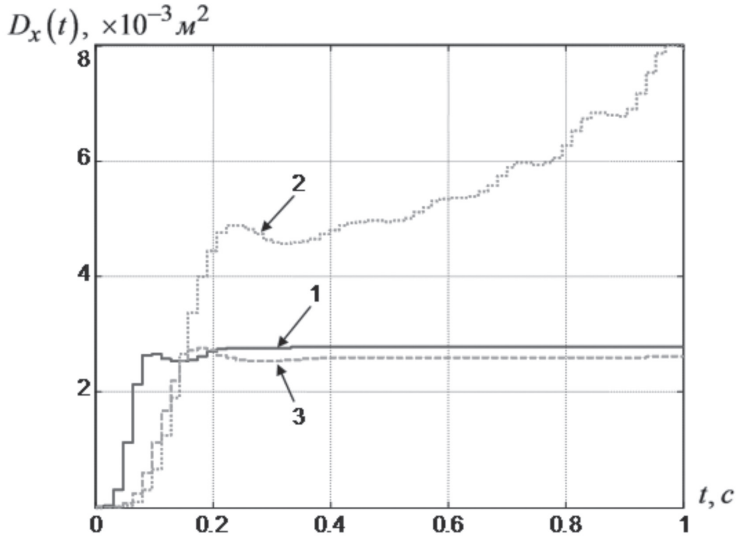


Рис. 2. Дисперсия выходного сигнала ЭГСП: 1 – для детерминированной модели после первого этапа оптимизации; 2 – для стохастической модели после первого этапа оптимизации; 3 – для стохастической модели после второго этапа оптимизации

Вычисления выполнялись на персональном компьютере со следующими техническими характеристиками: CPU Intel Core 2 6600 @ 2.40GHz, RAM 3.0 GB. Программа оптимизации выполнялась в системе MATLAB® (The MathWorks Inc.) версии 7.5.0.342 (R2007b). Для минимизации функционалов (3) и (5) использовалась стандартная функция *fmiinsearch* с параметрами оптимизации, заданными по умолчанию. Время вычислений для первого этапа алгоритма оптимизации составило примерно 10 с, для второго – около 20 с.

Заключение

Использование усредненных проекционных моделей стохастических систем позволило предложить эффективный алгоритм оптимизации параметров регуляторов систем управления, обеспечивающий минимизацию влияния случайности физических параметров системы на статистиче-

ские характеристики ее выходного сигнала. Оптимальные значения параметров регулятора определяются путем минимизации функционала, выражающего меру отличия проекционных характеристик математического ожидания и корреляционной функции выходного сигнала стохастической системы от тех же проекционных характеристик выходного сигнала эквивалентной детерминированной системы. Усредненная проекционная модель обеспечивает быстрое вычисление данного функционала при использовании методов прямого поиска минимума, требующих его повторного вычисления на множестве шагов. Дополнительным преимуществом данной модели является отсутствие искусственных ограничений на степень вариации и закон распределения случайных параметров, что позволяет включить в рассмотрение стохастические системы с негауссовыми случайными параметрами, а также высокий потенциал распараллеливания операций.

На примере оптимизации параметров ПИД-регулятора электрогидравлического следящего привода показано, что можно заметно улучшить точность воспроизведения случайного входного сигнала, скомпенсировав влияние случайности одного из физических параметров привода на статистические характеристики его выходного сигнала.

Предлагаемый подход к пассивной компенсации нежелательного влияния случайности физических параметров систем управления на точность и качество их работы представляется простым и экономичным, так как не требует добавления в систему новых элементов, позволяя тем самым избежать усложнения и, соответственно, удорожания технического решения данной проблемы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 16-41-400701).

Список литературы

1. Аунг Чжо Со, Макаренков А.М., Широкова З.Г. Опыт идентификации случайных параметров модели электрогидравлического привода // Научное обозрение. – 2015. – № 2. – С. 61–68.

2. Аунг Чжо Со, Макаренков А.М., Мьо Паинг Сат Идентификация случайных параметров математической модели электрогидравлического следящего привода // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–2. – С. 231–235.

3. Лапин С.В., Егупов Н.Д. Теория матричных операторов и ее приложение к задачам автоматического управления. – М.: Изд–во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 496 с.

4. Макаренков А.М., Аунг Чжо Со. Идентификация случайных параметров моделей систем автоматического управления // Научное обозрение. – 2015. – № 2. – С. 69–79.

5. Макаренков А.М., Тун Тун Чжо, Тин Эй Чжо Формирование вибрационных воздействий с учетом фактора случайности параметров электрогидравлического привода испытательного стенда // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–2. – С. 276–280.

6. 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.

7. Нестационарные системы автоматического управления: анализ, синтез и оптимизация / под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 632 с.

8. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. – М.: Машиностроение, 1977. – 424 с.

9. Пупков К.А., Егупов Н.Д., Макаренков А.М., Трофимов А.И. Теория и компьютерные методы исследования стохастических систем. – М.: Физматлит, 2003. – 400 с.

10. Солодовников В.В., Дмитриев А.Н., Егупов Н.Д. Спектральные методы расчета и проектирования систем управления. – М.: Машиностроение, 1986. – 440 с.

УДК 691.421

ДЕКОРАТИВНЫЙ КИРПИЧ НА ОСНОВЕ НИЗКОСОРТНОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

[1]Трошкин А.В., [1]Батурин А.Г., [1]Налетов Н.В., [1]Никифорова Э.М., [1]Еромасов Р.Г., [2]Гриценко Д.А.

[1]ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: kmp198@inbox.ru;
[2]ООО «Сибирский элемент», Красноярск, e-mail: gdagda@mail.ru

Апробированы способы получения лицевых керамических изделий с применением как объемных, так и поверхностных способов формирования лицевой поверхности с разнообразной цветовой палитрой. Для получения лицевого кирпича с применением объемного способа формирования лицевой поверхности темно-красных и бордовых тонов исследованы отходы обогащения железных руд Абаканского месторождения после их двухстадийной сухой магнитной сепарации. Введение в керамическую шихту 20–30 мас.% «хвостов» обогащения железной руды позволяет расширить цветовую гамму керамического кирпича от интенсивно-красных до бордово-черных тонов. Достигнуто повышение прочности обожженных образцов на 60–80% по сравнению с показателями заводских шихт. В качестве торкрет-масс выбраны составы, содержащие бой стекол различной цветовой гаммы при возможном сочетании стеклобоя с огнеупорной и керамзитовой крошкой. В качестве ангобных лицевых масс выбраны составы, содержащие бой стекла, огнеупорную беложгущуюся глину, кварцевый песок и оксиды Cr, Ti, Mn.

Ключевые слова: цветовая гамма, ангоб, торкрет, лицевой кирпич, водопоглощение, усадка, предел прочности при сжатии, спекание, оксид железа, объемное окрашивание

DECORATIVE BRICK BASED LOW-GRADE RAW CLAY

[1]Troshkin A.V., [1]Baturin A.G., [1]Naletov N.V., [1]Nikiforova E.M., [1]Eromasov R.G., [2]Gritsenko D.A.

[1]Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: kmp198@inbox.ru;
[2]OOO «Siberian element», Krasnoyarsk, e-mail: gdagda@mail.ru

Tested methods of preparation facial ceramic products using both bulk and surface methods of forming the front surface with a diverse color palette. For facing bricks using volumetric method for forming the face of the dark red and burgundy tones investigated waste iron ore beneficiation Abakan field after a two-stage dry magnetic separation. Introduction to the ceramic batch of 20–30 wt.% «Tails» of iron ore beneficiation allows to expand the color range of ceramic bricks from intense red to burgundy-black tones. Achieved fired samples increase in strength by 60–80% as compared to plant batches. As a mass shotcrete selected formulations containing bout glass of various colors, combined with a possible broken glass and refractory claydite crumbs. As angobnyh facial mass selected compositions containing glass battle refractory clay, quartz sand and oxides of Cr, Ti, Mn.

Keywords: colors, engobed, shotcrete, face brick, water absorption, shrinkage, compressive strength, sintering, iron oxide, staining volume

В настоящее время архитекторы и дизайнеры охотно используют керамику в оформлении фасадов зданий в органичном сочетании с живой природой. Современная керамическая отрасль решает вопросы по организации выпуска лицевых керамических строительных изделий архитектурно-отделочного назначения, выполняющих одновременно конструктивные и декоративные функции.

Керамические изделия могут быть получены с применением как объемных, так и поверхностных способов формирования лицевой поверхности с разнообразной цветовой палитрой. Применение поверхностных приемов формирования декоративного покрытия торкретированием минеральной крошкой, ангобированием, двухслойным формованием, глазурованием требует использования вспомогательного оборудования, но при этом очевидны преимущества, связанные с существенной экономией материалов для формирования лицевого слоя. Получение лицевого кирпича методом объемного окрашивания достаточно легко вписывается в процессы действующих предприятий с незначительной их перестройкой, связанной с подготовкой дополнительных сырьевых компонентов, в том числе и промышленных отходов, и подачей в основную технологическую линию.

Материалы и методы исследования

Элементный состав исходных сырьевых материалов и отходов промышленности определяли рентгеноспектральным анализом на спектрометре Lab Center XRF-1800 Shimadzu (Japan). Фазовый состав материалов и спеченных масс определяли рентгенофазовым анализом на дифрактометре фирмы Shimadzu XRD-6000. Измельчение исходных сырьевых материалов осуществили на щековой дробилке ЩД–6. Фракционирование материалов проведено на ситовом анализаторе ВПТ-220. Для изготовления

лицевого кирпича выбраны и исследованы легкоплавкий красножгущийся суглинок Кубековского месторождения и тугоплавкая светложгущаяся глина Кантатского месторождения. Химический состав исходных сырьевых материалов представлен в табл. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Для получения лицевого кирпича с применением объемного способа формирования лицевой поверхности темно-красных и бордовых тонов исследованы отходы обогащения железных руд Абаканского месторождения после их двухстадийной сухой магнитной сепарации. Минералогический состав отходов представлен магнетитовыми, гематито-магнетитовыми, хлорито-магнетитовыми, кварц-карбонатомагнетитовыми ассоциациями.

Анализ химического состава отходов свидетельствует о значительном содержании в них оксидов железа, что и определяет целесообразность их использования при получении керамических стеновых материалов насыщенных бордовых темных тонов. Как следует из табл. 1, соединения железа в «хвостах» обогащения железных руд находятся как в закисной (FeO), так и в оксидной форме (Fe_2O_3). Известно, что оксиды железа являются одними из наиболее эффективных минерализующих добавок на стадии спекания керамики [1–2]. Их роль сводится, помимо образования железистых расплавов, к интенсификации процесса растворения кварца, росту кристаллов первичного муллита и, следовательно, формированию более совершенной структуры керамики с высокими эксплуатационными свойствами [1, 7–8].

С учетом известного факта, что соединения железа в оксидной форме в меньшей степени способствуют активизации процессов спекания керамических материалов [4–6], разработаны составы масс на основе комплексной добавки в виде «хвостов» железной руды и шлама газоочистки алюминиевого производства, содержащего углерод до 50–60%. Углеродистая составляющая шлама способствует переходу оксида железа в закисную форму, реагирующую с аморфным кремнеземом с образованием железистых стекол, способствующих интенсивной цементации системы. Наличие в отходах низковязких минерализаторов определяет их значительное влияние на процессы образования железистых расплавов, а также формирования оптимальных кристаллизационных структур керамических масс при термической обработке. Многотоннажные отходы алюминиевого производства – шламы газоочистки представлены тонкодисперсным материалом черного цвета с размером частиц от 0,071 до 1,0 мм и состоят из метаморфизованных угольных частиц графита, криолита, хиолита, корунда, флюорита, нефелина, диаспора и др.

Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов, мас.%

Наименование отхода	Содержание оксидов, мас.%									
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	TiO_2	K_2O	Na_2O	прочее
Глина Кантатского месторождения	61,79	23,20	0,34	–	0,27	0,15	–	1,43	1,24	11,58
Суглинок Кубековского месторождения	56,40	13,80	5,78	–	7,18	2,30	–	1,90	1,25	12,39
«Хвосты» обогащения железных руд Абаканского месторождения	44,00	13,02	5,81	9,70	7,09	6,14	3,28	–	0,16	10,55

Таблица 2

Составы масс, цвет спеченного черепка и физико-механические свойства обожженных образцов на основе кубековского суглинка

Цвет черепка	Количество и вид отходов, мас.%	Прочность при сжатии, МПа при температурах обжига, °С			
		900	950	1000	1050
Темно-бордовый	«хвосты» железных руд 30	12,8	14,9	21,3	22,4
Бордово-черный	«хвосты» железных руд 25, шлам 5	19,4	26,8	42,3	53,4
Бордовый	«хвосты» железных руд 25, уголь 5	17,5	22,0	37,0	44,5

В табл. 2 приведены составы масс с отходами промышленности и механические свойства обожженных образцов.

В качестве основы для получения лицевых изделий поверхностным способом торкретирования лицевой поверхности выбран состав заводской шихты предприятия «Сибирский элемент» г. Красноярска (мас. %): суглинок кубековский-80, глина кантатская-20. Без декорирования поверхность обожженного керамического кирпича характеризуется невыразительным, зачастую пятнистым видом. Спеченная структура основы для торкретирования представлена на рис. 2 (а) и характеризуется значительной открытой пористостью, что делает перспективным выбранное направление по нанесению защитного декоративного слоя на ложковую и тычковую поверхности с целью снижения на них открытой пористости.

В качестве торкрет-масс выбраны составы, содержащие бой стекол различной цветовой гаммы при возможном сочетании стеклобоя с огнеупорной и керамзитовой крошкой [2, 3].

Отдельные составы экспериментальных торкрет-масс приведены в табл. 3. В состав массы для торкретирования вводили крошку с зернами фр. –5 + 2 мм и получали крупнозернистую грубошероховатую фактуру, при зернах фр. –2 + 1 мм – среднезернистую шероховатость, а при зернах фр. –1 + 0,5 мм – сравнительно гладкую поверхность со сплошным покрытием.

Экспериментальная фактурная поверхность отдельных торкретированных образцов после обжига приведена на рис. 1.

Таблица 3

Составы фактурного слоя

Компоненты	Количество, мас. %
Огнеупорная крошка Бой легкоплавкого стекла молочного цвета	80 20
Огнеупорная крошка Бой легкоплавкого темно-зеленого стекла	50 50
Керамзитовая крошка Бой легкоплавкого стекла молочного цвета	50 50
Керамзитовая крошка Бой легкоплавкого темно-зеленого стекла	80 20

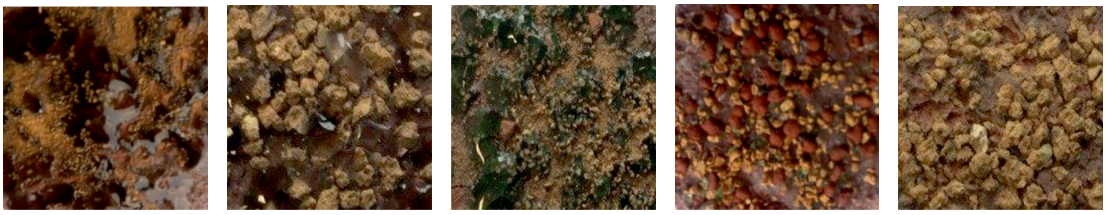
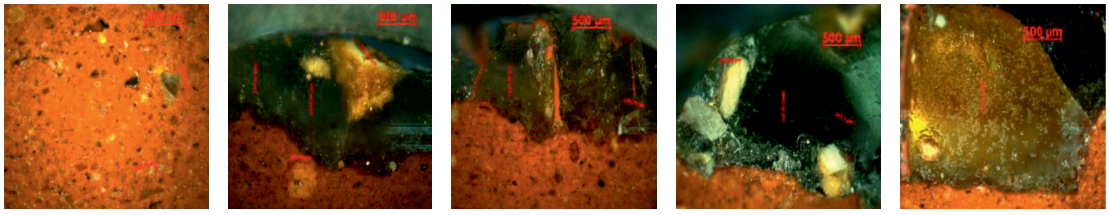
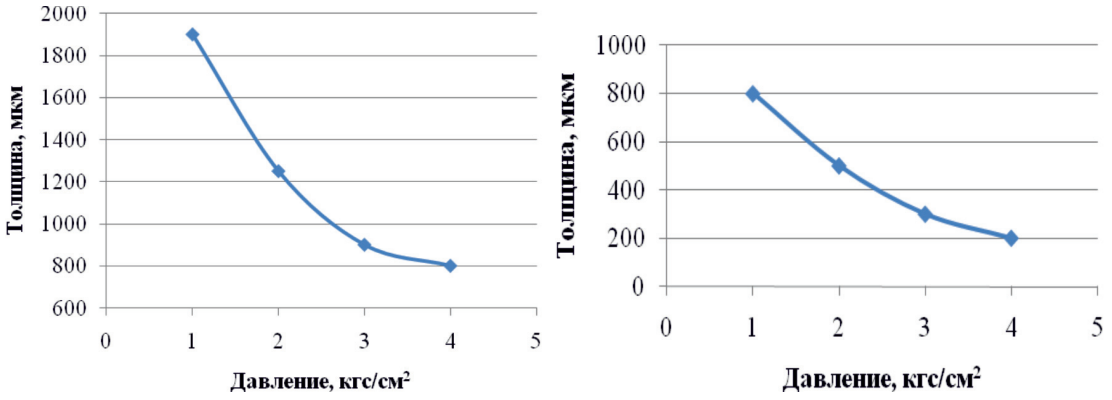


Рис. 1. Фактурные поверхности торкрет-масс



а *б* *в* *г* *д*

Рис. 2. Структура спеченной основы заводской массы ООО «Сибирский элемент» (а), декоративного слоя торкрет-массы фракции –1,0 + 0,5 мм (б), фракции –5,0 + 2,0 мм (в, д), фракции –5,0 + 0,5 мм (г)



а *б*

Рис. 3. Зависимость толщины покрытия от усилия вдавливания и размера фракции торкрет-порошка: а – фр. –5,0 + 2,0 мм, б – фр. –2,0 + 1,0 мм

Таблица 4

Водопоглощение и усадка в зависимости от концентрации стеклобоя

№ п/п	Содержание стеклобоя, %	Водопоглощение W, %	Усадка L, %		
			Воздушная	Огневая	Общая
1	0	3,7	11,3	4,44	15,34
2	5	1,9	10,9	4,9	16,2
3	10	1,4	10,7	5,1	16,1
4	15	0,7	10,7	5,3	15,8
5	20	0,5	9,9	5,4	15,8
6	25	0,4	9,7	5,9	15

Установлена экспериментальная зависимость толщины декоративного торкретированного слоя в зависимости от размера фракций торкрет-массы и удельного усилия вдавливания торкрет-порошка (рис. 2, б–д; рис. 3, а–б).

В качестве ангобных лицевых масс выбраны составы, содержащие бой стекла, огнеупорную беложгущуюся глину Кантатского месторождения, кварцевый песок и оксиды Cr, Ti, Mn [3].

Исследованы процессы спекания ангобных масс с использованием различного содержания стеклообразующего компонента. Показатели водопоглощения и усадки в зависимости от концентрации стеклобоя приведены в табл. 4 и на рис. 4 (а–в). Содержание песка в составах ангобных масс поддерживалось на фиксированном уровне и составляло 10 масс. %.

Выявлена закономерность снижения водопоглощения с увеличением концентрации стеклобоя в керамической массе, что свидетельствует о реализации в них жидкофазного механизма спекания, сопровождающегося образованием расплава при достаточно низких температурах. Данная закономерность подтверждается увеличением огневой усадки с вводом стеклобоя. Признано целесообразным введение в ангобные массы 10 мас. % стеклобоя, обеспечивающих образование жидкой фазы при низких температурах и достаточных объемах. Выявлена возможность регулирования цветовой гаммы ангобного покрытия, изготовленного из низкосортного глинистого сырья с целью улучшения декоративных свойств керамического кирпича за счет ввода отдельных оксидных компонентов.

Экспериментальная фактурная поверхность отдельных ангобированных образцов после обжига приведена на рис. 5.

Использование разнообразных красящих оксидов в составе ангобного покрытия позволяет регулировать цветовую гамму лицевого слоя керамического изделия.

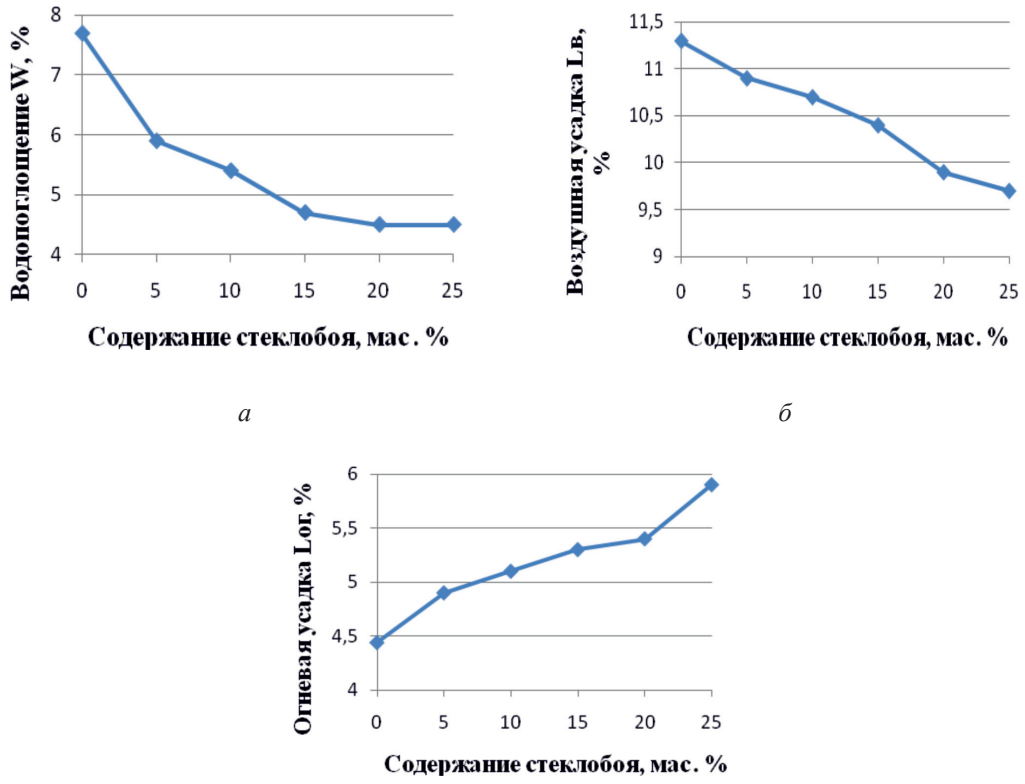


Рис. 4. Зависимость водопоглощения (а), воздушной усадки (б), огневой усадки (в) от концентрации стеклобоя

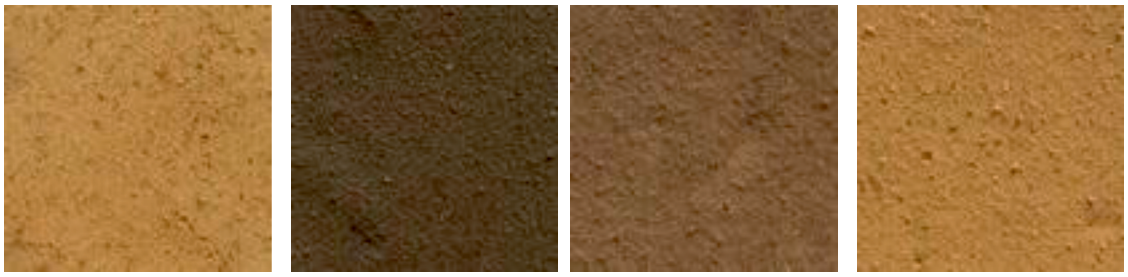


Рис. 5. Основа ангоба (а) и фактурные поверхности ангобированных образцов с добавлением оксида Cr (б), оксида Mn (в), оксида Ti (г)

Заключение

Керамические изделия с разнообразной цветовой палитрой фактурного слоя получены с применением как объемных, так и поверхностных способов формирования лицевой поверхности. Введение в керамическую шихту 20–30 мас. % «хвостов» обогащения железной руды позволяет расширить цветовую гамму керамического кирпича от интенсивно-красных до бордово-черных тонов, при этом достигнуто повышение прочности обожженных образцов на 60–80 % по сравнению с показателями заводских шихт. Перспективно нанесение ангоба и торкрета на свеже-

сформованные изделия с целью получения на стадии обжига декоративных покрытий широкой цветовой гаммы и фактурной поверхности.

Список литературы

1. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Роль оксида железа в формировании фазового состава при обжиге плиток для полов на основе отходов топливно-энергетической промышленности // Материаловедение. – 2014. – № 7. – С. 42–46.

2. Добрынина Г.Г. Художественная керамика, Учебно-практическое пособие. – М.: Изд-во ВГУЭС, 2013. – 80 с.

3. Белявский В.В. Ангоб. Флюсный ангоб: учебное пособие / В.В. Белявский. – Витебск: Академия, 2007. – 65 с.

4. Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Формирование ячеистозаполненной структуры керамических композиционных материалов (на примере железорудных отходов) // Вестник Тувинского государственного университета. Сер ия: Технические и физико-математические науки. – 2013. – № 3. – С. 47–58.

5. Пат. 2500647 Российской федерации, МПК С 04 В 33/132 Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики и способ ее получения / Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И., Иванов А.И., Бердов Г.И.. Столбоушкина О.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет». – № 2012116133/03; заявл. 20.04.2012; опубл. 10.12.2013. Бюл. № 34.

6. Фомина О.А., Столбоушкин А.Ю. Формирование рациональной поровой структуры стеновой керамики из шламистых железорудных отходов // Строительные материалы. – 2015. – № 12. – С. 1–5.

7. Monteiro S., Vieira C. On the production of fired clay bricks from waste materials: A critical updateReview Article // Construction and Building Materials. – 2014. – Vol. 68. – P. 599–610.

8. Silva F.L., Araújo F.G.S., Teixeira M.P., Gomes R.C., Krüger F.L. Study of the recovery and recycling of tailings from the concentration of iron ore for the production of ceramic Review Article // Ceramics International. – 2014. – Vol. 40, Iss. 10, Part B. – P. 16085–16089.

УДК 004.932.2

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНОГО ОПРОСА

Уланов Е.А., Никитин О.Р., Архипов Е.А.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых» (ВлГУ), Владимир, e-mail: evgeniyulnv@rambler.ru

Рассмотрен новый метод оценки качества медицинских изображений на основе обработки результатов экспертного опроса с помощью теории нечетких множеств. Метод позволяет давать комплексную субъективную оценку качества по ряду показателей с учетом компетентности членов экспертной группы и приоритета показателей. Вместе с этим рассмотрены особенности проведения процедуры экспертного опроса, определения меры компетентности экспертов и оценки согласованности их мнений. По рассмотренному алгоритму произведен расчет показателя качества типичного медицинского изображения (рентгенограмма легких человека). Промежуточные результаты расчетов для наглядности представлены в табличном виде. Предложены направления, в которых может успешно применяться данная методика.

Ключевые слова: качество изображения, экспертное оценивание, экспертный опрос, теория нечетких множеств, медицинское изображение

EVALUATION OF MEDICAL IMAGES USING A COMPLEX TECHNIQUE OF SUBJECTIVE ASSESSMENT OF QUALITY

Ulanov E.A., Nikitin O.R., Arkhipov E.A.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education Vladimir State University named after the Stoletovs (VlSU), Vladimir, e-mail: evgeniyulnv@rambler.ru

The article discusses the need of procedure to assess the quality of medical images and existing methodologies relating to this procedure. A new method for assessing the quality of medical images based on the processing results of the expert survey with the help of fuzzy set theory. The method allows providing a comprehensive subjective assessment of the quality with a number of indicators, taking into account the competence of the members of the expert group and priority indicators. Along the way, the peculiarities of the expert survey procedures, determining the measure of the competence of experts and evaluation of the consistency of their opinions. According to the algorithm calculated the Quality Score of typical medical images (X-ray of human lungs). The intermediate results of the calculations are presented for illustrative purposes in tabular form. The directions in which this technique can be successfully applied were suggested.

Keywords: image quality, expert evaluation, expert survey, the theory of fuzzy sets, the medical image

При кодировании изображений для хранения или передачи с помощью минимального числа бит требуется сохранить качество воспроизводимого изображения в допустимых пределах. Существуют также практические задачи, например связанные с получением, обработкой, передачей и хранением медицинских изображений, в рамках которых необходимо улучшить или восстановить изображение. В любом случае становится актуальным вопрос оценки качества медицинского изображения [1].

Качество изображения можно оценить как количественными (измеримыми), так и качественными (субъективными) показателями. Качественные показатели позволяют значительно упростить выявление того или иного признака, но оперируют более субъективными заключениями, касающимися корреляции и связей. С другой стороны, выявление количественных показателей сопряжено с большими издержками и трудностями, но это окупается точностью полученных данных и меньшими рисками неверной оценки. В данной работе приводится пример оценки качества изображения по разработанной ранее комплексной методике, позволяющей давать субъективную оценку не по общей шкале, как в большинстве других методик, а по нескольким показателям с последующим агрегированием результатов [2].

Для оценки качества изображений предлагается система из семи показателей: резкость, контрастность, яркость, тоновое соответствие, дисторсия и артефакты, шум, разрешение.

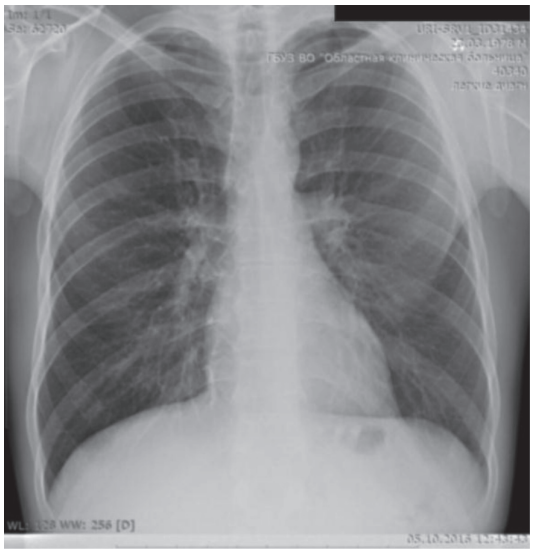
По каждому показателю возможны такие варианты оценки как: «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий».

Трактовка понятия «очень низкая резкость», «высокая контрастность», так же как и других понятий, содержащихся в предлагаемых вариантах, у каждого эксперта своя и при этом нечеткая. Поэтому эксперт должен не только выбрать

правильный, по его мнению, вариант, но и конкретизировать его количественно. Соотнести с вариантом оценки конкретное число эксперту психологически трудно, так как он не обладает полной информацией о предметной области, и если он это сделает, то может быть допущена грубая ошибка. В связи с этим эксперту предлагается «мягкая» форма количественной интерпретации вариантов оценки: он должен дать не одну, а несколько количественных оценок, соответствующих его пониманию выбранного варианта. Для ориентировки экспертов возможные варианты оценок включаются в анкету [3].

В качестве примера оцениваемого изображения возьмем рентгенограмму легких человека (рисунок), которая была заранее искусственно искажена с помощью применения фильтра размытия по Гауссу и алгоритма сжатия JPEG для имитации искажений, возникающих при получении, обработке и передаче подобных изображений [4].

В рассматриваемом случае множество возможных оценок будет иметь вид {5%, 20%, 35%, 50%, 65%, 80%, 95%} (интервал от 0% до 100% поделен на равные части). Так, если эксперт считает, что резкость, равная 5%, 20%, 35%, является очень низкой, то он должен выбрать соответствующий вариант оценки (табл. 1). Кроме того, он должен присвоить каждой оценке степень уверенности в том, что именно она будет иметь место. Для того чтобы облегчить экспертам процесс задания степени уверенности, к анкете можно приложить вербально-числовую шкалу Харрингтона, характеризующую степень выраженности каких-либо свойств [5].



Рентгенограмма легких человека

Чтобы избежать опасности навязывания эксперту вариантов оценки, ему может быть предоставлена возможность выхода за пределы предлагаемого множества оценок.

Пример заполнения анкеты представлен в табл. 1.

Таблица 1

Пример заполненного экспертом фрагмента анкеты

Вариант оценки	Возможные значения уровня резкости, %						
	5	20	35	50	65	80	95
Очень низкая							
Низкая							
Средняя							
Высокая	0,4	0,9	1,0	0,8	0,5	0,0	0,0
Очень высокая							

Таблица 2

Пример оценки показателя группой экспертов

№ эксперта	Возможные значения резкости, %						
	5	20	35	50	65	80	95
1	0,4	0,9	1,0	0,8	0,5	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,5	1,0	0,4	0,0	0,0
3	0,3	0,8	1,0	0,9	0,8	0,6	0,0
4	0,0	0,5	1,0	0,9	0,5	0,0	0,0
5	0,0	0,4	0,5	1,0	0,8	0,6	0,0

Такое заполнение анкеты говорит о том, что эксперт, выбрав вариант «высокая», имеет в виду следующее:

– скорее всего, уровень резкости изображения составляет 35 %;

– возможно, что он составляет и 20 %/50 %, но утверждать это можно с несколько меньшей уверенностью (0,9/0,8);

– маловероятно (0,5/0,4), но он может составлять 65 %/5 %;

– степень уверенности в том, что данный показатель примет другие значения, равна 0.

Для удобства дальнейшего анализа результаты опроса пяти экспертов по каждому *i*-му показателю целесообразно свести в таблицы. Пример для одного из показателей представлен в табл. 2.

Если уровень компетентности всех экспертов одинаков, то обобщенная нечеткая оценка в самом простом варианте может быть получена как пересечение нечетких множеств, соответствующих индивидуальным оценкам экспертов.

Однако сформировать однородную группу экспертов практически невозможно, более того, однородная группа далеко не всегда обеспечивает необходимый уровень объективности результатов экспертизы: результаты опроса такой группы могут оказаться смещенными. Более рациональным является подход, при котором предусматривается возможность выявления мнения каждого эксперта – уникального носителя экспертных знаний. В этой связи актуальной является задача оценки согласованного мнения экспертов.

Для расчета построим сводную матрицу индивидуальных экспертных оценок семи показателей ($f_1 - f_7$) (табл. 3).

Элементы матрицы представляют собой оценку *k*-м экспертом показателя f_i. Естественно, эти оценки в большинстве своем не будут совпадать.

Векторы групповой оценки p^t и весовых коэффициентов компетентности v^t рассчитываются по итеративным:

$$p^t = \frac{Pv^{t-1}}{l^{t-1}}, \qquad (1)$$

где l^t – нормирующий коэффициент, рассчитывающийся по формуле

$$l^t = \sum_{n=1}^{N}\sum_{k=1}^{K} \widetilde{\mu_{\text{Эк}}}(f_n)p^t, \qquad (2)$$

где N – количество оцениваемых КПЭ.

$$v^t = \frac{Pp^t}{l^t}. \qquad (3)$$

Вычислительный процесс продолжается до тех пор, пока различия в значениях весовых коэффициентов не будут превышать заданной перед началом проведения опроса величины.

Обычно достаточно выполнить две-три итерации, чтобы с точностью до тысячных долей единицы оценить вектор групповой оценки и вектор весовых коэффициентов компетентности.

В ходе вычислений по формулам (1)–(3) были получены следующие весовые коэффициенты компетентности пяти экспертов: 0,213; 0,184; 0,201; 0,173; 0228.

Таблица 3

Сводная матрица индивидуальных экспертных оценок

№ эксперта	Показатели						
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1	[0.4, 0.9, 1.0, 0.8, 0.5, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.3, 0.8, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.4, 0.6, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0]	[0.2, 0.3, 0.4, 1.0, 0.6, 0.5, 0.0]	[0.0, 0.5, 0.8, 1.0, 0.5, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.3, 0.7, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0]	[0.5, 0.6, 1.0, 0.9, 0.6, 0.0, 0.0]
2	[0.0, 0.0, 0.5, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0]	[0.3, 0.8, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.4, 1.0, 0.8, 0.2, 0.0]	[0.0, 0.8, 1.0, 0.7, 0.5, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.6, 1.0, 0.7, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.6, 1.0, 0.8, 0.7, 0.6, 0.2]	[0.3, 0.4, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0, 0.0]
3	[0.3, 0.8, 1.0, 0.9, 0.8, 0.6, 0.0]	[0.0, 0.5, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.7, 1.0, 0.7, 0.3, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.7, 1.0, 0.5, 0.2, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.5, 0.0, 0.0]	[0.5, 0.9, 1.0, 0.7, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.8, 1.0, 0.6, 0.0, 0.0]
4	[0.0, 0.5, 1.0, 0.9, 0.5, 0.0, 0.0]	[0.1, 0.4, 1.0, 0.6, 0.2, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.6, 1.0, 0.6, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.6, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.4, 1.0, 0.6, 0.2, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.4, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.7, 0.9, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0]
5	[0.0, 0.4, 0.5, 1.0, 0.8, 0.6, 0.0]	[0.0, 0.3, 0.8, 1.0, 0.9, 0.7, 0.0]	[0.0, 0.2, 0.8, 1.0, 0.9, 0.4, 0.2]	[0.4, 0.6, 1.0, 0.5, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.6, 0.8, 0.9, 1.0, 0.7, 0.5, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.6, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.8, 1.0, 0.4, 0.0, 0.0]

Таблица 4

Матрица индивидуальных экспертных оценок с учетом компетентности экспертов

№ эксперта	Показатели						
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1	[0.8, 1.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.8, 1.0, 1.0, 1.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.8, 0.9, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.7, 0.8, 0.8, 1.0, 0.9, 0.9, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.8, 0.9, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.9, 0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]
2	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.8, 1.0, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.8, 1.0, 1.0, 0.7, 0.0]	[0.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.9, 0.7]	[0.8, 0.8, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0, 0.0]
3	[0.8, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.7, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]
4	[0.0, 0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.7, 0.9, 1.0, 0.9, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.8, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 1.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]
5	[0.0, 0.8, 0.9, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0]	[0.0, 0.8, 1.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.0]	[0.0, 0.7, 1.0, 1.0, 1.0, 0.8, 0.7]	[0.8, 0.9, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.9, 1.0, 1.0, 1.0, 0.9, 0.9, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 1.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 1.0, 1.0, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]

Таблица 5

Обобщенное мнение экспертной группы

Показатели						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.8, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.8, 0.9, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.8, 0.9, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 1.0, 0.9, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 0.9, 0.9, 0.0, 0.0, 0.0]	[0.0, 0.0, 1.0, 0.8, 0.0, 0.0, 0.0]

Выявить экспертов, имеющих мнение, резко отличающееся от мнения других экспертов, можно с помощью корреляционного анализа. Разумеется, эксперт имеет право на собственное мнение, отличное от мнения других экспертов. Однако следует признать, что более реалистичной является та точка зрения, что оценка компетентности эксперта тем выше, чем меньше отличие его оценки от групповой. С учетом данного предположения можно отбросить мнение экспертов, имеющих наибольшее отличие от групповой оценки.

Влияние уровня компетентности эксперта на нечеткую количественную меру $\mu_k(f_i)$ предлагается реализовать путем выполнения операции «размывание». Математическое «размывание» нечеткой количественной меры $\mu_k(f_i)$ реализуется путем возведения ее в степень, соответствующую коэффициенту компетентности эксперта (табл. 4).

В результате опроса множества всех экспертов ($\Theta = \{э_k, k = \overline{1, K}\}$) для каждого *i*-го ($i = \overline{1, P}$) показателя имеем K нечетких количественных мер $\tilde{\mu}_k(f_i)$, учитывающих степени компетентности опрашиваемых экспертов. Нечеткое множество, характеризующее обобщенное мнение группы, определяется в соответствии с правилом выполнения операции пересечения нечетких множеств [5] (табл. 5).

Полученные в ходе экспертного оценивания показатели влияют на оценку качества изображения в различной степени. Таким образом, большое значение здесь имеют весовые коэффициенты. Эти коэффициенты также определяются экспертной оценкой. Наиболее целесообразно использовать здесь метод парных сравнений, в котором экспертам предлагается произвести сравнение показателей эффективности попарно с тем, чтобы установить в каждой паре наиболее важный (значимый) [6].

Для этого составляют матрицы парных сравнений, в которых все показатели (1, 2, …, *M*) записываются в одном и том же порядке дважды: в верхней строке и в первом столбце. Каждый эксперт должен проставить на пересечении строки и столбца для двух сравниваемых показателей оценку a_{ij}, которая показывает, во сколько раз *i*-й показатель имеет большую степень влияния, чем *j*-й показатель (табл. 6).

На основе значений полученного собственного столбца матрицы определяют приоритеты (значимость или важность) показателей [1].

Таблица 6

Матрица парных сравнений для одного из экспертов

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
f_1	1	4	6	9	5	7	5
f_2	4	1	4	4	7	2	7
f_3	6	4	1	6	5	4	4
f_4	9	4	6	1	9	1	5
f_5	5	7	5	9	1	3	9
f_6	7	2	4	1	3	1	6
f_7	5	7	4	5	9	6	1

Таблица 7

Значение качества изображения, представленное в нечеткой форме

Возможные значения качества, %						
5	20	35	50	65	80	95
0,0	0,1	0,7	0,8	0,4	0,0	0,0

После этого мнения экспертов необходимо агрегировать с учетом их компетентности. В результате были получены следующие значения весовых коэффициентов показателей: 0,121; 0,086; 0,106; 0,126; 0,216; 0,145; 0,199.

Для количественного выражения качества изображения с помощью N показателей, необходимо воспользоваться аддитивной моделью (табл. 7).

Для получения однозначного количественного значения обычно выбирают тот элемент f^*, который имеет максимальную степень принадлежности к полученному обобщенному нечеткому множеству мнений экспертной группы. В данном случае – 50 %. Это значение и будет искомой оценкой качества изображения.

Таким образом, был проведен расчет значения качества изображения по разработанной ранее методике комплексной субъективной оценки качества изображения по нескольким показателям.

Важной особенностью подхода является использование нечетких чисел, обусловленное тем, что не всегда удается получить корректные показатели в точном количественном выражении, а намного удобнее использовать нечеткие значения этих показателей, особенно если речь идет об экспертном опросе.

Также преимуществами предлагаемой методики являются универсальность и гибкость. Данная методика не привязывается к конкретным изображениям, а может быть адаптирована к любому типу изображений, например к медицинским: снимки УЗИ, рентгенограммы, флюорограммы, томограммы и т.д. С помощью нее можно, например, оценить возможность и эффективность дальнейшего применения к изображению алгоритмов оконтуривания, сегментации и распознавания, что является одним из направлений автоматизации процессов диагностирования патологий [7].

На основе предложенного алгоритма впоследствии может быть разработана автоматизированная информационная система оценки качества, упрощающая процедуру проведения экспертного опроса и обработку результатов исследования.

Список литературы

1. Жанина Т.В., Никитин О.Р., Пасечник А.С., Селиверстов А.А., Кирюхин А.В. Информационные технологии и компьютерные сети в медицине. Часть 2: Учебное пособие. – Муром: полиграфический центр МИ ВлГУ, 2009. – 210 с.

2. Градусов Д.А., Авдеева Е.С., Уланов Е.А. Использование нечетких множеств для оценки экономической эффективности проектов внедрения корпоративных информационных систем. Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 17. – С. 45–51.

3. Баранов Л.Г., Птушкин А.И., Трудов А.В. Нечеткие множества в экспертном опросе // Социология: 4М, 2004. – № 19. – С. 142–157.

4. Хафизов Р.Г. Обработка цветных медицинских изображений: учебное пособие. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2012. – 100 с.

5. Заде Л.А. Нечеткие множества. Информация и управление, 1965. – Т. 8.

6. Дэвид Г. Метод парных сравнений. – М.: Статистика, 1978. – С. 51.

7. Приоров А.Л., Ганин А.Н., Хрящев В.В. Цифровая обработка изображений: Учеб. пособие. Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2001. – 218 с.

УДК 004.93’14

АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Хаустов П.А.

ФГАОУ ВО Томский политехнический университет (национальный исследовательский университет), Томск, e-mail: exceibot@tpu.ru

Задача сегментации рукописного текста является одной из наиболее востребованных задач компьютерного зрения на сегодняшний день. Особенную трудность при решении такого рода задачи обеспечивают уникальные визуальные особенности каждого почерка, а также конкретных начертаний. Большинство методов сегментации рукописного текста**,** так или иначе**,** опираются на задачу классификации отдельных участков рукописного текста, являющихся отдельными символами. В данной работе предложен метод сегментации рукописного текста на основе построения структурных моделей рукописных слов. Для оценки качества разбиения отдельные участки структурной модели предложено проверять на схожесть с начертаниями рукописных символов из базы эталонных изображений**.** В основе предложенного алгоритма сегментации лежит идея динамического программирования. В качестве состояний используется множество ранее нерассмотренных линий-кандидатов, которые предполагаются в качестве разделителей отдельных символов. В статье приводится исследование качества сегментации предложенным алгоритмом, а также оценка его быстродействия и количества состояний динамического программирования.

Ключевые слова: сегментация текста, структурная модель, рукописный текст, динамическое программирование, компьютерное зрение

ALGORITHM OF HANDWRITTEN TEXT SEGMENTATION BASED ON STRUCTURAL MODELS CONSTRUCTING

Khaustov P.A.

Tomsk Polytechnic University (National Research University), Tomsk, e-mail: exceibot@tpu.ru

Today a problem of handwritten text segmentation is one of the most important problems of computer vision. The most noticeable difficulty is a large variety of representations caused by different handwriting styles. The most part of segmentation algorithms are based on the separate characters recognition approaches. In this paper the method of handwritten text segmentation based on structural models constructing is proposed. To estimate the segmentation quality some parts of structural model should be compared with reference images of separate characters in order to assess the similarity degree. The proposed algorithm is based on dynamic programming technique. The states are decoded as subsets of separator lines candidates which are supposed to split structural model into segments corresponding to a single character. The paper includes the estimation of segmentation quality as well as performance and dynamic programming states quantity assessment.

Keywords: text segmentation, structural model, handwritten text, dynamic programming, computer vision

Решать задачу распознавания отдельных рукописных символов существенно проще, чем решать аналогичную задачу распознавания для символов, которые являются частью рукописного текста [3]. В таком случае необходимо не только решать задачу оптического распознавания рукописных символов, но и задачу сегментации рукописного текста – выделения из него отдельных символов и соединяющих их элементов.

Процесс сегментации осложняется характерными для многих почерков искажениями начертаний символов при соединении их графического представления с последующим и предыдущим символами [5].

Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка алгоритма сегментации рукописного текста, который не использует признаковых классификаторов, а также обладает высоким быстродействием и низким потреблением оперативной памяти.

Входными данными для разработанного алгоритма должны являться изображения с начертаниями слов, а выходными – данные, позволяющие однозначно определить способ разбиения пикселей изображения на сегменты, каждый из которых соответствует отдельному символу.

Анализ требований к алгоритму сегментации начертания рукописного слова

Для выполнения сегментации рукописного текста необходимо проанализировать исходное начертание символа, определив принадлежность каждой из областей графического представления участка рукописного текста к определенному символу. Рассмотреть все возможные распределения областей графического представления участка рукописного символа не представляется

возможным ввиду огромного количества различных распределений даже для растрового представления начертания [4].

Рассмотренный ранее алгоритм построения структурной модели начертания отдельного символа можно применить для построения структурной модели начертания целого слова [2]. Как и в случае с отдельными символами, в данном случае необходимо предварительно выполнить скелетизацию исходного начертания символа.

В ходе работы алгоритма будет выполнено выделение структурных составляющих, в том числе ключевых точек и изгибов, от местоположения которых можно отталкиваться при выборе границ, разделяющих области начертания последовательных символов сегментируемого текста.

Если рассмотреть примеры структурных моделей отдельных слов рукописного текста, то можно выделить несколько визуальных особенностей этих моделей.

В первую очередь стоит отметить, что большинство разделительных линий между соседними буквами слова можно провести через середину соединяющего ребра. Причем любым из концов такого ребра может быть как ключевая точка, так и изгиб. На рис. 1 можно увидеть случаи, когда оба конца являются ключевой точкой, а также случай, когда один из концов является изгибом.

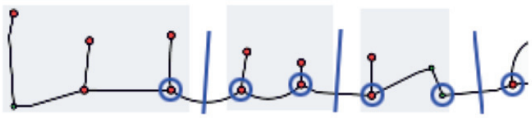


Рис. 1. Один из вариантов сегментации участка слова

Существуют и изображения, для которых возможен вариант сегментации, при котором разделительная линия может быть проведена через ключевые точки или изгибы. Такое возможно в случаях, когда при начертании отсутствует необходимость в использовании соединительных элементов (рис. 2).

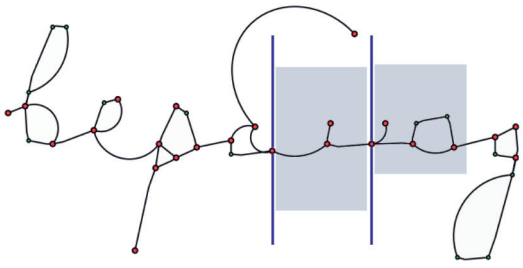


Рис. 2. Сегментация слова с разделительными линиями, проходящими через ключевые точки

Анализ структурных моделей отдельных слов рукописного текста показал, что точками интереса являются ключевые точки, изгибы, а также середины соединяющих их ребер.

Не всегда возможно разделить соседние символы только вертикальными линиями. Иногда графическое представление одного символа может частично находиться над или под графическим представлением соседнего ему символа (рис. 3).

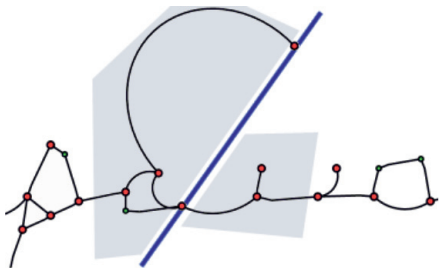


Рис. 3. Пример необходимости в использовании невертикальной разделительной линии

Такие случаи возможны не только из-за особенностей графического представления отдельных символов, но и по причине особенностей почерка, связанных с большей степенью наклона букв.

По результатам перечисленных наблюдений можно сформулировать список требований к алгоритму сегментации рукописного текста: возможность учитывать присутствие на изображении соединительных элементов между соседними символами; возможность отнесения отдельных участков соединительных элементов к начертанию соединяемых символов; использование невертикальных прямых в качестве разделяющих соседние символы линий; учет возможного различия наклона начертаний различных символов в одном слове.

Предложенный алгоритм сегментации изображения рукописного слова

Как было ранее отмечено, точками интереса для выбора местоположений границ между соседними символами слова являются ключевые точки, изгибы и центры соединяющих ребер. Однако задать разделяющую прямую, проходящую через некоторую точку интереса, можно, лишь выбрав вторую точку.

Для решения задачи сегментации было сделано предположение о том, что выбор второй точки можно осуществить так же из множества точек интереса. Процесс построения множества прямых, подмножество которых в итоге станет разделяющими линиями, можно представить в виде перебора

всех возможных точек интереса и перебора в пару каждой из них точки для проведения прямой. Для определенности можно полагать, что изначально перебирается нижняя из двух точек, а любая рассмотренная прямая будет впоследствии задаваться вектором из нижней точки в верхнюю. При таком подходе каждая прямая разделяет плоскость структурной модели на две полуплоскости: левую и правую. По большей части элементы структурной модели, принадлежащие правой полуплоскости, относятся к части слова справа от разделительной линии, а оставшиеся, соответственно, – к левой от разделительной линии части. Стоит отметить, что далее будут сделаны уточнения, почему не все точки полуплоскостей могут быть отнесены к соответствующим частям.

Несложно заметить, что в результате работы описанного ранее перебора будет получено $O(K^2)$ прямых, которые могут являться разделяющими линиями при сегментации, где K – количество точек интереса в структурной модели. Быстродействие любого алгоритма сегментации, опирающегося на данное множество прямых, так или иначе, будет зависеть от размера этого множества. Следовательно, имеет смысл отсеять как можно больше заведомо некорректных прямых, которые не могут являться разделительными линиями.

Анализ имеющихся структурных моделей рукописных слов позволил выявить три типа прямых, которые можно не рассматривать в качестве возможных соединяющих линий: горизонтальные или близкие к горизонтальным прямые; прямые, которые образованы вектором, пересекающим хотя бы одно соединяющее ребро ровно в одной точке; прямые, пересекающие более двух соединяющих ребер.

Далее для выбранной прямой следует сформулировать четкий принцип, по которому следует определять принадлежность каждого из элементов структурной модели к левой или правой от данной прямой части этой модели. Для этого следует опираться не только на геометрические характеристики прямой, но и на местоположение концов вектора, которым задается эта прямая. Как уже ранее было сказано, задающий прямую вектор направлен снизу вверх. В таком случае мы можем четко определить два значения y_1 и y_2 координаты на вертикальной оси Y, между которыми находится вектор. Если значение y-координаты ключевой точки или изгиба находится между значениями y_1 и y_2, то ее принадлежность к левой или правой от разделительной линии части определяется тем, слева или справа данная точка находится от образующего вектора. Для оставшихся точек можно сформулировать следующий алгоритм определения принадлежности к левой или правой части.

Положим некоторый планарный граф G равным графу топологической модели структурной модели.

Если в структурной модели существует ребро, которое пересекается с отрезком текущей разделяющей прямой между y_1 и y_2, то удалим из графа G соответствующее ему ребро.

Покрасим в черный цвет вершины графа G, соответствующие ключевым точкам или изгибам, которые находятся слева от образующего текущую разделяющую линию вектора и имеют значение y-координаты между значениями y_1 и y_2.

Аналогично, покрасим в белый цвет вершины графа G, соответствующие ключевым точкам или изгибам, которые находятся справа от образующего текущую разделяющую линию вектора и имеют значение y-координаты между значениями y_1 и y_2.

Для каждой вершины определим компоненту, к которой она относится.

Рассмотрим любую ранее не рассмотренную компоненту связности графа G.

Если в рассматриваемой компоненте связности имеются раскрашенные вершины только одного цвета, то покрасим все вершины этой компоненты связности в этот цвет и перейдем к шагу 9.

Если в рассматриваемой компоненте одновременно имеются вершины черного и белого цвета, то пометим текущую разделяющую линию как некорректную и завершим работу алгоритма.

Если в графе G имеются нерассмотренные компоненты связности, перейдем к шагу 6, в противном случае алгоритм закончен.

Описанные критерии позволяют выделить на исходной структурной модели все возможные разделяющие линии, которые, в свою очередь, образуют множество линий-кандидатов L. Задача сегментации отдельного слова рукописного текста была сведена к задаче сегментации структурной модели, которая впоследствии была сведена к задаче выбора подмножества прямых из множества линий-кандидатов L, которыми будет выполнено разделение структурной модели слова на отдельные участки.

Для каждой прямой известны: ее уравнение, начало и конец вектора, которым образована эта прямая, а также подмножества ключевых точек и изгибов, по каждую из сторон этой разделяющей прямой.

Обозначим как $G(S)$ – значение степени схожести участка топологической модели, содержащего все точки интереса из множества S и соединяющие ребра, оба конца которых находятся в этом множестве.

Введем функцию $F(S)$ – максимальное суммарное значение степеней схожести при разделении множества точек интереса S некоторым подмножеством разделяющих линий из множества L.

Для того чтобы определить значение функции $F(S)$ для некоторого множества точек интереса S, необходимо рассмотреть все разделяющие прямые множества L, которые разбивают множество S на два непустых подмножества. Пусть прямая l_i разбивает множество S на непустые подмножества $S_1^{(i)}$ и $S_2^{(i)}$. Тогда, рассматривая все допустимые прямые l_i, можно вычислить значение $F(S)$, используя рекуррентную формулу

$$F(S) = \max\left(G(S), \max_i F\left(S_1^{(i)}\right) + F\left(S_2^{(i)}\right) + P_i\right), \qquad (*)$$

где P_i – величина штрафа за неиспользование участка структурной модели в процессе классификации.

Суть выражения (*) заключается в выборе варианта разбиения множества S таким образом, чтобы максимизировать суммарную величину степени схожести. Рассматриваются все варианты разбиения разделяющими прямыми множества L и вариант, при котором все точки множества S относятся к одному символу, и, следовательно, дальнейшее разбиение не производится.

Вычисление функции $F(S)$ ввиду рекуррентности ее аналитического представления имеет экспоненциальную вычислительную сложность. Однако использование кеширования уже посчитанных значений функции $F(S)$ для определенных множеств S существенно улучшает быстродействие алгоритма вычисления этой функции. Высокое быстродействие вычислений с использованием кеширования объясняется малым количеством возможных множеств S, для которых необходимо вычислить значение функции $F(S)$. В свою очередь, малое количество возможных множеств можно объяснить спецификой способа их получения. Каждый раз, за редкими исключениями, множество точек интереса фактически разбивается на две подмножества: по левую и по правую сторону от разделяющей линии. Таким образом, количество различных множеств на практике имеет квадратичную зависимость от количества точек интереса.

Подход к вычислению функции $F(S)$ можно охарактеризовать как применение метода динамического программирования [1]. При таком подходе состояние будет кодироваться некоторой хэш-функцией от множества S, а количество состояний, на практике квадратично зависит от элементов исходного множества, для которого необходимо вычислить значение функции.

В качестве хэш-функции можно использовать легко вычислимый полиномиальный хэш, который позволит представить каждое из множеств в виде соответствующего 64-битного целого числа. Хэширование множества можно выполнить, хэшируя упорядоченный массив номеров точек интереса, которые входят в данное множество.

Результаты тестирования и выводы

Для исследования быстродействия алгоритма сегментации рукописных слов на основе построения структурной модели с применением динамического программирования были выполнены начертания слов различной длины, составляющих панграммы. Для оценки степени схожести отдельных символов тем же почерком были выполнены начертания отдельных рукописных символов. Отдельные символы были начертаны так, чтобы их графические представления были максимально похожи на те, что встречаются в составе рукописных слов.

Примеры начертаний отдельных слов, которые были использованы для исследования быстродействия алгоритма сегментации, приведены на рис. 4.

Каждое слово приведенной панграммы было записано 20 раз одним и тем же почерком. Начертания одних и тех же слов при исполнении имеют существенные отличия, поэтому для оценки быстродействия были использованы все полученные начертания слов.

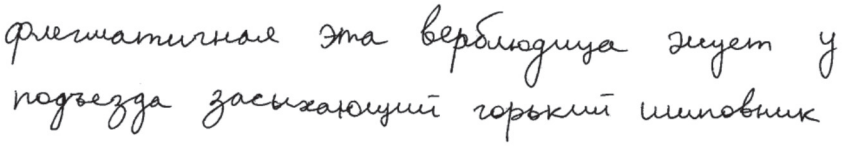


Рис. 4. Графические начертания рукописных слов

Результаты тестирования быстродействия

Слово	Ср. кол-во точек интереса	Ср. кол-во линий-кандидатов	Ср. кол-во состояний	Ср. время работы, с
Флегматичная	77,10	156,50	12275,90	1,448
Эта	27,45	57,70	1739,55	0,392
Верблюдица	71,95	146,05	10692,95	1,292
Жует	46,40	95,70	4636,60	0,693
У	10,00	20,75	252,55	0,230
Подъезда	58,95	119,80	7204,20	0,946
Засыхающий	82,80	168,40	14208,90	1,669
Горький	43,25	87,00	3855,80	0,599
Шиповник	59,950	122,450	7531,050	0,978

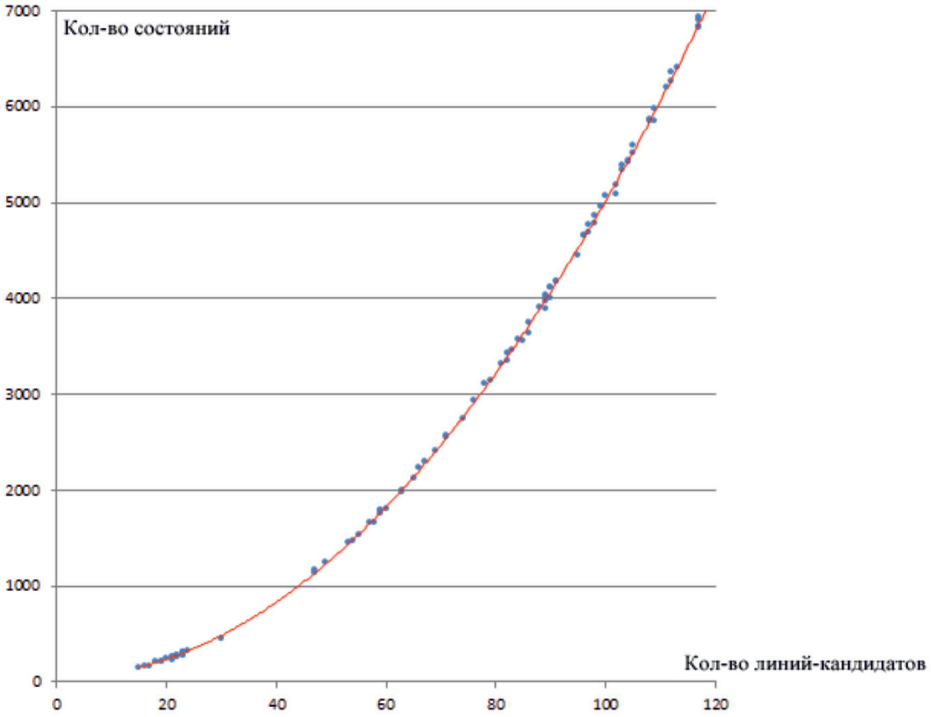


Рис. 5. Визуализация зависимости количества состояний динамического программирования от количества линий-кандидатов

В ходе тестирования алгоритма сегментации выполнялся его запуск для каждого из изображений начертаний. В процессе работы алгоритма определялись следующие параметры: время работы алгоритма, количество линий-кандидатов и количество состояний в методе динамического программирования.

Результаты тестирования, приведенные в таблице, демонстрируют, что средние количества точек интереса, линий-кандидатов и состояний динамического программирования являются величинами, несущественно влияющими на потребление оперативной памяти. Более того, количество состояний динамического программирования, одновременное являющееся и количеством элементов в хэш-таблице, на практике оказывается настолько небольшим, что общее время работы ни на одном из изображений не превысило 1,7 с для процессора Intel Core i5-4200 (1.60GHz, 2.30GHz) без использования графических ускорителей.

Отдельно можно исследовать сделанное ранее предположение о зависимости количества состояний динамического про-

граммирования от количества линий-кандидатов. Предполагалось, что такого рода зависимость будет близка к квадратичной. Для подтверждения данной гипотезы была построена квадратичная аппроксимирующая исследуемой зависимости. В качестве измеряемых данных были использованы пары значений для каждого изображения набора: количество линий-кандидатов и соответствующее ему количество состояний динамического программирования. Измеряемые данные, а также построенная для них квадратичная аппроксимирующая показаны на рис. 5.

Графическое представление результатов аппроксимации наглядно демонстрирует, что зависимость количества состояний динамического программирования от количества линий-кандидатов, как и предполагалось, близка к квадратичной. Отклонения от квадратичной зависимости в меньшую сторону объясняются недостижимостью некоторых состояний из-за пересечений определенных линий-кандидатов.

Следует также отметить, что величина отклонений значений, полученных опытным путем, увеличивается с ростом количества линий-кандидатов.

Список литературы

1. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: МЦНМО, 2001. – 1293 с.

2. Хаустов П.А. Алгоритмы распознавания рукописных символов на основе построения структурных моделей. Компьютерная оптика. – 2017. – № 41(1). – С. 67–78.

3. Alaei A., Pal U., and P. Nagabhushan. A New Scheme for Unconstrained Handwritten Text-Line Segmentation, Pattern Recognition, 2011. – vol. 44, № 4. – P. 917–928.

4. Lemaitre A., Camillerapp J., and B. Couasnon. A perceptive method for handwritten text segmentation, in DRR, ser. SPIE Proceedings, vol. 7874. SPIE, 2011, P. 1–10.

5. Li Y., Zheng Y.F., Doermann D., Jaeger S. Script-independent text line segmentation in freestyle handwritten documents, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence 30, 1313–1329 (Aug. 2008).

УДК 004.6:687.022

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАТЕРИАЛОВ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

[1]Шеромова И.А., [2]Завзятый В.И., [3]Железняков А.С.

[1]ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» Минобрнауки РФ, Владивосток, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru;

[2]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» Минобрнауки РФ, Владивосток, e-mail: zavzyaty@yandex.ru;

[3]Новосибирский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Новосибирск, e-mail: gas@ntimgudt.ru

Предметом исследования является структурно-информационная модель системы подготовки материалов к раскрою швейных изделий. Цель работы – исследование информационных потребностей элементов данной системы и их информационного взаимодействия в аспекте создания компьютерной технологии формирования нормативно-технических документов. В статье разработана структурно-информационная модель, отражающая алгоритм передачи, трансформации информации и формирования технической документации в процессе подготовки материалов к раскрою. Выполнен анализ механизма формирования и информационного взаимодействия основных технических документов как информационных объектов системы. На основе разработанной модели сформулированы основные требования к технологическому оборудованию, выполнение которых обеспечит практическую реализацию компьютерной технологии формирования технических документов при подготовке материалов. Показано, что реализация данной технологии позволит свести к минимуму влияние субъективных факторов на точность воспроизведения информации в виде технических документов.

Ключевые слова: компьютеризация технологических процессов, система подготовки материалов к раскрою, технические документы, компьютерная технология, структурно-информационная модель

INVESTIGATION OF INFORMATION BASE OF COMPUTER TECHNOLOGY FOR THE FORMATION OF TECHNICAL DOCUMENTATION FOR THE PREPARATION OF MATERIALS IN GARMENT PRODUCTION

[1]Sheromova I.A., [2]Zavzyatyy V.I., [3]Zheleznyakov A.S.

[1]Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru;

[2]Far East Federal University, Vladivostok, e-mail: zavzyaty@yandex.ru;

[3]Novosibirsk Technological Institute of Russian State University (Technologies. Design. Art), Novosibirsk, e-mail: gas@ntimgudt.ru

The subject of the article is the structural and informational model of system of materials preparation to the cutting of garments. The purpose of research – study of information needs and information exchange for the system elements in the aspect of creating computer technology forming normative and technical documentation. The structural-information model of the materials preparation system are developed. The model characterizes algorithm of the data transfer and transformation and technical documentation formation in the process of materials preparation for cutting. The mechanism of formation and information exchange for basic technical documents as the information system objects are analyzed. On the basis of the developed model the main requirements for production equipment are formulated. Implementation of these requirements will ensure the practical implementation of computer technology for forming technical documents in the materials preparation. It is shown that the implementation of this technology will minimize the influence of subjective factors on the accuracy of the information reproduction in the form of technical documents.

Keywords: computerization of technological processes, the system of materials preparation for cutting, technical documents, computer technology, structural and information model

Внедрение информационных систем, обеспечивающих в автоматизированном режиме получение, регистрацию, передачу информации и формирование нормативно-технических документов, отражающих движение материалов по организационно-технологическим переходам подготовительного производства, обеспечивает повышение эффективности и качества функционирования системы подготовки материалов к производству швейных изделий.

Решение задач, связанных с компьютеризацией технологических процессов, невозможно без выявления и анализа структуры системы и информационного взаимодействия ее элементов как информационной базы для разработки компьютерной технологии. Оптимальным способом выполнения подобного вида исследований, как показано в целом ряде работ [1–6, 8, 10], является разработка структурно-информационной модели рассматриваемой

системы. Структурно-информационная модель системы подготовки материалов к раскрою (ПМкР) швейных изделий представляет собой заданную в форме алгоритма рациональную последовательность (маршрут) выполнения ее процессов. Модель позволяет осуществить переход от логики деятельности специалиста-исполнителя в традиционном процессе к логике машинных процедур обработки информации, а также, в совокупности с выявленными информационными потребностями, служит теоретической базой для создания компьютерной технологии осуществления технологических процессов системы ПМкР.

Цель исследования

Целью работы является исследование информационных потребностей элементов системы подготовки материалов к раскрою швейных изделий и их информационного взаимодействия в аспекте создания компьютерной технологии формирования ее нормативно-технических документов.

Материалы и методы исследования

Объектом проведенных исследований является система подготовки материалов к раскрою швейных изделий (ПМР), а их предметом – структурно-информационная модель системы ПМР. При проведении исследований использовались методы системного анализа и структурно-информационного моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Ранее [10] установлен и обоснован оптимальный перечень технических документов (ТД), формирующихся в ходе выполнения технологических процессов ПМкР, и оптимизировано их содержание. Данный перечень включает в себя следующие ТД: паспорт куска материала (ПКМ), промерочная ведомость (ПВ), карта учета движения материалов на складе сырья (КУДМ), претензионные акты, а именно акт на излишки и недостачу материала (АКТ-1) и акт на качество (АКТ-2), комплект документов, связанных с подготовкой формирования настилов и раскроя материалов.

Основным недостатком ручного способа формирования нормативно-технических документов системы ПМР является возникновение разрыва информационного пространства. Решение проблемы путем его стыковки через пользователя ЭВМ несет в себе полный перечень присущих этому способу недостатков, обусловленных причинами как объективного, так и субъективного характера. В связи с этим решение задач оперативного управления подготовительным производством без обеспечения возможностей непрерывного автоматизированного получения и обмена информацией между организационно-технологическими переходами в условиях современного предприятия представляется малоэффективным.

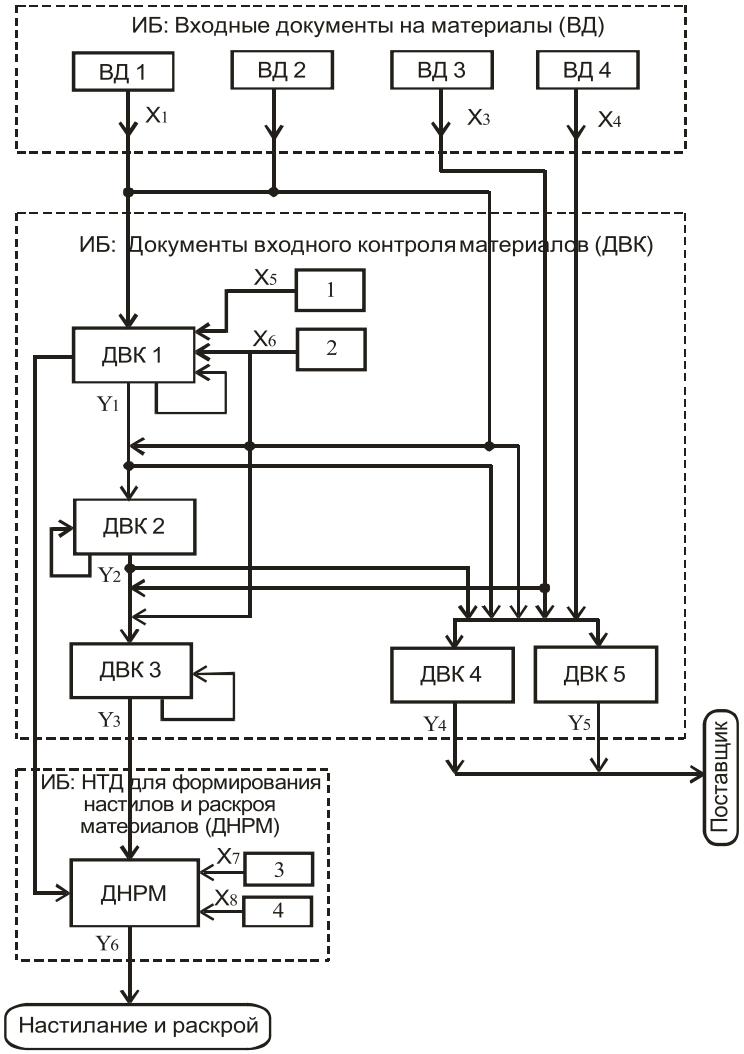
В автоматизированном режиме обработки данных о поступившей партии материалов при их подготовке к раскрою информация должна формироваться и непрерывно трансформироваться по каналам связи компьютерно-технических средств (КТС) без ручного ее ввода. Использование микропроцессорной техники в составе КТС позволяет достаточно эффективно решать вопросы сбора, обработки, передачи результатов измерения и формирования на центральном сервере базы данных, а при необходимости и печати требуемых нормативно-технических документов на бумажных носителях.

На рисунке представлена структурно-информационная модель системы ПМкР, отражающая алгоритм передачи, трансформации информации и формирования основных технических документов как внутрипроизводственного характера, так и предназначенных для представления сторонним организациям. Данная структурно-информационная модель, согласно рисунку, включает в себя три информационных блока (ИБ): блок входных документов на материал (ВД), блок формирования документов входного контроля (ДВК), блок разработки НТД для формирования настилов и раскроя материалов (ДНРМ).

Информационный блок «Входные документы на материал» содержит четыре информационных объекта (ИО), в качестве которых выступают: ярлыки рулонов материалов (ВД1), счет на оплату приобретаемых материалов (ВД2), спецификация накладной на приобретаемые материалы (ВД3), накладная на перевозку грузов (ВД4).

Информационный блок «Документы входного контроля материалов» включает пять информационных объектов, к которым относятся: паспорт куска (ДВК 1), промерочная ведомость (ДВК 2), карта учета движения материалов на складе сырья (ДВК 3), акт на излишки и недостачу материала (ДВК 4) и акт на качество (ДВК 5).

Третий информационный блок «НТД для формирования настилов и раскроя материалов (ДНРМ)» в структурно-информационной модели представлен только одним информационным объектом. Однако необходимо подчеркнуть, что данный информационный объект является интегрированным и включает в себя несколько технических документов, прежде всего это карта расчета настилов и карта раскроя материалов.



Структурно-информационная модель системы ПМР

Согласно разработанной структурно-информационной модели, при формировании ИО «Паспорт куска материала» (ДВК 1) в качестве входной используется три вида информации: исходная (X1), технологическая (X5) и оперативно-управленческая (X6).

К исходной информации (X1) относятся данные ярлыка: артикул, номер рисунка и/или цвета, ярлычная длина (мера) куска в пог. м, ширина с кромкой, сортность. Ввод исходной информации в память процессора может осуществляться оператором в диалоговом режиме, а ее дальнейшая передача должна быть обеспечена без его непосредственного участия, что позволяет избежать ее искажения.

К технологической (X5) относится информация, формирующаяся в информационно-производственном блоке 1 «Промер и разбраковка материалов»: текущие значения длины (Li) и ширины (Hi) материала, наименования обнаруженных пороков, их линейные размеры, координаты и поправки координат, длины порочных и беспорочных отрезов. Данная информация может заноситься в память процессора двумя путями: оператором в диалоговом режиме или непосредственно в автоматизированном режиме передаваться от измерительной системы. Во втором случае технологический процесс промера и разбраковки материалов должен быть оснащен техническими средствами, конструктивно и функционально способными к включению в локальную или единую информационную (компьютерную) сеть предприятия и обеспечивающими при этом требуемую точность считывания информации.

Оперативно-управленческая информация (X6) формируется в информаци-

онно-управляющем блоке 2 и определяет действия исполнителей по выполнению распоряжений лиц, принимающих решения (ЛПР), в том числе порядок присвоения номера ПКМ, необходимые корректировки в оценку качества материала и др.

К выходной информации ИО «Паспорт куска материала» принадлежит некоторое подмножество исходных данных, а также измененные и вычисленные параметры, к каковым, относятся, в частности: фактическая сортность материала, длина (мера) куска, определяемая последним текущим значением его линейной координаты, числовой массив длин отрезов (L_i), числовой массив ширин (H_i), на основании обработки которого определяется фактическая ширина, наименования пороков, их линейные размеры и ряд поисковых признаков для фильтрации группировок формируемых массивов в ОБДМ. Фактическая сортность в общем случае определяется расчетным методом в соответствии с методикой, предусмотренной соответствующим НД (чаще всего ГОСТ), и с учетом оперативно-управленческой информации от лиц с правом принятия того или иного решения. Выходная информация данного информационного объекта передается на следующий ИО «Промерочная ведомость» и используется им как входная информация.

Информационный объект «Промерочная ведомость» (ДВК 2), основное назначение которого сводится к констатации соответствия количества и качества материала в каждой поступившей партии его фактическим показателям, формируется на основе условно-переменной информации Y_1, включенной в ПКМ, с учетом условно-постоянных данных «Ярлыков» (X_1), «Счета» (X_2), «Спецификации накладной» (X_3). Формирование данного ИО осуществляется в последовательно-параллельном режиме. Связующим звеном для установления степени соответствия исходных данных фактически полученным являются признаки ПКМ. На основании признаков поиска информации при формировании ПВ обрабатываются только те ПКМ, которые объединены одной «Спецификацией накладной». При выборе режима формирования и передачи информации (выбор автоматизированного или диалогового режима) следует учитывать необходимость проведения корректирующих действий на основании решений ЛПР, что предусмотрено структурно-информационной моделью.

Информационные объекты «Акт на излишки и недостачу материала» и «Акт на качество» (ДВК 4 и ДВК 5 соответственно) отражают сведения о фактическом количестве и качестве поступившего материала и несоответствии указанных параметров в сопроводительных документах поставщика результатам входного контроля. На основании данных технических документов в бухгалтерии предприятия-потребителя оформляются финансовые отношения с поставщиками сырья, т.е., по сути, претензионные акты являются юридическими документами. В связи с этим, с одной стороны, технические и аппаратные средства для контроля необходимых параметров сырья, сбора, обработки и передачи информации должны обладать необходимым быстродействием, а с другой стороны, на параметры, вносимые в претензионные акты, не должны влиять субъективные факторы.

Информационной основой для автоматизированного формирования названных ИО, т.е. входной информацией для них, являются данные «Счета» (X_2), «Спецификации накладной» (X_3), «Накладной на перевозку грузов» (X_4) и промерочной ведомости (Y_2), а также признаки выбора ПВ, к которым относятся номер «Спецификации накладной» и артикулы материалов. Выходной в данном случае является информация о соответствии (или несоответствии) данных входных документов на материал результатам входного контроля Y_4 и Y_5, которая предоставляется поставщику и служит основанием для окончательного расчета с ним.

Информационный объект «Карта учета движения материалов на складе сырья» (ДВК 3) предназначен для отслеживания информации о приходе-расходе материалов и связан с решением задач управления запасами сырья. В качестве входной информации данный ИО использует следующее: данные «Спецификации накладной» (X_3), данные промерочной ведомости Y_2, а также текущие данные о расходе сырья на выполнение производственной программы и для других целей (X_6), поступающие из информационно-управляющего блока 2. Выходная информация (Y_3) поступает в информационный блок «НТД для формирования настилов и раскроя материалов» и является входной для ее информационных объектов, к которым относятся «Карта расчета настилов» и «Карта раскроя материалов».

Кроме информационного массива (Y_3) в качестве входной для интегрированного ИО «НТД для формирования настилов и раскроя материалов», обозначенного в структурно-информационной модели как ДНРМ, используются данные ПКМ, данные складов прикладных материалов и фурнитуры (X_7) и оперативно-управленческая информация, исходящая от лиц, принима-

ющих решения (X_8). Данная информация поступает из соответствующих информационно-производственного и информационно-управляющего блоков 3 и 4. Выходная информация Y_6 в виде технических документов «Карта раскроя материалов» и «Карта расчета настилов» используется в производственных технологических процессах настилания и раскроя материалов.

Заключение

Результатом проведенных в работе исследований является структурно-информационная модель, отражающая информационное взаимодействие всех ИО, используемых или формируемых в ходе выполнения операций подготовки материалов к раскрою швейных изделий. Она может служить основой для разработки компьютерной технологии формирования нормативных и технических документов ПМкР и, прежде всего, входного контроля материалов. Кроме того, на ее основе может быть сформулирован ряд требований к технологическому оборудованию и измерительной технике, выполнение которых позволит реализовать на практике данную технологию. К таким требованиям относятся, прежде всего, точность и автоматизированный режим измерения количественных и качественных параметров материалов, а также автоматизация процесса регистрации, преобразования и передачи информации [7, 9, 10]. Удовлетворение данных требований позволяет свести к минимуму и даже полностью исключить влияние субъективных факторов на точность воспроизведения необходимой информации в виде технических документов, отражающих движение материалов по организационно-технологическим переходам подготовительного производства.

Список литературы

1. Дремлюга О.А. Разработка методов и средств повышения качества швейно-трикотажных изделий [Текст]: дисс… канд. техн. наук (05.19.04) / Дремлюга Ольга Александровна; Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. – Владивосток, 2012. – 172 с.

2. Дьячков А.Г. Математическое и имитационное моделирование производственных систем [Текст] / А.Г. Дьячков. – М.: Изд-во МИСИС, 2007. – 540 с.

3. Золотцева Л.В. Разработка методологических основ проектирования технологии и процессов производства швейно-трикотажных изделий [Текст]: автореф. дис. … докт. техн. наук: 05.19.04 / Золотцева Любовь Викторовна; Московский государственный университет дизайна и технологии. – М., 2007. – 51 с.

4. Информационная модель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://center-yf.ru/data/stat/Informacionnaya-model.php (дата обращения: 24.03.2017).

5. Каргин Н.Н. Системология: Теория. Методология. Практика [Текст] / Под ред. д-ра философских наук, проф. В.Д. Диденко. – М.: Изд-во МТС, 2007. – 252 с.

6. Королева Л.А. Реализация структурного подхода к проектированию интеллектуальной информационной системы «Технология швейных изделий» [Текст] / Л.А. Королева, О.В. Панюшкина, А.В. Подшивалова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–2. – С. 277–282.

7. Старкова Г.П. Исследование и учет деформационных свойств высокоэластичных материалов при проектировании одежды [Текст] / И.А. Шеромова, Г.П. Старкова и др. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности – 2008. – № 2С(307). – С. 28–32.

8. Функционально-системный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mybiblioteka.su/3-98932.html (дата обращения: 24.03.2017).

9. Шеромова И.А. Моделирование процессов проектирования швейно-трикотажных изделий [Текст] / И.А. Шеромова, Г.П. Старкова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–1. – С. 68–72.

10. Шеромова И.А. Методологические основы оптимизации подготовки производства одежды из легкодеформируемых материалов [Текст]: автореферат дисс… д-ра техн. наук (05.19.04) / Шеромова Ирина Александровна; Московский государственный университет дизайна и технологии. – М., 2009. – 50 с.

УДК 338.242

ДЕЛОВАЯ РЕПУТАЦИЯ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР СТОИМОСТИ БИЗНЕСА

Алафишвили А.Д., Батова Т.Н.

Университет ИТМО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: tomashgub14@gmail.com, battat888@gmail.com

В настоящее время возрастает интерес к вопросам оценки стоимости бизнеса, а сами методы совершенствуются и модифицируются, что вызывает затруднения при оценивании конкретного объекта. В статье представлены подходы к оценке стоимости бизнеса, которые регламентированы федеральным законодательством, и обозначены проблемы, которые уменьшают точность предполагаемых результатов. Авторы отмечают, что среди всех возможных факторов, формирующих стоимость бизнеса, следует выделить деловую репутацию предприятия. Деловая репутация, наряду с интеллектуальной собственностью, относится к нематериальным активам. В современной экономике нематериальные активы играют все более значительную роль, однако в России на долю нематериальных активов приходится примерно 0,2% имущества предприятия. Это во многом объясняется сложностью оценки данного вида активов, особенно деловой репутации. В статье проанализировано влияние деловой репутации на стоимость бизнеса, рассмотрены условия учета деловой репутации в составе нематериальных активов, подходы к оценке деловой репутации, даны определения деловой репутации, гудвилла и бэдвилла. Предложены мероприятия для формирования и управления деловой репутацией предприятия и обосновано, что деловая репутация является важнейшим инструментом при формировании стоимости бизнеса.

Ключевые слова: нематериальные активы предприятия, деловая репутация, гудвилл, подходы к оценке стоимости бизнеса, методы оценки деловой репутации

BUSINESS REPUTATION (GOODWILL) AS THE DETERMINING BUSINESS VALUE

Alafishvili A.D., Batova T.N.

ITMO University «St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics», St. Petersburg, e-mail: tomashgub14@gmail.com, battat888@gmail.com

Now interest in business value assessment questions increases, and methods are enhanced and modified that causes difficulties in case of estimation of a specific object. In article approaches to a business value assessment which are regulated by the federal legislation are provided, and problems which reduce the accuracy of expected results are designated. Authors note that it is necessary to distinguish business reputation of the entity from all possible factors creating business cost. The business reputation, along with intellectual property, belongs to intangible assets. In modern economy intangible assets play more and more significant role, however in Russia about 0,2% of property of the entity fall to the share of intangible assets. It in many respects is explained by complexity of assessment of this asset type, especially business reputation. In article influence of business reputation on business cost is analysed, conditions of accounting of business reputation as a part of intangible assets, campaigns to assessment of business reputation are considered, definitions of business reputation, a goodwill and badwill are given. Actions for forming and management of business reputation of the entity are offered and it is proved that the business reputation is the major tool when forming cost of business.

Keywords: intangible assets of the entity, business reputation, goodwill, approaches to a business value assessment, evaluation methods of business reputation

В настоящее время возрастает интерес к оценке стоимости бизнеса при покупке и продаже предприятия, а также его акционировании, страховании, кредитовании и других бизнес-ситуациях. Все более актуальным становится вопрос не только оценки стоимости бизнеса, но и последующего управления этой стоимостью. Одним из факторов влияния на стоимость бизнеса является деловая репутация предприятия. Поэтому необходимо управлять ею, использовать в качестве инструмента конкурентной борьбы, а главное – увеличения стоимости бизнеса, так как деловая репутация во многом определяет возможности предприятия в привлечении средств, поиске стратегических инвесторов и партнеров, капитализации бизнеса, завоевании доверия покупателей и увеличении спроса, формировании долговременных отношений с посредниками и различными контактными аудиториями.

Бизнес – это юридически оформленный вид человеческой деятельности, который осуществляется в рамках одной из установленных законом форм хозяйствования и ставящий главными целями получение дохода и развитие собственного дела. Таким образом, можно сказать, *что стоимость бизнеса* – объективный показатель результатов его функционирования.

Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости» (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Мин-

фина России от 28.12.2015 № 217) выделяет *три подхода* к оценке любого актива: *сравнительный, доходный и затратный* [5]. В России оценочная деятельность регулируется также Федеральным законом «Об оценочной деятельности» и Федеральным стандартом оценки «Оценка бизнеса (ФСО № 8)» [7] и осуществляется независимыми лицензированными экспертами-оценщиками, прошедшими специальную профессиональную подготовку [6]. Важную методическую роль в оценке стоимости западных компаний занимают стандарты BSV Американского общества оценщиков ASA [8].

Каждый из подходов предполагает применение определенных методов, но стоит отметить, что не существует сформированного перечня методов, относящихся к каждому подходу. Выбор метода оценки стоимости бизнеса полностью зависит от эксперта-оценщика.

Доходный подход используется, когда существует достоверная информация, позволяющая прогнозировать будущие доходы, которые объект оценки способен приносить, расходы, связанные с деятельностью объекта оценки, а также риски.

Если существует рынок аналогичного бизнеса, то для определения рыночной стоимости можно применить ***сравнительный (рыночный) подход***, который основывается на выборе сопоставимых объектов, уже проданных на данном рынке.

Если бизнес (предприятие) не принимает участия в сделках купли/продажи и не существует развитого рынка данного бизнеса, а также получение дохода не является основной целью для инвесторов, то можно осуществлять оценку на основе определения стоимости строительства с учетом амортизации и добавления стоимости возмещения износа, то есть используется ***затратный подход***.

Анализ подходов и методов оценки стоимости бизнеса, представленный авторами в статье «Анализ подходов и методов оценки стоимости бизнеса», выявил широкий спектр преимуществ и недостатков их применения [1]. На основе выполненного исследования была установлена взаимосвязь методов оценки стоимости бизнеса и вида оцениваемой стоимости, цели выполнения оценки, стадии жизненного цикла предприятия, а также условий, при которых рекомендуется использование того или иного метода. Это ещё раз подтверждает, что выбор и тем более комбинация методов оценки стоимости бизнеса еще долго будут оставаться актуальными в данной области.

При оценке стоимости бизнеса возникает множество проблем, которые уменьшают точность предполагаемых результатов.

Во-первых, на стоимость бизнеса влияет большое количество различных экономических, социальных и политико-правовых факторов: доход, генерируемый оцениваемым предприятием; риски, сопровождающие получение этого дохода; среднерыночный уровень доходности на аналогичные объекты; характерные черты оцениваемого объекта; конъюнктура рынка; текущая ситуацию в отрасли и в экономике в целом [3]. Все факторы невозможно одновременно учесть в рамках одного расчетного алгоритма, поэтому в стандартах предусматривается возможность использования нескольких подходов и методов: «…в случае использования нескольких подходов к оценке, а также использования в рамках какого-либо из подходов к оценке нескольких методов оценки выполняется предварительное согласование их результатов с целью получения промежуточного результата оценки…» [6]. Федеральный стандарт оценки «Оценка бизнеса (ФСО № 8)» устанавливает, что при «определении стоимости бизнеса определяется наиболее вероятная расчетная величина, являющаяся денежным выражением экономических выгод от предпринимательской деятельности организации» [7].

Мы видим, что, не смотря на большое количество разработанных стандартов, выбор подхода к оценке бизнеса не регламентируется, а что такое «наиболее вероятная величина» и как ее рассчитать – не разъясняется. В научных публикациях предлагается использование среднего арифметического или средневзвешенного значения, полученного на основе расчетов стоимости бизнеса по разным подходам, что, на наш взгляд, необоснованно по многим причинам, например, из-за разной достоверности используемой информации (ретроспективные или прогнозные данные).

Наиболее целесообразно определять интервал возможной стоимости бизнеса, то есть определять максимальное и минимальное значение стоимости бизнеса в зависимости от цели оценки, соотношения спроса и предложения на конкретном рынке, особых условий и требований владельца бизнеса.

Во-вторых, деятельность предприятия связана с использованием нематериальных активов, которые трудно поддаются стоимостной оценке, но оказывают большое влияние на стоимость бизнеса. Стоимость предприятия (бизнеса) в виде хозяйственного комплекса и совокупная стоимость его активов и пассивов различны даже с учетом рыночной конъюнктуры. Часто эта разница зависит от нематериального актива ***«деловая репутация»***. В положении бухгалтерского учета *деловая репута-*

ция предприятия определяется как разница между стоимостью предприятия как единого целостного имущественного комплекса, имеющего определенную репутацию, и балансовой стоимостью имущества этого предприятия и представляет собой оценку деятельности предприятия с точки зрения его деловых качеств [10].

Необходимо отметить, что деловая репутация предприятия является многоаспектным понятием и не имеет ни на практике, ни в литературе четкого и конкретного перечня ее структурных элементов. А именно ответ на этот вопрос является первостепенным для анализа, оценки и управления деловой репутацией. На основе выполненного исследования, в рамках оценки стоимости бизнеса, авторами были определены *основные элементы, формирующие деловую репутацию*: качество товаров и услуг; квалификация высшего руководства и топменеджеров; конкурентоспособность; корпоративная культура (этика в отношении с внутренними партнерами); этика в отношении с внешними партнерами; высокий уровень показателей экономической эффективности; маркетинговая политика; кредитная история.

Виды деловой репутации представлены на рис. 1 [2].

Положительная деловая репутация организации – *«гудвилл»* – надбавка к цене, уплачиваемая покупателем в ожидании будущих экономических выгод, учитывается в качестве отдельного инвентарного объекта в бухгалтерском балансе предприятия.

Отрицательная деловая репутация организации – *«бэдвилл»* – скидка с цены, предоставляемая покупателю в связи с отсутствием стабильных покупателей, репутации качества, деловых связей, опыта управления [10].

Деловая репутация представляет собой часть стоимости предприятия, которая не существует отдельно от предприятия.

В бухгалтерском балансе деловая репутация отражается в рамках нематериальных активов только в том случае, если предприятием была совершена сделка купли другого предприятия. Стоимость собственной деловой репутации в балансе не отражается. Но тем не менее оценка гудвилла может быть использована в качестве самостоятельного и эффективного критерия финансовой стабильности предприятия: использование такой оценки обусловлено необходимостью расчета капитализации предприятия, определения экономической добавленной стоимости, обоснования выбора стратегических направлений развития. Отрицательные значения бэдвилла можно использовать в качестве критерия возникновения потенциальной опасности для существования предприятия как самостоятельного юридического лица [4].

Существует два основных подхода к определению стоимости деловой репутации: *формализованный и экспертный* [2]. С помощью ***формализованных методов*** стоимость деловой репутации определяется в количественном выражении, и при этом учитываются конкретные экономические показатели, влияющие на ее величину. ***Экспертные методы*** основываются на рейтингах, составленных независимыми экспертами и организациями, а также анализе и соотнесении элементов деловой репутации предприятия на основе экспертных оценок. Основные проблемы определения стоимости деловой репутации заключаются в том, что часто методы формализованного подхода подменяют понятие «деловая репутация» на «бренд», а методы экспертного подхода не позволяют дать количественную оценку стоимости.

Рис. 1. Виды деловой репутации предприятия

Рис. 2. Критерии оценки деловой репутации для контактных групп

Сегодня в научной литературе и на практике существуют различные интерпретации понятия «деловая репутация». Имеется много близких по смыслу и значению терминов, основными из которых являются «образ компании», «бренд», «известность», «имидж». *Образ* – это результат и форма отражения предметов и явлений материального мира в сознании человека: образ предприятия формируется на основе ощущений, представлений и суждений; *имидж* – это тоже внешний образ предприятия, направленный на формирование и поддержание впечатления, то есть это представление о предприятии, которое возникает у потенциальных клиентов на основе информации, распространяющейся с помощью рекламы и связей с общественностью. Имидж является переменной составляющей *бренда*, который представляет собой совокупность устойчивых связей товарной марки предприятия или его продукции с сознанием потребителей. Существует множество определений понятия «бренд», наиболее емким, на наш взгляд, является определение Н.К. Розовой: «Бренд – это последовательный набор функциональных, эмоциональных и самовыразительных обещаний целевому потребителю, которые являются уникальными, значимыми и трудно имитируемыми» [9]. И которые формируются в сознании потребителей.

Репутация – создавшееся общее мнение, то есть состояние массового сознания, о качестве, достоинствах и недостатках кого-либо или чего-либо; следовательно, *деловая репутация* – это показатель отношения к предприятию со стороны внешнего окружения, показатель доверия, готовности к сотрудничеству, приемлемости его стратегии, понимания целей, стиля и намерений деятельности. То есть *деловая репутация – это более объективное понятие и целостное представление о предприятии как субъекте определенного вида деятельности, более тесно связанное с конкретными результатами профессиональной деятельности в долгосрочном периоде.*

Часто «бренд» и «деловую репутацию» используют как взаимозаменяемые понятия, особенно это свойственно для корпоративных брендов. Но при этом следует учитывать, что бренд поддается контролю и управлению со стороны предприятия, а деловую репутацию проконтролировать сложно, ее надо заслужить всей деятельностью. Можно сказать, что образ и имидж позволяют идентифицировать, бренд – идентифицировать и дифференцировать, а деловая репутация – идентифицировать, дифференцировать и обеспечивать конкурентное преимущество конкретного предприятия и его продукции.

Мероприятия для формирования и управления деловой репутацией предприятия

Деловая репутация во внешней среде предприятия	Деловая репутация во внутренней среде предприятия
Благотворительная и спонсорская деятельности	Формирование и внедрение корпоративного кодекса
Предоставление программ лояльности для внешних партнеров	Создание условий для карьерного роста сотрудников
Создание обратной связи	Предоставление полного социального пакета для сотрудников
Создание эффективных маркетинговых мероприятий	Формирование имиджа руководства и топ-менеджеров
Занятие твердой позиции на рынке путем добросовестной конкуренции	Существование системы тренингов и курсов повышения квалификации

Таким образом, можно выстроить взаимозависимую последовательность: образ → имидж → бренд → деловая репутация. Все эти составляющие деловой репутации, в свою очередь, имеют возможность вызвать как положительные, так и отрицательные реакции во внешней среде. Такое отношение можно объяснить тем, что элементы деловой репутации рассматриваются разными контактными группами, при этом границы интересов контактных групп условны и в каждом конкретном случае могут иметь пересечения (рис. 2).

Необходимо подчеркнуть, что в основе деловой репутации лежит информация, которая постоянно вырабатывается как самим предприятием в целом, так и каждой контактной группой в отдельности. В связи с тем, что потоки информации неконтролируемы, они могут иметь непредсказуемое влияние на репутацию и в конечном счете на стоимость предприятия.

Деловая репутация относится к сложно оцениваемому в стоимостном выражении виду нематериального актива, но обуславливающему возможность дополнительных доходов и иных экономических выгод, а главное, влияет на стоимость бизнеса. Таким образом, экономически целесообразно создание, наращивание и управление деловой репутацией на протяжении всей деятельности предприятия.

В таблице составлен перечень мероприятий, которые направлены на формирование и управление деловой репутацией.

С точки зрения потребителей результирующими характеристиками прочно сложившейся положительной деловой репутации являются следующие показатели: доверие, поддержка, надежность, положительные рекомендации. Деловое доверие физических лиц и предприятий является одним из важнейших факторов проявления деловой репутации. Таким образом, можно заключить, что формирование и управление деловой репутацией предприятия – это очень трудоемкий и протяженный процесс, однако он позволяет получить большое конкурентное преимущество и является важнейшим инструментом при формировании стоимости бизнеса.

Список литературы

1. Алафишвили А.Д., Батова Т.Н. Анализ подходов и методов оценки стоимости бизнеса // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 5(70). – С. 749–754.

2. Алафишвили А.Д., Батова Т.Н. Деловая репутация предприятия в составе нематериальных активов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–4. – С. 735–740.

3. Зайцев А.В. Оценка бизнеса. – 2009, URL: http://ozenka-biznesa.narod.ru/.

4. Коротков Э.М. Антикризисное управление. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 406 с.

5. Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости» (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Минфина России от 28.12.2015 № 217н), URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193532/.

6. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы к оценке и требования к проведению оценки (ФСО-1)»: приказ Минэкономразвития России от 20.05.2015 № 297, URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180064/.

7. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Оценка бизнеса (ФСО № 8)»: приказ Минэкономразвития России от 01 июня 2015 № 326, URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180654/.

8. Общие требования к выполнению задания по оценке бизнеса Принят Комитетом по экономической оценке бизнеса в июне 1991 г. Одобрен Правлением ASA в июне 1992 г., URL: http://www.appraisers.org/.

9. Розова Н.К. Маркетинг – СПб: Вектор, 2005. – 222 с.

10. «Учет нематериальных активов» (ПБУ 14/2007), приложение к Приказу Министерства финансов Российской Федерации от 27.12.2007 № 153н, URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_63465/.

УДК 004.051

ПРИМЕНЕНИЕ BUSINESS INTELLIGENCE-СИСТЕМ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Алиев О.М., Шамхалова Э.А., Аразова Э.С.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: oaom666@mail.ru

В статье показано, что деятельность банка не будет успешной без BI-систем, ибо АВС не способны справиться с задачами по формированию данных и обеспечить сильными приложениями и аналитическими инструментами, необходимыми банку от IT. В рамках статьи дано описание системы Business Intelligence, применение ее в банковской деятельности. В ходе написания статьи было проведено исследование, согласно которому были выявлены результаты ожидания от BI-систем в кредитных учреждениях. Также в статье рассмотрено применение системы Business Intelligence в ПАО «Сбербанк России» на платформе SAP. Банки, применяющие в своей деятельности технологии Business Intelligence, в первую очередь повышают доходность бизнеса и рентабельность, а также создают условия для прозрачности отчетности. В статье приведено описание платформы SAP Business Object, выявлена ключевая проблема ее внедрения и приведен путь решения, охарактеризованы этапы формирования архитектуры информационной системы SAP Business Object, а также были рассмотрены преимущества и выгоды от внедрения SAP Business Object.

Ключевые слова: Business Intelligence, SAP Business Objects BI, банк, банковская деятельность, информация, Сбербанк России, информационная система

APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE-SISTEM IN BANK ACTIVITY

Aliev O.M., Shamkhalova E.A., Arazova E.S.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: oaom666@mail.ru

In article it is shown that activity of bank will not be successful without BI systems because AVS are not capable to cope with tasks of formation of data and to provide with strong appendices and analytical tools, necessary for bank from IT. Within article the description of the Business Intelligence system, its application in bank activity is given. During writing of article the research according to which results of expectation from BI systems in credit institutions were revealed was conducted. Also in article use of the Business Intelligence system in PJSC Sberbank of Russia on a platform of SAP was considered. The banks applying Business Intelligence technologies in the activity, first of all, increase profitability of business and profitability, and also create conditions for transparency of the reporting. The description of the SAP Business Object platform is provided in article, the key problem of its introduction is revealed and the solution is given, stages of formation of architecture of the information system SAP Business Object are characterized, and also advantages and benefits from introduction of SAP Business Object were considered.

Keywords: Business Intelligence, SAP Business Objects BI, bank, bank activity, information, Sberbank of Russia, information system

В настоящее время успешность любой компании на рынке определяется тем, насколько быстро менеджмент компании определяет уровень динамики рынка и как воздействует на них для достижения поставленной цели. Менеджеры компании обязаны оценивать риски, разрабатывать стратегию компании, определять свои ресурсы и т.д., следовательно, основным ресурсом компании для принятия управленческих решений служит информация.

Для организации действует такое правило: чем больше сформировано руководством оперативной и объективной информации, тем выше вероятность принятия оптимальных решений, влияющих на эффективность бизнеса. BI-системы особенно содействуют этому.

Business Intelligence представляет собой методы и инструменты для перевода необработанной информации в наиболее удобную форму. На сегодняшний день BI-системы используются в различных крупных организациях, в том числе в кредитных учреждениях. Business Intelligence является основной частью для разработки жизнеспособной стратегии банка, ибо его развитие неосуществимо без представления текущей ситуации в бизнесе и направления его движения [4].

Данные системы особенно актуальны для кредитных организаций, которые осуществляют свою деятельность в условиях жесткой конкуренции и высокой динамичности, бизнес которых является клиентоориентированным [3, с. 16–18].

Согласно исследованиям Gartner, BI-системы в 2016 г. снова возглавили рейтинг технологических приоритетов CIO, опередив облачные технологии, мобильные приложения, цифровой маркетинг, data miting, ERP, CRM, специализированные отраслевые приложения и средства защиты информации.

По нашему мнению, деятельность банка не будет успешной без BI-систем, ибо АВС

не способны справиться с задачами по формированию данных и обеспечить сильными приложениями и аналитическими инструментами, необходимыми банку от IT. BI-системы применяются для сбора информации и ее анализа. Так как банки применяют множество информационных систем, основной задачей BI является преобразование собранных данных в информацию с целью принятия решений. Как правило, для таких целей применяется хранилище данных. Второстепенной задачей является анализ информации. Каждый банк устанавливает свои требования к аналитике. Положительные результаты внедрения и дальнейшей эксплуатации системы зависят от профессионально установленных критериев формирования отчета.

На успех внедрения BI-систем в кредитном учреждении влияют такие факторы, как:

– во-первых, определение конкретных целей и задач проекта;

– во-вторых, поддержка руководства банка и необходимость качественного исхода данных и доступа к ним;

– в-третьих, вовлечение пользователей в процесс и их обучение.

Банки, применяющие в своей деятельности технологии Business Intelligence, в первую очередь повышают доходность бизнеса и рентабельность, а также создают условия для прозрачности отчетности. Посредством BI-решений возможно подготовить для клиента целевые предложения, предоставляющие возможность увеличить масштабы применения банковских продуктов. Это приводит к увеличению доходов банка и позволяет ему занять лидирующую позицию на рынке.

Главной задача BI-систем – вовремя подготовить необходимый объем информации, посредством которого можно рассчитать риски и управлять ими. Помимо этого BI-решения позволяют создавать модель поведения клиентов, обратившихся в банк за кредитом. На основе этого банк решает, кому и в каком объеме выдать кредит.

Основными преимуществами внедрения систем BI в банке являются (рис. 1):

– повышение эффективности процессов принятия решений;

– повышение скорости и точности составления отчетов, аналитики и планирования;

– повышенная удовлетворенность клиентов [1, с. 49–57].

По мнению аналитиков Technology Evaluation Centers (TEC), успешность проектов внедрения систем Business Intelligence в банке составляет не более 30%. Основная проблема – несовпадение результатов с ожиданиями. Иначе говоря, заказчики не до конца понимают, что им нужно.

Существенным недостатком системы являются большие издержки, осуществляемые при ее внедрении. Основным шагом при внедрении систем BI является строгое определение целей и задач. Именно отсутствие этого приводит к разрушению основ бизнес-анализа.

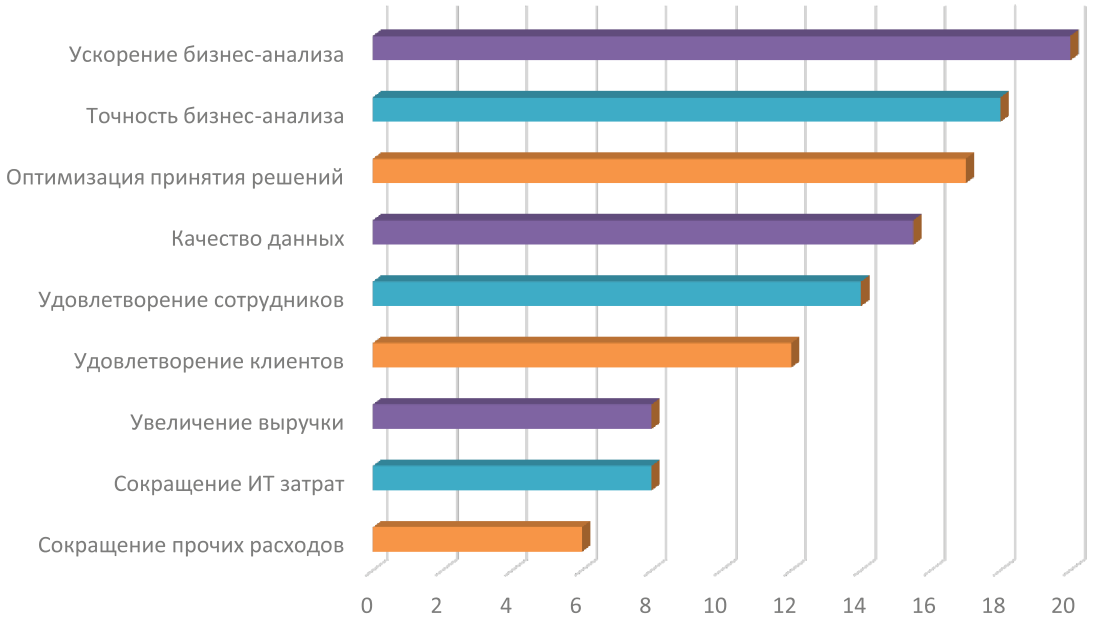


Рис. 1. Преимущества BI-систем

Рис. 2. Результаты опроса

Необходимо задать себе такой вопрос: как: «Чего хотим добиться?» Ответив на этот вопрос, кредитное учреждение может определить цели и задачи. А это позволяет выбрать оптимальные инструменты для их решения и обеспечит понимание со стороны конечных пользователей. Результаты внедрений BI-систем можно смело зафиксировать в терминах окупаемости инвестиций. Тем не менее, приступая к делу с неопределенными, неосязаемыми целями, вы рискуете потерять наступательный порыв своего проекта [6].

Нами было проведено исследование, в ходе которого в сети Интернет мы задали вопрос различным кредитным организациям: «Каких результатов вы ожидаете от BI-системы?» На рис. 2 изображена круговая диаграмма с показателями опроса.

В данном опросе приняли участие 100 различных банков России. Согласно опросу, наиболее ожидаемыми результатами от внедрения бизнес-аналитики являются повышение качества принимаемых решений и рост контроля над бизнес-процессами в целом. Сокращению издержек и росту прибыли отдают предпочтение более 60 опрошенных, 54 опрошенных – моментальному получению аналитических отчетов, и 53 опрошенных – быстрому выявлению проблемных мест. 43 участника намерены увеличить скорость реагирования и принятия решений, чуть меньше 30% – на повышение качества работы с клиентами. При этом ценность и полезность BI-систем осознают практически все опрошенные. Отметим, что участники имели возможность выбрать несколько ответов.

В данное время кредитные организации как в России, так и за рубежом акцентируют свое внимание на BI-системах. Безусловно, они намерены применить их в своей деятельности и тщательно ознакомиться с функциональными возможностями данной системы.

Существуют различные BI-платформы: Microsoft, Oracle, SAP, SAS Institute и другие. Наиболее популярными в России являются SAP (21%) и Oracle (14%). Выбор BI-инструмента зависит от бюджетов на IT-банка. Такие крупнейшие банки, как Сбербанк и ВТБ24, используют мощные аналитические платформы. А для небольших банков бюджетным вариантом является Excel. Он позволяет получить неплохие результаты, а его основным минусом является неспособность работать с большим объемом данных [5].

Рассмотрим внедрение системы Business Intelligence на примере ПАО «Сбербанк России». Сбербанк России – крупнейший российский универсальный банк, контролируется Центральным банком РФ, обладающим 52% акций. В 2012 г. в Сбербанке была внедрена SAP Business Object 4.0. Этот продукт предоставляет возможность решить ряд задач, касающихся бизнес-аналитики.

Выгоды от внедрения SAP Business Objects BI

Выгода	Описание
Увеличение прибыльности. Повышение эффективности работы отдела сбыта	– Оптимизация путем сравнительного анализа прибыльности каждого продукта. – Оптимизация цены на продукты в соответствии с их себестоимостью. – Повышение показателей продаж путем использования клиентской аналитики
Понимание клиентов. Оптимизация маркетинговых стратегий	– Возможность привлечения долгосрочных клиентов. – Привлечение и сохранение нужных клиентов посредством целевого маркетинга. – Отслеживание и управление всеми аспектами привлечения клиентов
Оптимизация цепочки поставок и снабжения	– Снижение расходов на хранение запасов путем оптимизации материального потока. – Повышение дохода путем улучшенного управления запасами – Обеспечение своевременного наличия продуктов в местах продажи
Качественный сервис и сохранение клиентов	– Сокращение оттока клиентов путем повышения их удовлетворенности и лояльности. – Обслуживание клиентов согласно моделям покупательского поведения. – Оперативное решение проблемы оттока клиентов при помощи анализа первопричин
Управление финансами	– На базе финансовых результатов возможность управления главными показателями эффективности (KPI). – Быстрая реакция на изменения путем сокращения циклов планирования, бюджетирования и консолидации. – Точное прогнозирование для управления финансовыми последствиями, возможностями и рисками
Повышение эффективности ИТ-отдела	– Значительное сокращение затрат на создание, разработку и тестирование отчетов. – Сокращение времени на составление отчетов и повышение эффективности построения запросов. – Снижение общей стоимости владения и затрат на информационную инфраструктуру

Формирование архитектуры SAP Business Object, так же как и любой другой архитектуры информационной системы, состоит из ряда этапов [2]:

– формирование логико-структурной модели информационной области предприятия с применением различного распределенной базы данных, которые существуют в организации;

– построение модели Захмана для пяти точек зрения с шести аспектов с целью постоянного, ситуационного и проектного управления;

– построение матриц координации исполнителей, ресурсов и бизнес-процессов;

– применение BPMN в целях работы ситуационного центра в процессе принятия решений по нештатным ситуациям с применением симуляции различных вариантов решений.

– генерация BPMN моделей из системных моделей с наложением условий выполнения ролей, ресурсов и т.д. для бизнес-процессов регулярного и ситуационного управления;

– создание системных моделей на основе матриц, а также с учетом выделенных в моделях Захмана точек зрения и целей построения системных моделей;

Стратегия SAP базируется на следующих направлениях инноваций.

1. Прежде всего, банку важно понять, насколько эффективна его деятельность, и с этой целью необходимы совместное использование информации, отчетов, анализ и визуализация данных.

2. Возможность и удобство подключиться самостоятельно к инструментам BI дают возможность глубже разобраться в данных пользователям.

3. Доступность работникам бизнес-аналитики с любого устройства и места, в том числе используя социальные сети кредитных организаций.

SAP Business Object представляет пакетное решение, посредством которого формируется достоверный и легкий в понимании обзор текущего бизнеса, а на основе функционала бизнес-аналитики разрабатываются прогнозы и выделяются направления дальнейшего развития.

Ключевой проблемой является поддержание качества данных. По нашему мнению, для ее решения необходимо применить стандартизацию и миграцию данных. С надежными и достоверными данными кредитная организация способна принять

правильное решение, оптимизировать цепочки поставок и получить общее представление о клиентах с целью усовершенствования их обслуживания (таблица). Все это предоставляет ей такие преимущества, как:

– быстрая реакция на изменения путем сокращения циклов планирования, бюджетирования и консолидации;

– прогнозирование в полном объеме с целью не только регулирования, но и контроля рисков;

– сформированное общее решение не только для анализа данных и отчетности, но и с целью обмена информацией в единой среде;

– осуществление масштабирования решения в соответствии с динамикой развития бизнеса, уменьшение общей стоимости владения и сокращение затрат на информационную инфраструктуру;

– современные средства безопасности в целях защиты данных и ограниченного доступа к ним.

Итак, BI-системы призваны повысить эффективность управления кредитной организацией за счет помощи в принятии правильных и быстрых управленческих решений. Данная система занимается обработкой данных, собранными другими IT-системами, т.е. у банка должна использоваться какая-либо автоматизированная система для сбора достаточно больших объемов данных, необходимых для анализа и принятия на их основе решений. Причем собранные данные должны быть представлены в таких форматах данных, которые можно будет использовать для обработки с помощью системы BI.

Список литературы

1. Амириди Ю.В., Алексеева Т.В., Дик В.В. Информационные аналитические системы: учебное пособие. – М.: МФПУ Синергия, 2013. – 384 с.

2. Белов В.С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения: учебное пособие, руководство, практикум / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2005. – 111 с.

3. Исаев Д.И. Аналитические информационные системы: учебное пособие для студентов экономических специальностей. – М.: ВШЭ, 2008. – 60 с.

4. Лазуков С. BI в банках: пути развития // Prognoz: сайт. URL: http://www.prognoz.ru/publications/ (дата обращения: 10.02.17).

5. Свинарев С. Российский рынок BI: текущие реалии и повседневные задачи // PCWeek: Идеи и практики автоматизации: сайт. URL: https://www.pcweek.ru/idea/article/ detail.php?ID (дата обращения: 10.02.17).

6. Федоров Е.И. Применение системного подхода для анализа современных проблем систем Business Intelligence // ADVISER: Государство. Бизнес. ИТ.: сайт. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/BI (дата обращения: 10.02.17).

УДК 338.12.017

О КРЕДИТОВАНИИ И МЕРАХ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В РОССИИ

Алферова Л.А.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, e-mail: alflyuba@yandex.ru

Проведен анализ состояния объемов кредитования субъектов малого и среднего бизнеса за 2015 и первую половину 2016 г. Выделены факторы, повлиявшие на снижение объемов кредитования. Осуществлен расчет коэффициента превышения на основе изучения демографии малых предприятий и проведен анализ показателя в динамике. Проведено сравнение показателей, входящих в индекс RSBI за три квартала 2015–2016 гг. и сопоставление фактических показателей кредитования с результатами, полученными в ходе опроса руководителей компаний малого и среднего бизнеса. Выделены угрозы, мешающие достичь значений ключевого индикатора, указанного в Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 г. Определен состав многоканальной системы финансовой поддержки субъектов малого и среднего бизнеса и возможные результаты реализации Стратегии.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, динамика объемов кредитования, угрозы и возможности, стратегия, многоканальная система финансовой поддержки

ABOUT CREDITING AND DEVELOPMENT MEASURES OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS IN RUSSIA

Alferova L.A.

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, e-mail: alflyuba@yandex.ru

The analysis of small and medium business subjects crediting amounts condition for the 2015 and first half of 2016 is carried out. The factors that influenced on decreasing of crediting amounts are allocated. Calculation of excess coefficient based on demography of small enterprises studying is performed and the analysis of an indicator in dynamics is carried out. Comparison of the indicators entering the RSBI index in three quarters 2015–2016 and comparison of the actual indicators of crediting to the results received during the heads of the small and medium business companies questionnaire is carried out. The threats preventing to reach values of the key indicator specified in the Strategy of development for a small and average entrepreneurship in the Russian Federation for the period till 2030 are allocated. The structure of multichannel system of a subjects of small and medium business financial support and possible results of strategy implementation is determined.

Keywords: small and medium business, dynamics of crediting amounts, threat and opportunity, strategy, multichannel system of a financial support

Малое и среднее предпринимательство (МиСП) – важнейший сегмент рыночной экономики, способствующий развитию экономики страны благодаря выпуску товаров и услуг, необходимых всем хозяйствующим субъектам: домашним хозяйствам, организациям, органам власти.

В Стратегии развития МиСП, утвержденной Правительством Российской Федерации (РФ), отмечается: развитие малого и среднего бизнеса – основа как для инновационного развития и улучшения отраслевой структуры экономики, так и социального развития [8]. В Распоряжении Правительства РФ от 2.06.2016 г. № 1083-р определены ключевые индикаторы реализации Стратегии по восьми направлениям: государственное регулирование и поддержка МиСП, рыночные ниши для бизнеса, технологическое и территориальное развитие, доступное финансирование, кадры и др. В частности, указано, что оборот субъектов МиСП в постоянных ценах в 2030 г. по отношению к 2014 г. должен вырасти в 2,5 раза, доля среднесписочной численности работников (без внешних совместителей) в общей численности занятого населения – возрасти с 24,4 % в 2014 г. до 35 % в 2030 г., прирост высокопроизводительных рабочих мест на малых и средних предприятиях (накопленным итогом) должен достичь 1250 тыс. ед. в 2018 г. и увеличиться к 2030 г. в 3,4 раза [8].

В достижение этих результатов существенный вклад должна внести банковская система и изменение подходов к кредитованию МиСП. По данным Банка России объем кредитов, депозитов и прочих размещенных средств, предоставленных организациям, физическим лицам и кредитным организациям в банковском секторе РФ, увеличивается из года в год. Прирост этого показателя с 01.01.2015 до 01.10.2016 г. составил 4,95 %, в то время как объем предоставленных кредитов МиСП снизился более чем в три раза на 01.07 2016 г. и в 2 раза – на 01.10.2016 г. [6, с. 124, 132].

Таблица 1

Объем предоставленных кредитов МиСП в банковском секторе РФ (млн руб.)

	01.01.2015	01.07.2015	01.10.2015	01.01.2016	01.07.2016	01.10.2016
Субъекты МиСП, всего	7610594	2460011	3933401	5459869	2445737	3772456
из них ИП	582582	141966	223691	308247	143792	225168
В том числе в рублях:						
субъекты МиСП	7194839	2333199	3680488	5080547	2344124	3658613
из них ИП	579638	141612	223016	307425	143214	224519
в инвалюте и драгоценных металлах						
субъекты МиСП	415755	126812	252913	379322	101613	113843
из них ИП	2944	354	675	822	578	649

Таблица 2

Динамика ежемесячных коэффициентов рождаемости и ликвидации организаций в РФ за 10 месяцев 2015–2016 гг.

Показатель	Месяцы года									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2015 год										
К рождаемости	8,1	8,8	10,5	10,1	96,8	8,0	8,6	7,6	7,6	8,7
К ликвидации	4,4	5,0	5,2	7,7	3,6	4,4	5,9	5,6	5,6	6,1
2016 год										
К рождаемости	5,9	6,5	10,6	9,2	7,5	8,5	7,1	8,1	8,2	8,4
К ликвидации	8,8	7,1	11,3	10,3	11,2	10,1	10,4	18,4	18,8	14,2

Сравнивая данные по объемам кредитов МиСП на 1 января 2015–2016 гг. наблюдаем значительное снижение – на 28,3 %, при анализе данных на 1 июля каждого года отмечается незначительное падение (– 0,6 %), а на 1 октября – (– 4,1 %) (табл. 1). Динамика кредитов, предоставленных индивидуальным предпринимателям, показывает худшие результаты: снижение в 4 раза за 1,5 г. и более чем в 2 раза падение за 1 год и 9 месяцев.

Основную часть кредитов (94,5 % на 01.01.2015 г. и 96,9 % на 01.10.2016 г.) малые и средние предприятия получают в национальной валюте. Доля кредитов, выдаваемых в иностранной валюте и драгоценных металлах, сокращается.

На снижение объемов кредитования субъектов МиСП повлиял экономический кризис в стране, возникший вследствие резкого ухудшения внешних условий (резкое падение цен на нефть и металлы в 2015 г. и сохранение низких цен в первом полугодии 2016 г.; падение курса национальной валюты и зависимость курса рубля от цены на нефть; продолжение политики сохранения санкций по отношению к России), а также включение инструментов денежно-кредитной, бюджетно-налоговой политики для недопущения дальнейшего спада в экономике. Это сказалось на изменении количества существующих предприятий в стране и динамике коэффициентов рождаемости организаций (количество зарегистрированных организаций / среднее количество учтенных организаций) и коэффициентов ликвидации (количество официально ликвидированных организаций, приходящихся на 1000 учтенных организаций) (табл. 2) [7].

Сравнение двух коэффициентов по месяцам двух лет показывает рост коэффициентов ликвидации организаций в 2016 г. Расчет коэффициента превышения как частного от деления коэффициента ликвидации организаций на коэффициент рождаемости и представление его на гистограмме наглядно отражает ухудшение условий для предпринимательской деятельности в Российской Федерации. Наибольшее значение коэффициента превышения наблюдается в сентябре (2,29) и августе (1,22), наименьшее (1,06) – в марте 2016 г. (рис. 1).

Ухудшение условий хозяйствования отразилось на показателях экономической деятельности МиСП. Оборот малых предприятий (включая микропредприятия) за 2015 г. составил 17,29 трлн руб. и был меньше на 34,5 %, чем в 2014 г. За январь – сентябрь 2016 г. оборот малых предприятий (без микропредприятий), являющихся юридическими лицами, составил 13,13 трлн руб. [5]. Доля малых и средних предприятий в обороте по экономике в целом

в 2014 г. составляла 32,4% и была ниже, чем в 2013 г. Это связано с резким сокращением количества предприятий и уменьшением средней численности работников почти в 2 раза (с 11 744 174 человек в 2014 г. до 6 660 925 чел. в 2015 г.) [1, с. 14]. Несмотря на отрицательную динамику показателей, оборот в расчете на одного работника вырос в 2015 г. по сравнению с 2014 г. на 15,5%, что является положительным результатом.

Определенное воздействие на результаты деятельности МиСП оказывают обзоры агентств, публикующие информацию по разным направлениям. В настоящее время основные прогнозные тенденции в сегменте малого и среднего бизнеса отражаются в индексе RSBI, рассчитываемом на основе ежеквартального опроса руководителей компаний в сегменте малого и среднего бизнеса, который проводит Промсвязьбанк и «ОПОРА РОССИИ» (рис. 2) [2, 4].

Как видно из рис. 2, динамика индекса нестабильна. При этом сравнение значения индексов в I и III кварталах 2016 г. с достигнутыми значениями в соответствующих кварталах 2015 г. указывает на улучшение ситуации, прирост составил соответственно 2,7 пункта в первом случае и 1,8 пункта во втором.

Изменение индекса RSBI обусловлено ростом/снижением индексов компонентов, входящих в его состав, которые представлены в табл. 3 [2, 3]. Более высокие значения индекса «Продажи» во II квартале каждого года по сравнению с I кварталом обусловлены сезонным фактором – позитивными ожиданиями предпринимателей к летнему периоду. В третьем квартале 2016 г. индекс «Продажи» достиг максимальной величины и свидетельствует о позитивных ожиданиях предпринимателей относительно роста потребительского спроса на товары и услуги.

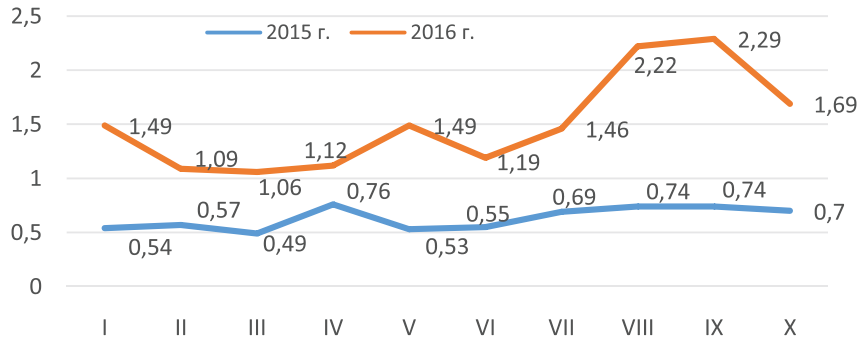


Рис. 1. Динамика коэффициента превышения за январь – октябрь 2015–2016 гг.

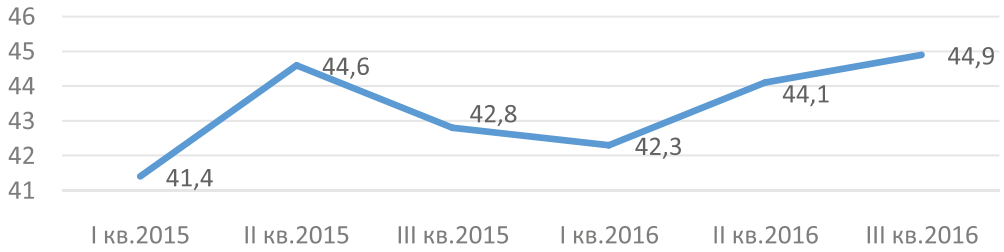


Рис. 2. Динамика индекса RSBI за I–III кварталы 2015–2016 гг.

Таблица 3

Динамика основных компонент индекса RSBI в первой половине 2015–2016 гг.

Составляющие индекса RSBI	I кв. 2015	II кв. 2015	III кв. 2015	I кв. 2016	II кв. 2016	III кв. 2016
Индекс «Продажи»	40,7	48,1	43,5	44,5	48,0	49,5
Индекс «Кадры»	50,2	52,0	49,7	50,6	51,2	52,2
Индекс «Доступность финансирования»	36,8	38,2	41,4	41,8	45,3	нет данных
Индекс «Готовность к инвестициям»	39,8	40,9	37,7	33,6	32,6	35,1

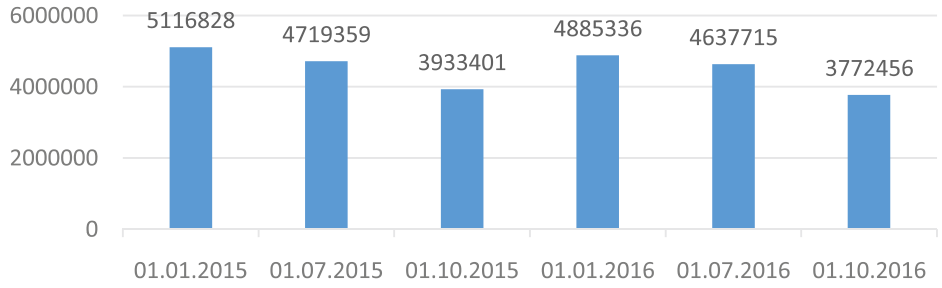


Рис. 3. Задолженность по кредитам субъектов МиСП за 2015–2016 гг. (млн руб.)

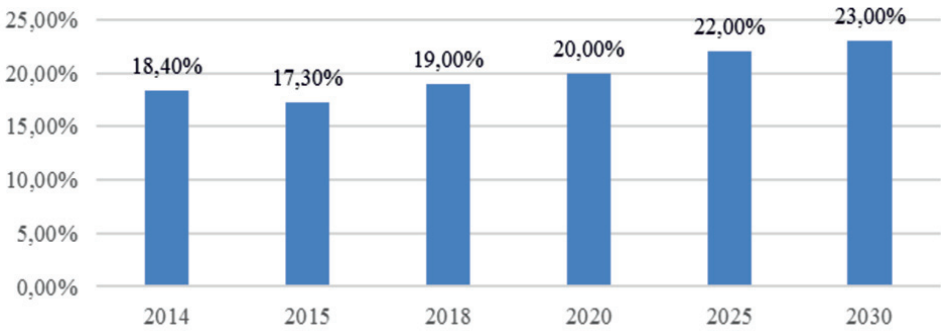


Рис. 4. Прогноз доли кредитов, предоставляемых субъектам МиСП с 2014 г. по 2030 г.

Индекс «Доступность финансирования» имеет положительный тренд (прирост составил 8,5 пунктов во втором квартале 2016 г. относительно I квартала 2015 г.) и снижение в третьем квартале 2016 г. по сравнению со II кварталом. Индекс «Готовность к инвестициям» начиная со II квартала 2015 г., имел тенденцию к снижению и оказал сдерживающее влияние на рост общего индекса RSBI за этот период, но в III квартале 2016 г. вырос на 2,5 пункта по сравнению с предыдущим кварталом, но еще не достиг максимальных значений 2015 г. Поскольку два последних индекса по весу составляют 50% от общего значения индекса, то мнения опрашиваемых (выборочная совокупность насчитывает 2292 компании в 21 регионе) могут существенно повлиять на принятие решений в тех организациях, которые не подвергались опросу, при условии, что руководители предприятий знают о существовании сводного индекса.

Сравним результаты опроса предпринимателей для расчета индекса «Доступность финансирования» и фактические данные по объемам кредитов, предоставленных малому и среднему бизнесу. Опрос, проведенный организацией «ОПОРА РОССИИ», показал, что 55% респондентов во втором квартале против 45% в первом квартале 2016 г. отмечали легкость получения кредита [3].

По данным Банка России объем кредитов, предоставленных МиСП на 01.10.2016 г., снизился на 31,0% по сравнению с тем, что было на начало года, а ссуды индивидуальным предпринимателям – на 27,0% (табл. 1). Задолженность субъектов МиСП по предоставленным кредитам в банковском секторе РФ на те же даты также сокращалась, но на меньшую величину (22,8%). В сравнении с задолженностью по предоставленным кредитам на 01.01.2015 г. снижение составило 26,3% (рис. 3). Удельный вес ссудной задолженности по кредитам у индивидуальных предпринимателей с января 2015 по сентябрь 2016 г. показывает сохранение тренда на постепенное замедление спада деловой активности (снижение с 12,6% до 8,9%) [6, с. 132].

Для преодоления отрицательной динамики в российской экономике предпринимаются различные меры:

– формирование сети организаций, образующих инфраструктуру информационно-консультационной и имущественной поддержки предпринимательства (центры и агентства по развитию предпринимательства, фонды поддержки и содействия развитию кредитования, АО «Федеральная

компания по развитию МиСП», созданная в 2015 г. и др.);

– формирование и совершенствование нормативно-правовых и организационных основ государственной поддержки МиСП;

– поддержка самозанятости;

– расширение инвестиционного потенциала малого и среднего бизнеса;

– создание специальных налоговых режимов с целью оптимизации системы учета и налоговых платежей;

– расширение доступа малых предприятий к закупкам товаров, работ и услуг для государственных и муниципальных нужд, а также для нужд компаний с государственным участием, включая установление квот на осуществление закупок;

– создание комплексных кредитных продуктов для субъектов МиСП коммерческими банками и др.

Основываясь на указанных мерах и результатах их реализации, в Стратегии развития МиСП доля кредитов, предоставленных субъектам МиСП в общем кредитном портфеле юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, должна вырасти за 2014–2030 гг. на 25%, а с учетом фактических данных за 2015 г., когда произошло снижение доли по сравнению с 2014 г., прирост достигнет 32,9% (рис. 4) [8].

Угрозами для достижения роста доли кредитов, предоставленных субъектам МиСП в 2018 г., может стать:

– продолжение экономического кризиса в стране и сохранение низкого спроса на продукцию малых и средних предприятий;

– финансовая неустойчивость предприятий вследствие высоких процентных ставок по кредитам и роста просроченной задолженности по кредитам;

– сохранение низкой инновационной и инвестиционной активности малых и средних предприятий;

– высокая налоговая нагрузка в связи с отменой льготы по налогу на имущество для плательщиков специального режима, введение торгового сбора и др.;

– задержки в оплате выполненных заказов МиСП со стороны региональных и местных органов власти;

– неравномерность развития малого и среднего бизнеса на территории России из-за различных подходов к применению мер регулирования и поощрения предпринимательства.

Для целенаправленного решения проблем, присущих малому и среднему бизнесу и достижения целей, в Стратегии выделены две целевые группы:

1) массовый сектор, включающий торговые предприятия, организации, оказывающие услуги населению, и производящие и реализующие сельхозпродукцию;

2) высокотехнологический сектор, включающий предприятия в сфере обрабатывающей промышленности, организации, производящие продукцию и услуги на экспорт, осуществляющие внедрение инноваций.

Для преодоления вышеназванных угроз и отрицательных последствий, если они будут иметь место в российской экономике, предусматривается:

– разработка и внедрение стандартов оказания различных форм и видов поддержки субъектам МиСП на разных уровнях власти. Ведущую роль в этом процессе будет играть АО «Федеральная компания по развитию МиСП»;

– снятие административных барьеров, препятствующих занятию рыночных ниш на региональных и муниципальных рынках товаров, работ, услуг, посредством внедрения стандарта развития конкуренции;

– создание условий для развития МиСП в социальной сфере путем популяризации такой деятельности и предоставления субсидий;

– встраивание малого и среднего бизнеса в производственные цепочки отдельных юридических лиц посредством оказания им методической помощи для участия, создания условий для предоставления маркировки товаров знаком «Сделано в России» и увеличения квоты на закупки у субъектов МиСП с 18% в 2016 г. до 25% в 2018 г. К сведению, в 2015 г. госзакупки составили 1,6 трлн руб., причем с 1 июля этого года госкомпании должны были осуществлять у малого и среднего бизнеса не менее 10% всех закупок [1, с. 14–15];

– расширение поддержки инновационных проектов МиСП на начальной стадии с использованием грантовых механизмов, посредством участия институтов развития (Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и др.);

– сохранение моратория на увеличение налоговой нагрузки в течение трех лет, а в будущем и на долгосрочный период, а также моратория на проведение плановых проверок;

– формирование многоканальной системы финансовой поддержки субъектов малого и среднего бизнеса в рамках выделенных целевых секторов и др., включающей различные формы кредитования и поддержку со стороны различных организаций (табл. 4) [6, с. 18]. В 2016 г. в целях поддержки малого и среднего бизнеса Банк России сохранил процентную ставку на уровне 6,5% по рефинансированию под залог кредитных требований к субъектам МиСП и увеличил лимит рефинансирования [1, с. 15].

Таблица 4

Многоканальная система финансовой поддержки субъектов МиСП в рамках Стратегии

Элементы системы финансовой поддержки	Изменения и новизна
Кредитование коммерческими банками	Разработка системы стандартов кредитования в рамках целевых секторов; пересмотр коэффициентов аллокации капитала относительно кредитов, предоставляемых МиСП
Развитие микрофинансирования	Создание условий для эффективного взаимодействия МФО с заемщиками, органами власти, ЦБ РФ и институтами развития
Кредитование коммерческими банками	Разработка системы стандартов кредитования в рамках целевых секторов; пересмотр коэффициентов аллокации капитала относительно кредитов, предоставляемых МиСП
Развитие микрофинансирования	Создание условий для эффективного взаимодействия МФО с заемщиками, органами власти, ЦБ РФ и институтами развития
Развитие национальной гарантийной системы поддержки МиСП	Создание трехуровневой модели оказания Корпорацией гарантийной поддержки и системы продвижения гарантийных продуктов
Развитие долгосрочного кредитования	Развитие системы проектного финансирования и синдицированного кредитования
Развитие факторинга и лизинга	Развитие стандартов факторинга и принципов оценки кредитного риска, содействие развитию электронных мест для осуществления сделок, применение механизмов рефинансирования кредитов лизинговых компаний
Развитие инструментов прямого финансирования	Создание фонда гибридного финансирования проектов МиСП, расширение практики венчурного финансирования, инвестиций бизнес-ангелов
Развитие новых инструментов	Коллективное финансирование малых высокотехнологичных фирм: краудфандинг и краудинвестинг; использование площадки Московской биржи для привлечения инвестиций в развитие МиСП

Предложенные меры и инструменты развития малого и среднего бизнеса позволят улучшить их хозяйственную деятельность, повысят уровень занятости населения, будут способствовать росту числа предпринимателей и в конечном итоге – повышению качества жизни населения.

Список литературы

1. Банк России. Обзор финансовой стабильности (IV кв. 2015 г. – I кв. 2016 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cbr.ru/publ/Stability/fin-stab-2015-16_4-1r.pdf (дата обращения: 10.02.17).

2. Индекс Опоры RSBI зафиксировал максимум деловой активности МСБ с конца 2014 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://expertsib.ru/novosti/novosti/indeks-opory-rsbi-zafiksiroval-maksimum-delovoy-aktivnosti-msb-s-konca-2014-goda (дата обращения: 10.02.17).

3. Индекс RSBI во 2 кв. 2016 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://infovend.ru/wp-content/uploads/2016/07/index_216.pdf (дата обращения: 10.02.17).

4. Итоги RSBI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rsbindex.com/results (дата обращения: 10.02.17).

5. Малые предприятия (без микропредприятий) в январе-сентябре 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru / statistics/enterprise/reform/# (дата обращения: 10.02.17).

6. Объем кредитов, депозитов и прочих размещенных средств, предоставленных организациям, физическим лицам и кредитным организациям в банковском секторе РФ Статистический бюллетень Банка России, 2016 г., № 12(283) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cbr.ru/publ/BBS/Bbs1612r.pdf (дата обращения: 10.02.17).

7. Показатели демографии организаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.gks.ru/free_doc/new_site/business/inst-preob/demo-org.htm (дата обращения: 10.02.17).

8. Стратегия развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://government.ru /media/files/jFDd9wbAbApxgEiHNaXHveytq7hfPO96.pdf (дата обращения: 10.02.17).

УДК 330.341.2

ИНТЕГРАЦИЯ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Антоненкова А.В., Винтова Т.А., Титов В.А.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва, e-mail: antalbina@yandex.ru, tawin@yandex.ru, vtitov213@yandex.ru

Отличительной чертой современной экономики является ориентация на знания и повышение роли человеческого капитала, в первую очередь за счет роста эффективности и результативности управленческих кадров. Более тесная связь между фундаментальной теорией и практикой ее применения составляют прочную основу конкурентоспособности в условиях международной интеграции. Экономика знаний в информационном обществе характеризуется динамичностью и непрерывностью технологических инноваций и требует все более богатого запаса знаний, умений и навыков от специалистов и управленческих кадров. Анализ отечественной системы образования позволил установить, что в настоящий момент российские вузы сталкиваются с теми же проблемами, которые когда-то стояли и перед европейскими университетами. Для того, чтобы развить, а впоследствии прочно закрепить успехи в экономической сфере, необходимо современное, качественное и гибкое высшее образование, которое будет соответствовать современным потребностям, а также ориентироваться на инновации и интеграцию образовательной и исследовательской деятельности на всех уровнях подготовки управленческих кадров.

Ключевые слова: информационные технологии, образовательные услуги, рынок образовательных услуг, глобализация, конкуренция, образовательные программы

THE INTEGRATION OF THE RUSSIAN EDUCATION SYSTEM INTO THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC SPACE

Antonenkova A.V., Vintova T.A., Titov V.A.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: antalbina@yandex.ru, tawin@yandex.ru, vtitov213@yandex.ru

A distinctive feature of the modern economy is to focus on the knowledge and the role of human capital, primarily due to increase in the efficiency and effectiveness of managerial staff. Closer links between basic theory and its practical application constitute a solid basis for competitiveness in the international integration. Knowledge economy in the information society is characterized by dynamism and continuous technological innovation and requires a richer store of knowledge and skills of specialists and administrative personnel. Analysis of the national education system revealed that currently Russian universities facing the same problems, which once stood in front of European universities. In order to develop and subsequently firmly secure the success in the economic sphere, it must be a modern, flexible and high-quality higher education that will meet the needs of a modern and focused on innovation and the integration of education and research at all levels of management training.

Keywords: information technology, education services, educational services market, globalization, competition, educational programs

Важнейшим условием формирования человека и общества в целом было и остается образование. Именно оно обеспечивает воспроизводство общества, передавая накопленные знания и социокультурный опыт от поколения к поколению. Многие исследователи и ученые признают тот факт, что эффективность работы и производительность труда имеют неудовлетворительные показатели в тех странах, где низкий уровень образования, особенно в первичном секторе экономики. В странах, занимающих ведущее положение в мировой экономике, образование и наука выступают центральным звеном системообразующих факторов, при этом от качества образования управленческих кадров в значительной мере зависят производительность труда и, как следствие, результаты в социальной и экономической сферах общественной жизни [3].

Либерализация российской экономики способствует ее более глубокой интеграции в мировые хозяйственные отношения, что в свою очередь повышает востребованность использования новейших рыночных инструментов управления во всех сферах экономической деятельности. В отраслевой структуре отечественной экономики наряду с сельским хозяйством, добывающей и обрабатывающей промышленностью, энергетикой, строительством, торговлей, транспортом и связью, финансами и услугами, во многом определяющими экономический рост страны и благосостояние граждан, важная роль отводится обеспечению высокого качества и престижа российского образования. Успешность реализации этой цели тесно связана с модернизацией российской системы высшего образования в рамках основных положений Болонской декларации.

Отправной точкой создания единого образовательного пространства считается 19 июня 1999 г., когда в итальянском городе Болоньи министры образования 29 европейских стран подписали одноименную декларацию, в которой были сформулированы основные принципы построения единого пространства высшего образования. 19 сентября 2003 г. на встрече министров образования 33 европейских стран, проходившей в Берлине, Россия присоединилась к Болонскому соглашению [2].

В Болонской декларации приведены следующие ключевые принципы сближения национальных образовательных систем: использование сравнимых квалификаций в области высшего образования; переход на двухступенчатую систему высшего образования, включая подготовку бакалавров и магистров; введение оценки трудоемкости учебных дисциплин и нагрузки в терминах зачетных единиц (ECTS – европейская система зачетных единиц), а также отражение содержания учебной программы в приложении к диплому, образец которого разработан UNESCO; повышение мобильности студентов, преподавателей и администрации университета (предполагающей, что студенты и преподаватели должны провести не менее семестра в другом вузе, желательно зарубежном), взаимное признание квалификаций и соответствующих документов в сфере высшего образования, обеспечение автономности современных университетов [3].

К достоинствам Болонского процесса и двухуровневой подготовки можно отнести принятие образовательной квалификации бакалавра и магистра европейскими работодателями, что расширяет возможности выпускников отечественных университетов при трудоустройстве за границей. Выпускник университета с дипломом бакалавра может занимать определенную должность, требующую высшего профессионального образования, а подготовка магистров прежде всего ориентирована на научно-исследовательскую или педагогическую работу за счет более узкой и глубокой специализации.

Сравнивая традиционную систему подготовки специалистов, действующую ранее в России, и новую двухуровневую, можно с уверенность сказать, что новая образовательная парадигма привнесла несколько положительных моментов, которые должны позитивно сказаться на востребованности выпускников российских университетов.

В настоящее время подготовка бакалавров и магистров российских вузов происходит в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения. Ключевые особенности действующего Федерального государственного образовательного стандарта заключаются в следующем.

Во-первых, уровень высшего образования с присуждением степени бакалавра предполагает два типа образовательных программ: академический и прикладной. В отличие от академического бакалавриата, где основной упор делается на глубокую теоретическую подготовку, прикладной бакалавриат ориентирован на специфику будущей профессии, а учебный процесс состоит более чем на 50 % от общей трудоемкости из практических занятий и семинаров. Таких специалистов подготавливают для работы в тех отраслях, где требуются специальные знания, навыки и умения. Часто в процессе составления и дальнейшей реализации таких образовательных программ университеты учитывают пожелания конкретных работодателей и руководствуются профессиональными стандартами, особенно в новых высокотехнологичных отраслях [1].

Во-вторых, университетам предоставляется больше возможностей. Например, по программам бакалавриата университет определяет 50 % содержания учебных программ, а в магистратуре это значение уже равно 70 %. Отметим, что наличие обязательных дисциплин прежде всего обусловлено необходимостью сохранения базовых специальностей российской системы образования, которые в соответствии с ФГОС представляют собой только профильную направленность подготовки.

В-третьих, если ранее действующие государственные стандарты предполагали изучение конкретных учебных дисциплин, то современные ФГОС фокусируют внимание на достижении определенного уровня знаний и компетенций за счет освоения различных дисциплин, в том числе и по выбору самого студента. При таком подходе качество подготовки определяется уровнем приобщения студента к будущей профессиональной деятельности и возможностью выполнять определенные трудовые функции.

В-четвертых, особенность современных Федеральных образовательных стандартов заключается в том, что одна пятая часть аудиторных занятий должна проходить с использованием интерактивных технологий и методик, а лекционные занятия преподавателя не должны превышать половину аудиторной нагрузки. Также новые образовательные стандарты значительно увеличивают объем самостоятельной работы студентов, а семинарские занятия включает творческие работы в форме рефератов, эссе, портфолио и т.д.

В-пятых, введена новая система зачетных единиц, которая представляет собой эффективный механизм оценки количественных и качественных показателей уровня подготовки студентов. Через систему зачетных единиц (кредитов) меняется стиль работы как преподавателей, так и студентов, что и составляет основу организации современного учебного процесса. Данная система позволяет на основе объективных критериев устанавливать по итогам обучения индивидуальный рейтинг каждого студента и поощрять наиболее выдающихся; расширять кругозор студента в рамках изучаемых дисциплин за счет лучшей самоорганизации по поиску, сбору и анализу дополнительной информации; совершенствовать методическое обеспечение учебного процесса благодаря более тщательной работе со студентами в рамках индивидуального и группового консультирования [8].

Вместе с тем Россия и другие страны континентальной Европы сталкиваются с последствиями финансового и глобального кризисов, а также ограничениями, связанными с международной политической ситуацией в условиях изменчивости конъюнктуры рынка, что постоянно ставит перед системой образования непростые задачи, решение которых требует адекватных инновационных форм, методов и способов подготовки управленческих кадров.

Существенную роль в достижении национального приоритета повышения экономической конкурентоспособности и развития экономики, основанной на знаниях, играет качество образования. Как известно, учебный процесс является познавательной деятельностью, семинары и лекции выступают основой для организации учебных ситуаций и для формирования соответствующих компетенций, знаний, способностей и навыков, а также их развития. Таким образом, учебный процесс является наиболее действенным способом достижения поставленной цели [9].

Процесс интеграции в международное образовательное пространство требует от университетов акцентировать внимание на широком спектре навыков в практической работе, знании иностранных языков, национальных культур, современных способах организации работы, как выпускников, так и преподавателей. Общепризнанно, что в условиях интеграции в международное пространство университетам и их сотрудникам необходимо участвовать в серьезных научных исследованиях, которые могут быть признаны международным научным сообществом и интересны потенциальным заказчикам с точки зрения их пригодности для практической реализации [7].

Современные университеты выступают организациями, которые реально способны влиять на процесс формирования информационного общества и экономики знаний, поэтому они требуют наличия хорошего финансирования своей деятельности. В экономике, основанной на знаниях, миссия университета должна быть направлена на создание знаний и их передачу обществу. Строго говоря, вузы имеют хорошие возможности развития, чтобы противостоять локальным и глобальным проблемам для развития человеческого капитала и всего общества в целом.

Проведя анализ различных публикаций, отечественной нормативно-правовой базы, а также ряда локальных документов ведущих российских вузов, можно выделить основные направления совершенствования образовательной деятельности, тенденции их развития и проблемы.

Показателем результативности таких преобразований и реформ являются рост востребованности выпускников вузов со стороны известных работодателей и крупного бизнеса, а также повышение спроса на образовательные услуги и научные исследования в условиях свободной конкуренции в странах Европы и в мире [6].

Проблемы конструктивного диалога между государством, бизнесом и обществом должны присутствовать в деятельности современных университетов. Решение данной проблемы заключается в организации постоянной научно-практической деятельности на базе крупных исследовательских университетов в форме конференций, конкурсов и грантов с целью вовлечения заинтересованных лиц и общественности в решение актуальных задач современности и популяризацию научной мысли [8].

Понятия времени и пространства приобретают новые значения через бурное развитие сети Интернет и современных информационно-коммуникационных технологий, представляя конечным пользователям возможность обмениваться и получать огромное количество информации практически из любого места и в любое время, тем самым снимая ограничения на обязательность посещения лекций и семинаров [11].

Инфраструктура российских университетов все больше становится похожа на западные образцы и постоянно улучшается. Сегодня ведущие российские университеты имеют в своем распоряжении не только административные здания и учебные корпуса, но и бассейны, спортзалы и стадионы, огромные библиотеки, собственные туристические базы, лекционные аудито-

рии, столовые, кафе и комбинаты питания. Но в то же время университеты развивают не только физическую инфраструктуру, но виртуальное пространство.

Виртуальное пространство современных университетов крайне разнообразно и в каждом конкретном случае индивидуально как по структуре, так и по содержанию. Оно обычно включает: Интернет-портал образовательной организации, учетно-аналитические системы, системы поддержки учебного процесса (LMS), виртуальные образовательные среды (VLS), системы информационного управления (MIS), экспериментальные системы дистанционного обучения. Существуют идеи расширения обучающего виртуального пространства с помощью мощных серверов и виртуальных библиотек, что приводит к мысли о необходимости виртуального управления университетом [9].

Изменчивость конъюнктуры рынка отечественной и мировой экономики постоянно ставит перед системой образования непростые задачи, решение которых требует адекватных современных форм, методов и способов подготовки управленческих кадров. Большинство образовательных программ направлены на решение двух задач: дать студентам возможность приобрести знания по основным понятиям дисциплины и привить навыки в использовании этих знаний для решения реальных практических проблем.

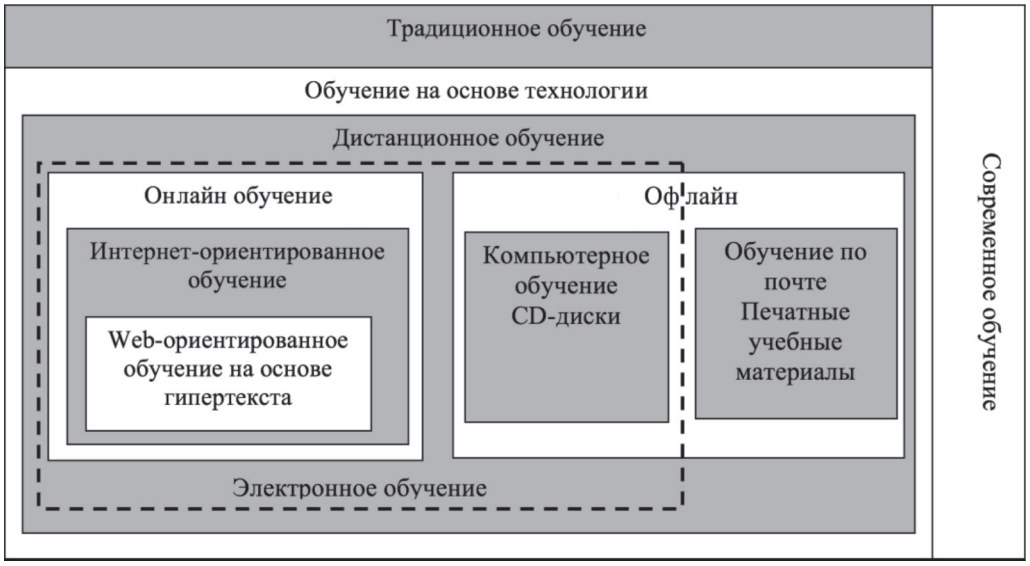
Отметим, что переход российских вузов к двухуровневой системе образования привел к резкому сокращению аудиторных часов, отводимых для лекционных и семинарских занятий, что способствовало развитию дистанционного образования [3]. В таких условиях возрастает необходимость в качественном совершенствовании теоретических и практических материалов, а действенным инструментом решения данной задачи могут выступать гипертекстовые информационные системы и технологии, направленные на достижение более результативной и эффективной деятельности образовательных учреждений при подготовке управленческих кадров, в том числе и по экономическим направлениям. Если раньше в России можно было наблюдать разрывы в развитии системы образования между столичными и областными университетами, а также между восточными и западными регионами из-за огромной территории и дефицита преподавателей, то в настоящее время различия минимизированы за счет внедрения образовательных стандартов и новейших достижений в сфере информационно-коммуникационных технологий [9].

Также необходимо отметить, что традиционная система преподавания, где преподаватель работает лицом к лицу со студентами, имеет недостатки, главными из которых являются: затянутость вхождения в профессию и снижение эффективности обучающих программ, ограниченный охват учебных и практических материалов, сложность, а иногда и невозможность отслеживать результаты обучения. Как показывает практика лучших западных университетов, преодоление этих разрывов возможно с помощью новых методов организации учебного процесса и информационных технологий с активным использованием электронных образовательных ресурсов.

В традиционном образовательном процессе ведущая роль принадлежит преподавателю и включает в себя все виды деятельности, которые помогают транслировать знания, факты, идеи или педагогическое мастерство. Такой подход подразумевает личное общение преподавателя и обучаемого, а использование технических средств сведено к минимуму.

Для успешной реализации электронная образовательная система должна продемонстрировать, что в ней в полной мере реализованы и работают педагогические принципы, а удаленные учащиеся могут эффективно взаимодействовать между собой и усваивать основные представления о предметной области с помощью соответствующих технологий. Однако в таких системах обычно роль технологии в первую очередь отводится тому, чтобы получить возможность работать с удаленными слушателями, а не предложить новый метод обучения. Предлагаемый подход следует рассматривать как улучшение информационных технологий, а не педагогических практик. Отдельные элементы технологий, используемых в электронном образовании, могут применяться и при классическом обучении, а также быть интегрированы в уже существующую инфраструктуру университета. Поэтому важно не ограничиваться слишком узким представлением о том, что представляет собой электронное образование, или о том, в чем его основная идея [11].

Электронные образовательные ресурсы используются прежде всего в процессе, в котором преподаватель и студенты могут быть физически отделены друг от друга, и для общения они вынуждены применять коммуникационные технологии. В ходе исследования установлено, что современные обучение можно разбить на два направления: онлайн (с использованием сетевых технологий) и офлайн-обучение (с использованием локальных компьютеров).



Структура форм обучения и используемых электронных образовательных ресурсов

Онлайн-технологии включают интернет-ориентированное обучение – личностно-ориентированный подход, основанный на использовании интернет-технологий: электронная почта, вебинары, чаты, доски объявлений, анкетирование. Web-ориентированное обучение является частным случаем использования интернет-технологий, в процессе обучения применяются специализированные гипертекстовые информационные системы. Ключевым моментом такого подхода является наличие виртуальной обучающей среды (платформы). Можно утверждать, что такое обучение – это новая модель учебного процесса.

Офлайн блок-включает обучение по почте, когда учебные материалы среди обучающихся распространяются на бумажном носителе через почтовые отправления. Такая форма обучения подразумевает удаленную работу обучаемого, но не обязательное использование компьютера.

Компьютерное обучение – обучение людей с использованием компьютерных средств или обучение компьютерной грамотности, но в любом случае при этом учебные материалы преимущественно распространяются на CD дисках, а также популярных форматах Word, PDF. При этом использование компьютера возможно как в учебных аудиториях, так и вне их.

Электронное обучение, так же как и дистанционное, предполагает пространственную удаленность, но процесс обучения строится на использовании информационно-коммуникационных технологий интернет-сети. Очевидно, что каждая группа терминов имеет свои нюансы, содержание и смысл. Эти соотношения продемонстрированы на рисунке, определяющем наиболее распространенные формы организации обучения: компьютерное обучение, дистанционное обучение, электронное обучение, интернет-ориентированное обучение, обучение на основе технологии и Web-ориентированное обучение [9].

Образовательные программы, реализованные в рамках дистанционного образования, могут предоставить уже практикующим специалистам возможность повысить квалификацию или пройти программы профессиональной переподготовки в условиях ограниченного времени, пространственного расположения или инвалидности, а также обновить и углубить знания работников непосредственно на их рабочих местах.

Таким образом, использование любой технологии трансляции знаний через любые доступные средства и по любым каналам связи автоматически влечет за собой элементы дистанционного обучения за счет отдаления преподавателя и студента. В настоящее время наблюдается сближение и взаимопроникновение традиционного и дистанционного обучений, их гармоничный симбиоз [10].

Дистанционные технологии в обучении имеют множество преимуществ, так, например, они снимают ограничения во времени и пространстве, способствуют увеличению масштабов университетов, повышают качество и снижают стоимость обучения. Таким образом, применение и популяризация дистанционных технологий обучения имеют

потенциал для ускорения интеграционных процессов российской системы образования в международное пространство.

Такие технологии могут хорошо описать традиционные педагогические приемы, и фактически не существует никаких противоречий между учебным планом, методами обучения, а также процедурами оценки, применяемыми в электронной образовательной среде. Однако создание электронных образовательных ресурсов непростое дело, которое требует отбора лучших педагогических практик и глубоких знаний в сфере информационных технологий.

В заключение отметим, что качественный образовательный продукт невозможно получить, улучшив отдельные компоненты сферы образования, поэтому современная траектория развития отечественной системы высшего и дополнительного образования заключается в повышении качества обучения, диверсификации миссий и профилей подготовки; поиске механизмов финансирования; развитии педагогического мастерства и управленческого потенциала руководства университета; интеграции с бизнесом путем создания партнерских отношений; повышении количества и качества исследований; внедрения внутренних механизмов обеспечения контроля образовательного процесса; интеграции в международное научное пространство; совершенствовании учебных программ.

Список литературы

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов [Электронный ресурс].http://fgosvo.ru/.

2. Болонская декларация. (г. Болонья, 19 июня 1999 г.) [Электронный ресурс]. http://www.msmsu.ru/userdata/manual/images/fac/ped_obr/Bolonskaja_deklaracija.pdf.

3. Аверина О.И., Горбунова Н.А. Двухуровневая система российского образования: проблемы и перспективы // Интеграция образования. – 2012. – № 3. – С. 3–8.

4. Евсеева Д. Социальные сети и их роль в развитии рынка онлайн-торговли в России // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. – 2016. – № 2 (14). – С. 126–131.

5. Грибов А.Ф., Максимов Д.А. Оптимальный сценарий развития Российской экономики // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6–1. – С. 109–112.

6. Максимов Д.А., Халиков М.А. К вопросу о содержании понятия «экономическая безопасность предприятия» и классификации угроз безопасности // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3–4. – С. 588.

7. Мартынов А.Ф., Титов В.А. Методологические подходы к управлению инновационной активностью // Транспортное дело России. – 2006. – № 12–4. – С. 40–42.

8. Меламуд М.Р., Романова Ю.Д. Коммуникации в сетевом обучении // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. – № 11. – С. 18–25.

9. Романова Ю.Д., Дьяконова Л.П., Герасимова В.Г., Музычкин П.А., Милорадов К.А., Шабанова Т.Д., Эйдлина Г.М. Экономическая информатика (учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры) // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 10. – С. 132–133.

10. Степанова М.Г., Неделькин А.А. E-learning технологий в современном образовательном процессе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5–5. – С. 826–827.

11. Титов В.А. Структурные преобразования в инновационных системах: методология исследования. – М.: Издательство «Риалтекс», 2010.

УДК 332.146.2

КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

[1]Безрукова Т.Л., [1]Степанова Ю.Н., [2]Эрматова А.И., [1]Штондин А.А.

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, e-mail: julia_vrn@inbox.ru;

[2]Кызыл-Кийский институт технологии, экономики и права Баткенского государственного университета (ныне Институт экономики и технологии БатГУ – ИЭиТ БатГУ), Кызыл-Кия, e-mail: julia_vrn@inbox.ru

Статья посвящена разработке комплементарного механизма поддержки системы предпринимательства на региональном уровне, который представляет собой комплекс процедур, позволяющих принимать обоснованные решения по эффективному управлению и обеспечению устойчивого развития предпринимательских структур, демонстрируя возможности учета, сбалансирования и обеспечения интересов его участников в целях получения социально-экономического и финансового эффекта. В данной экономической ситуации актуальным становится вопрос развития и поддержки системы регионального предпринимательства, в первую очередь в создании политических, правовых и экономических условий для более полного раскрытия сущностных региональных компонентов в виде личностного, ресурсного и стратегическо-экономического потенциалов, что приведет к достаточному свободному развитию системы и, как следствие, к экономическому росту в целом за счет устранения трудностей и повышения конкурентоспособности продукции, как на внешнем, так и на внутреннем рынках.

Ключевые слова: механизм развития, региональное предпринимательство, социально-экономический эффект, финансовый эффект, конкурентоспособность, эффективное управление

COMPLEMENTERITY MECHANISM OF REGULATION OF REGIONAL BUSINESS

[1]Bezrukova T.L., [1]Stepanova Yu.N., [2]Ermatova A.I., [1]Shtondin A.A.

[1]Voronezh State Forestry University, Voronezh, e-mail: julia_vrn@inbox.ru;

[2] The Kyzyl-kiya Institute of Technology, Economics and Law, Kyzyl-Kiya, e-mail: julia_vrn@inbox.ru

The article is devoted to the development of complementary business systems support mechanism at the regional level, which is a set of procedures to make informed decisions on the effective management and sustainable development of enterprise structures, demonstrating Challenge Account, balance and ensure the interests of its members in order to obtain socio-economic and financial effect. In the present economic situation becomes more urgent question of development and support of regional business systems primarily in the creation of political, legal and economic conditions for a more complete disclosure of the essential regional component in the form of personal, resource and strategic and economic potential, which will lead to sufficient free development system as a consequence of economic growth as a whole by eliminating the difficulties and improve the competitiveness of products, both foreign and domestic markets.

Keywords: development mechanism, regional business, social and economic impact, financial impact, competitiveness, good governance

Современные экономические условия, сложившиеся после вступления России в ВТО, предопределяют субъектам системы регионального предпринимательства в процессе осуществления их деятельности некие сложности. Совокупность влияния положительных и отрицательных факторов как внешнего, так и внутреннего воздействия в связи с расширением экономического пространства получила еще больший масштаб, что является существенным сигналом для субъектов в порядке построения предпринимательской деятельности в регионе [2].

В соответствии со сложившимся международным, межрегиональным, территориальным разделением труда основные факторы, влияющие на развитие системы предпринимательства являются существенными для ведения бизнеса и получения прибыли субъектами. Регион, как субъект Российской Федерации имеет, определенные специфические экономические условия ведения предпринимательской деятельности для малого бизнеса. По своему географическому, природно-климатическому, ресурсному, положению факторы, связанные с конкретным регионом, в котором ведется предпринимательская деятельность, будут иметь определенные различия. В связи с чем важно заложить в основу механизма регулирования системы предпринимательства сущностные компоненты регионального развития, а именно личностный, ресурсный и стратегическо-экономический потенциалы [5].

В первую очередь личностный потенциал определяет способность к умножению своих внутренних возможностей, способности к росту и развитию. Далее ресурсный

потенциал, представляющий собой совокупность, стоимость и уровень использования доступных ресурсов хозяйственного звена, то есть региона, даст возможность путем их освоения, переработки удовлетворять общественные потребности. И к тому же стратегическо-экономический потенциал – это некая интегральная оценка потенциальных возможностей – личного потенциала, заключенных в ресурсном потенциале, позволит их выгодно реализовать для достижения экономического эффекта. Стратегический потенциал системы предпринимательства в регионе строится на обоснованных управленческих решениях и включает в себя общую конкурентную, портфельную стратегию и стратегию диверсификации. По нашему мнению, экономический потенциал региона представляет собой уровень возможностей для обеспечения эффективности производства и реализации продукции, обусловленный имеющимися в его распоряжении ресурсами и способностью к их эффективному использованию и воспроизводству [4].

Как следствие вышеизложенного, построение механизма поддержки системы предпринимательства на региональном уровне должно основываться на понятии комплементарности.

Этимология термина «комплементарность» восходит к латинскому – *complementum* – дополнение. Исходя из этого содержания, понятие комплементарности дает возможность отразить самые разные стороны, окружающие систему предпринимательства.

Можно констатировать, что в современном научном знании термин «комплементарность» (наряду со своими содержательными аналогами комплиментарность», «дополнительность») широко применяется в самых различных познавательных ситуациях. Он «перекочевал» из естественнонаучных дисциплин в гуманитарные и социально-экономические, и частота его употребления (только в Рунете зафиксировано около тысячи различного рода работ, где используется данное понятие) говорит не только о появлении нового научного слова, но и о серьезном методологическом поиске, необходимости обновления, соответствующего современным реалиям методологического инструментария.

Авторская разработка комплементарного механизма регулирования региональной системы предпринимательства представлена на рисунке.

Запустить в действие такой механизм конечно, непросто, но возможно, если поэтапно соблюдать предложенную последовательность, а именно этапы подготовки, введения и развития.

Подготовительной фазой в разработке механизма отмечаем этап выделения сущностных компонентов, лежащих в основе системы регионального предпринимательства, путем проведения детального анализа положения дел в нужный период исследования в рассматриваемой сфере в зависимости от видов деятельности субъекта и расчет показателей в соответствии с системой оценки эффективности четырех видов деятельности: инновационной, производственной, управленческой и социальной.

Отметим, что оценка результативности деятельности предпринимательства основывается на системном подходе, позволяющем объединить множество связей как друг с другом, так и с внешней макросредой. При этом управление эффективностью подразумевает оценку всех существующих аспектов системы предпринимательства с помощью различных показателей.

Далее, ключевая роль в функционировании механизма должна принадлежать государству, именно оно на различных этапах сначала подготавливает его, затем вводит в действие и вводит и контролирует дальнейшее развитие.

Именно государство обеспечивает возможность развития реальному сектору экономики, учитывая сбалансированность и обеспечение интересов всех его участников в целях получения социально-экономического и финансового результата.

При этом субъекты системы предпринимательства получают конкретный финансовый, а государство – определенный социально-экономический результат, выражающийся в увеличении рабочих мест, повышении уровня жизни населения. Решающее значение для обеспечения устойчивости развития предпринимательских структур имеет не степень их регулирования государством, а качество этого регулирования, здесь и помогает комплементарный подход, дополняющий взаимодействия элементов, регулирующий процесс разработки и принятия управленческих решений по достижению стратегических целей, направленных на обеспечение перспективного развития предпринимательских структур.

На сегодняшний день, чтобы сделать конкурентоспособными субъекты системы предпринимательства, необходимо повысить заинтересованность субъектов в результатах своей деятельности, то есть заставить их работать на результат. Для этого нужно исключить слабые стороны и активизировать сильные, для достоверной оценки собственных возможностей в конкурентной борьбе и разработке мер и средств повышения степени устойчивости положения на рынке [6].

Комплементарный механизм развития региональной системы предпринимательства

Необходимо забывать и тот факт, что с позиции комплементарного подхода принципиальной особенностью, например, субъекта предпринимательства как открытой системы является присутствие человека в качестве активного элемента системы.

На этапе развития, с целью обеспечения динамичного и долгосрочного роста необходимо иметь различные варианты стратегий, начиная от краткосрочных и заканчивая долгосрочными мерами, рассчитанными на ближайшие 5–10 лет.

Вопросы экономической устойчивости субъектов предпринимательства, рассматриваются, прежде всего, во взаимосвязи с их финансовым положением, а именно – финансовой устойчивостью, показатели которой, как правило, используются и для количественной оценки экономической устойчивости.

Обобщая, отметим, что перспективное и стабильное развитие субъектов системы предпринимательства формируется в первую очередь за счёт управляемости со стороны государства и адаптивности с его поддержкой к внешним условиям.

Управляемость представляет собой свойство адекватного реагирования на управляющие воздействия. Категория надежности здесь определяется как взаимообратная известной в экономической литературе категории риска. Осуществление взаимоувязки риска и надежности представляется продуктивным, поскольку в этом случае при принятии управленческих решений в дополнение к инструментарию современного риск-менеджмента могут быть использованы определенные аналогии из аппарата теории надежности сложных технических систем. Кроме того, указанная связка является удобной при моделировании количественных оценок в целях измерения уровня риска либо надежности [3].

Все этапы механизма последовательно осуществляются, показывая тесную взаимосвязь между составляющими элементами, что проявляется в присутствии составляющей финансовой устойчивости внутри каждого из этих понятий.

На последнем этапе – этапе развития, в зависимости от вариантов определяется уровень функционирования предпринимательских структур, и, как следствие, если это перспективное или стабильное развитие, то экономика страны получает социально-экономический и финансовый эффект. Если состояние у субъекта близко к банкротству, то необходимо применять различные варианты финансового оздоровления.

При выборе наиболее рационального из множества альтернативных вариантов может быть рекомендована следующая методика [1].

Осуществляется разработка сценариев выхода из кризисной ситуации (варианты сценариев) ($i = 1,\ldots, m$):

$j = 1$ – внешнее управление,

$j = 2$ – финансовое оздоровление,

$j = 3$ – наблюдение.

Для каждой ситуации по каждому сценарию рассчитывается соответствующий показатель NPV. Вместе они составляют матрицу $\left\{\mathrm{NPV}_j^i\right\} i = 1,...,m : j = 1,2,3,4.$

Специфика указанных расчётов состоит в том, что в рамках каждого сценария исследуются действия механизма поддержки. А именно: закладываются потенциальные возможности повышения его адаптивности различными способами, например, путём создания резервов, другого рода избыточности, страхования ответственности и т.д.

Одновременно в процессе реализации сценария используют соответствующие способы маневрирования в зависимости от изменений внешней среды (как «отрицательных», так и «положительных»).

Опираясь на процедуры опроса экспертов и обработки их результатов, на понятие субъективной вероятности, можно на множестве сценариев задать априорное распределение вероятностей, отличное от равномерного.

В этом случае простейшим критерием принятия решений по выбору оптимального сценария является максимизация математического ожидания NPV

$$Q^i = \max_{1 \le i \le m} M(\mathrm{NPV}^i), \qquad (1)$$

где M – оператор математического ожидания; NPV^i – случайная величина, принимающая с некоторыми вероятностями одно из трёх значений.

Недостатком целевого показателя Q^i, $i = 1,\ldots,m$, является то, что он не учитывает рассеяния NPV. В принципе практически достаточную информацию о случайных величинах и случайных процессах, необходимую для оценки экономических показателей, содержат моментные характеристики первого и второго порядков. С учётом данного обстоятельства для показателя Q^i можно предложить следующие выражения:

$$Q^i = M(\mathrm{NPV}^i)/\delta(\mathrm{NPV}^i),\ i = 1,\ldots, m, \qquad (2)$$

$$Q^i = M(\mathrm{NPV}^i) - k \times \delta(\mathrm{NPV}^i),\ k \ge 0,\ i = 1,\ldots, m, \qquad (3)$$

где δ – оператор среднего квадратического отклонения.

В завершение отметим, что представленный комплементарный механизм поддержки

системы предпринимательства на региональном уровне состоит из трех этапов и включает комплекс процедур государственного регулирования, позволяющих принимать обоснованные решения по эффективному управлению и обеспечению устойчивого развития предпринимательских структур, демонстрирующий возможность учета, сбалансирования и обеспечения интересов его участников в целях получения социально-экономического и финансового результата.

Список литературы

1. Кожемякина В.А. Формирование стратегии устойчивого развития торговых предприятий как фактора обеспечения их конкурентоспособности [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05) / Кожемякина Виктория Анатольевна; Новосибирский филиал ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет». – Новосибирск, 2012. – 26 с.

2. Константинов А.В., Колесниченко Е.А., Якунина И.Н., Мотин И.Д. Критерии и методы мониторинга угроз экономической безопасности в секторах экономики в условиях трансформации внешних детерминантов [Текст] / А.В. Константинов, Е.А. Колесниченко, И.Н. Якунина, И.Д. Мотин // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 4. – С. 240–249.

3. Коробов С.А., Коробова С.И., Кулаченко Е.В. Стратегическое планирование региональной системы предпринимательства: ресурсно-ориентированный подход [Текст] / С.А. Коробов, С.И. Коробова, Е.В. Кулаченко // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 11–3 (76–3). – С. 541–544.

4. Морковина С.С., Степанова Ю.Н., Васильев О.И. Развитие региональной инновационной инфраструктуры в контексте обеспечения экономической безопасности национального хозяйства [Текст] / С.С. Морковина, Ю.Н. Степанова, О.И. Васильев // Финансы, Экономика, Стратегия. – 2015. – № 2. – С. 20–27.

5. Насонов В.В. Проблемы влияния региональных факторов на развитие малого предпринимательства [Текст] / В.В. Насонов // Молодой ученый. – 2014. – № 1. – С. 405–407.

6. Stepanova Yu. N., Sibiryatkina I.V., Sukhova V.E. Risk Aspects of Creation of Investment E-platform as a Tool of Support for Small Innovative Enterprises / Asian Social Science. – 2015. – Vol 11. № 20. – С. 119–126.

УДК 332.146.2

ФИНАНСОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Вербиненко Е.А., Бадылевич Р.В.

ФГБУН «Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина» Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, e-mail: ramapatit@rambler.ru

Настоящая статья посвящена исследованию зарубежного опыта формирования и современного состояния системы финансового регулирования развития арктических территорий. Показано, что арктические территории зарубежных стран (Канады, Дании, Норвегии, Швеции, США, Финляндии) характеризуются более низкими показателями социально-экономического развития, обеспеченностью населения услугами, различаются по степени финансовой самостоятельности, которой наделены органы власти на них. Особенности арктических территорий, обусловленные природно-климатическим фактором, наличием стратегических сырьевых ресурсов, социальными проблемами, предопределяют ответственность государства за положение дел на этих территориях. В статье рассматриваются инструменты и рычаги, формы и методы финансового регулирования, применяемые правительствами зарубежных стран для обеспечения устойчивости экономики северных территорий, оценивается эффективность финансового регулирования развития арктических территорий, представлены выводы по результатам проведенного исследования.

Ключевые слова: финансовое регулирование, финансовые инструменты, межбюджетные отношения, территориальные финансы, Арктические территории

FINANCIAL REGULATION DEVELOPMENT OF THE ARCTIC TERRITORIES IN FOREIGN COUNTRIES

Verbinenko E.A., Badylevich R.V.

Luzin Institute for Economic Studies (IES) of Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, e-mail: ramapatit@rambler.ru

This article is devoted to a research of foreign experience of forming of system of financial regulation of development of the Arctic territories. It is shown that the Arctic territories of foreign countries (Canada, Denmark, Norway, Sweden, the USA, Finland) are characterized by lower indicators of social and economic development, differ on degree of financial independence which allocated local and regional authorities. Features of the Arctic territories predetermine responsibility of the state for a situation in these territories. This article discusses the tools and levers, forms and methods of financial regulation by governments of foreign countries to ensure the sustainability of the economy of the northern territories, efficiency of financial regulation of development of the Arctic territories is estimated.

Keywords: financial regulation, financial instruments, intergovernmental relations, territorial finances, the Arctic territory

В России выработка принципов реализации регионального финансового регулирования, дифференциации подходов для различных групп регионов требует изучения возможных эффектов применения и значительного экономического обоснования.

Особенно тщательно следует подходить к выбору инструментов и рычагов финансового регулирования в регионах, чьи территории полностью или частично находятся в зоне Арктики и которые характеризуются сложными социально-экономическими условиями жизни населения, смещением пропорций развития региональных хозяйств в сторону добывающих производств, ограниченным финансовым потенциалом (см. подробнее [1]). При выборе эффективных инструментов регулирования финансовых процессов в данных субъектах необходимо использовать уже накопившийся отечественный опыт, а также зарубежный опыт формирования и реализации регионального финансового регулирования и применения финансовых рычагов развития северных территорий.

В настоящее время в число стран, чья территория частично относится к зоне Арктики, входит восемь государств: Россия, Канада, Дания, Норвегия, США, Швеция, Финляндия, Исландия. Каждая из приведенных стран имеет ту или иную долю площадей, находящихся в арктической зоне, но при этом в мире нет ни одной страны, которая бы полностью была расположена в зоне Арктики.

Канада является одной из самых близких к России стран по природно-климатическим условиям и географическому расположению. Большинство административных единиц Канады находятся в суровых климатических условиях. Так, 75% территории этой страны представляет со-

бой зону Севера, около 35 % – арктические площади (часть Северо-Западных территорий, территорий Юкон и Нунавут). По плотности населения Канада сопоставима с северными регионами России (средняя плотность по стране составляет около 3,5 чел./км^2). В настоящее время провинции в Канаде обладают достаточно широкими финансовыми правами и полномочиями. Одним из основных инструментов финансового обеспечения развития территорий, в том числе северных, в Канаде являлись региональные программы. В настоящее время разработкой и реализацией программ развития северных провинций и территорий Канады занимается Канадское агентство экономического развития северных территорий (Canadian Northern Economic Development Agency). Агентство способствует росту и развитию Северных территорий путем реализации программ экономического развития и сотрудничества, а также координирует деятельность других федеральных органов власти в области политики развития Севера Канады. На конец 2016 г. Агентство реализовывало следующие целевые программы развития северных территорий: «Стратегические инвестиции в экономическое развитие северных территорий Канады (Sined)», «Возможности экономического развития коренных сообществ Севера Канады (NAEOP), «Северная программа базового образования для взрослых (NABEP)», «Общественный фонд Улучшение инфраструктуры (CIIF)», «Поддержка и продвижение языков национальных меньшинств Севера». Общий ежегодный объем финансирования по программам составляет в настоящий момент более 150 млн кан. долл. [3].

Помимо государственных программ для устранения различий в уровне развития между провинциями и территориями в Канаде активно применяется выделение наиболее слаборазвитым административным субъектам финансовых ресурсов с помощью трансфертов. Через систему трансфертов провинциям и территориям перераспределяется порядка 20–25 % расходов федерального бюджета.

В Канаде на современном этапе развития применяется два вида межбюджетных трансфертов. Первый вид – нецелевые трансферты, предоставляемые провинциям и территориям для выравнивания бюджетной обеспеченности. Все три субъекта Канады, территории которых входят в арктическую зону, характеризуются достаточно низкими показателями финансовой обеспеченности и являются получателями нецелевых выравнивающих трансфертов. Второй вид межбюджетных трансфертов в Канаде – целевые, они направлены на обеспечение выполнения стандартов в наиболее важных социальных отраслях, таких как здравоохранение и социальная сфера.

В 2016–2017 гг. провинции и территории Канады получат через бюджетные трансферты 70,9 млрд кан. долл. Только за последние десять лет объем федеральной поддержки за счет трансфертов вырос в 1,5 раза.

В совокупном объеме выделяемых межбюджетных трансфертов на долю территорий Юкон, Нунавут и Северо-Западные территории приходится в общей сложности лишь 5 %. Но при этом размер межбюджетного трансферта в расчете на одного жителя по указанным территориям более чем в 10 раз превышает средние значения по стране (в среднем по северным субъектам около 25 тыс. долл. США на человека). Также следует отметить, что в отличие от общей структуры межбюджетных трансфертов в структуре трансфертов арктическим территориям ключевое место занимают нецелевые перечисления.

Финансовые рычаги формирования доходов (налоговые и неналоговые) в Канаде замыкаются в большей части на уровень провинций и территорий, что создает в этой стране достаточно уникальную ситуацию: совокупные доходы тринадцати территориальных единиц превышают доходы федерального уровня.

Обобщая опыт Канады в области финансового регулирования северных территорий, следует отметить высокий уровень их самостоятельности в вопросах использования финансовых инструментов, а также наличие большого количества приоритетных программ по развитию северных административных субъектов, финансируемых на федеральном уровне. При этом, несмотря на все принятые меры, Канаде в полной мере не удалось добиться значительного снижения различий в уровне развития северных территорий и столичных регионов.

США попали в перечень арктических стран благодаря наличию самого северного штата Аляски. Все остальные территории США располагаются существенно южнее Северного полярного круга. Аляска – самый большой штат США, его площадь составляет 1,72 млн км^2, население более 735 тыс. человек. По плотности населения Аляска занимает последнее пятидесятое место среди штатов США.

Одной из основных особенностей построения финансовых отношений между федеральным уровнем и территориями

в США является предоставление значительных полномочий отдельным штатам. В связи с этим власти Аляски обладают высокой степенью самостоятельности в области финансового регулирования и финансового обеспечения.

Большая часть доходов бюджета Аляски формируется за счет поступлений от компаний, занятых в нефте- и газодобыче на территории штата (порядка 50–60 % от общего размера доходов), на долю межбюджетных трансфертов из федерального бюджета приходится 20–25 %, оставшуюся часть формируют налоговые поступления. Такой объем поступлений от добычи полезных ископаемых позволяет Аляске иметь уникальную систему налогообложения, характеризующуюся незначительным количеством налогов и сниженными ставками. По уровню налоговой нагрузки на физических лиц Аляска относится к штатам с минимальными значениями показателей. При этом, по сравнению с другими штатами Западного побережья США, Аляска имеет самые высокие показатели сбора налогов на душу населения (в 2014 г. данный показатель составил 4603 долл. на человека) [4].

Межбюджетные трансферты выделяются Аляске от федерального правительства для финансирования различных совместных программ, в основном в виде перечислений на развитие здравоохранения, образования и транспорта. В 2014 г. размер межбюджетных трансфертов в расчете на душу населения Аляски составил около 4 тыс. долл. США (это, к примеру, более чем в пять раз меньше аналогичного сопоставимого показателя по северным территориям в Канаде). На каждый доллар налогов в последние годы Аляска получает примерно 1,8–2,0 доллара федеральных трансфертов и по данному соотношению входит в тройку наиболее самостоятельных штатов США (еще несколько десятков лет назад Аляска по данному показателю не входила даже в первую десятку лидеров среди штатов) [11].

Для повышения уровня жизни населения и роста инвестиционной активности используются на Аляске и уникальные инструменты финансового рынка. Так, в штате сформирован Alaska Permanent Fund – фонд, за счёт которого каждый житель Аляски получает годовые дивиденды от работы нефтяной отрасли.

Несмотря на то, что в целом финансовое регулирование в США в отношении Аляски является одним из самых эффективных, позволяющих данной северной территории активно развиваться, увеличивать численность населения и обеспечивать благоприятные предпосылки для обеспечения экономического развития в будущем, в последние годы Аляска испытывает серьезные финансовые трудности в связи с существенным падением цен на нефть и другие сырьевые ресурсы. За последние три года существенно возрос дефицит бюджета (в 2016 г. дефицит бюджета Аляски составил порядка 4 млрд дол. США). Власти Аляски в 2016 г. разработали план по оптимизации бюджета штата, который предполагает: сокращение расходов, реструктуризацию использования средств Alaska Permanent Fund, умеренное повышение налогов, налоговую реформу в области поступлений от отрасли нефте- и газодобычи [9].

Достаточно интересен опыт финансового регулирования арктических зон в Дании. В состав этой страны на правах автономной территории входит остров Гренландия, на который находится самая северная в мире точка суши. Гренландия является крупнейшим островом в мире, при этом численность его населения составляет около 60 тыс. человек. Хозяйство автономии специализируется на отраслях рыболовства, добычи полезных ископаемых, туризма. Следует отметить, что в Гренландии велика доля государственного и муниципального секторов в экономике.

Остров имеет права широкой автономии в составе Дании, обладает собственными органами исполнительной и законодательной власти. Несмотря на то, что в последние годы создаются условия для повышения финансовой самостоятельности данной автономии (так, в 2009 г. было принято решение о передаче Данией острову всех прав на добычу природных ресурсов), Гренландия является высокодотационным субъектом Дании. Государственные субсидии из бюджета Дании («блоковая помощь» (bloktilskud)) составляют около 1/3 ВВП автономии (ежегодная сумма финансовых трансфертов составляет около 500 млн евро). В пересчете на душу населения размер межбюджетных трансфертов острову составляет около 10 тыс. дол. США на человека, что два раза выше, чем, например, на Аляске, но ниже аналогичных показателей по северным территориям в Канаде.

В отличие от непосредственно территории Дании, где уровень налогообложения даже по европейским меркам высок, в автономии установлен широкий перечень налоговых скидок и льгот для инвесторов, что позволяет привлекать активно частный капитал для реализации крупных промышленных и инфраструктурных проектов.

Следует отметить, что финансовое обеспечение развития Гренландии осуществляет не только Дания, но и Европейский союз, с которым у автономии заключен ассоциированный договор.

В Финляндии к арктическим территориям отнесена одна из 19 областей (регионов) – Лапландия. По площади Лапландия является крупнейшей областью страны (ее территория составляет 92,6 тыс. км^2), с населением около 180 тыс. человек. Одновременно данный регион характеризуется наиболее низкой плотностью населения в Финляндии (около 2 человек на км^2). Лапландия относится к наименее благополучным регионам Финляндии, по показателю ВВП регион уступает в два раза наиболее развитым южным областям страны.

С 1990-х гг. и до настоящего времени основным финансовым инструментом, применяемым для развития северных территорий, являются целевые программы. Вступление Финляндии в ЕС в 1995 г. позволило повысить финансирование региональных программ развития северных и восточных территорий страны за счет средств фондов развития Евросоюза. В 1999 г. был создан Финнвера – специализированный фонд для стимулирования компаний, действующих в развивающихся областях (прежде всего, таких как Кайнуу, Сатакунта, Похьойс-Саво и Лапландия) (см. подробнее [7]).

В последние годы в Лапландии реализуются целевые программы, способствующие занятости населения и сокращению безработицы (финансируются государственным бюджетом Финляндии), программы по стимулированию реализации инновационных проектов и поддержки новых и растущих компаний (за счет средств европейских фондов).

Помимо программных инструментов в настоящее время для развития северных территорий применяются такие финансовые инструменты, как непосредственное выделение коммунам субсидий, софинансирование крупных инвестиционных проектов компаний.

В последние годы муниципалитеты Лапландии испытывают определенные трудности в области формирования доходной базы. Об этом, в частности, свидетельствует дефицитность бюджетов в 2016 г. восьми из двадцати одной общины Лапландии. При этом в структуре доходов коммун самого северного региона Финляндии существенна доля государственных средств (на 1 евро налоговых доходов, получаемых коммунами, приходится в среднем 0,65 евро государственных средств). В 2016 г. на каждого жителя Лапландии объем выделяемых государством средств составил 2491 евро (или примерно 2610 дол. США) [5]. Субсидии бюджетам коммун Лапландии предоставляются в основном на выравнивание бюджетной обеспеченности, а также на финансирование выполнения переданных государством коммунам функций. Размер выделяемых субсидий рассчитывается исходя из территориального расположения муниципалитета (чем севернее расположена коммуна, тем больше объем выделяемой субсидии), плотности населения, экономических показателей, численности слабозащищенных групп населения и других условий. В связи с тем, что формула расчета субсидий достаточно сложна, ее размер в расчете на душу населения даже непосредственно внутри одного региона Лапландии существенно различается (в 2016 г. значения по коммунам различались более чем в три раза).

Муниципальные органы власти в Финляндии обладают достаточно широким объемом полномочий в области формирования местных налоговых систем.

В целом за последние годы в Финляндии при реализации регионального финансового регулирования акцент был смещен с процесса перераспределения создаваемого в масштабах страны дохода в сторону финансирования процессов реализации внутреннего экономического и финансового потенциала отдельных областей. Но при этом следует отметить, что, несмотря на положительную оценку опыта реализации региональной политики в Финляндии, в этой северной стране сохраняется значительная дифференциация в уровнях экономического развития отдельных территорий. Лапландия в настоящий момент является одним из менее привлекательных регионов для жизни населения, о чем свидетельствует сохраняющийся отток молодого населения в южные области.

Одной из самых эффективных систем регионального финансового регулирования в настоящий момент признана система, сложившаяся в Швеции.

Административное деление Швеции предполагает выделение 21 субъекта (лена). Площадь самого северного лена – Норрботтена – расположена в арктической зоне. Население Норрботтена составляет примерно 250 тыс. человек, по плотности населения данный лен занимает последнее место среди регионов Швеции и Европы в целом (плотность составляет около 2,5 человек на км^2). Экономика Норрботтена основана в основном на добыче полезных ископаемых и лесной промышленности.

В последнее время в регионе активно развивается туристическая отрасль и сфера услуг, представленная большим количеством субъектов малого бизнеса. Норрботтен является одним из лидеров в последние годы среди ленов Швеции по объему инвестиций и производительности труда [6].

Поддержка арктических территорий как отдельное направление регионального финансового регулирования в Швеции практически не предусмотрена. Финансовое выравнивание развития лена Норрботтен происходит в рамках общегосударственной системы регионального выравнивания. Система финансового регулирования развития территорий после последнего реформирования состоит из пяти компонентов: выравнивания доходов, расходов, структурной субсидии, переходной субсидии и корректирующей субсидии. В 2016 г. объем выделенных государственных средств на одного жителя Норрботтена составил 11014,5 SEK (или чуть более 1220 долларов США). При этом около 65 % от объема государственных субсидий приходится на перечисления коммунам, а 35 % – непосредственно органам власти лена Норботтен [2].

Следует отметить, что современная система расчета субсидий для каждого муниципалитета позволяет достаточно широко дифференцировать размер государственных субсидий в соответствии с условиями, сложившимися в отдельных муниципалитетах. Даже среди отдельных коммун Норрботтена размер государственных перечислений в расчете на одного жителя в 2016 г. различался более чем в 10 раз. В структуре государственных перечислений северным коммунам в настоящий момент преобладают такие элементы, как субсидии по выравниванию доходов и структурные субсидии.

По сравнению с арктическими муниципалитетами других стран размер государственной помощи коммунам в Швеции достаточно невысок. Это объясняется в первую очередь небольшими различиями в уровнях экономического развития самого северного лена и других территорий данной страны. Развитое хозяйство и рациональная система местного налогообложения позволяют формировать коммунам Норрботтена высокий уровень собственных доходов, необходимых для их развития. Дополнительно для повышения инвестиционного потенциала территорий Норрботтена субъектам хозяйствования, работающим в этом регионе, предоставляются различные субсидии и льготы по налогам.

Использование эффективной системы финансового регулирования территориального развития позволило добиться Швеции существенного снижения региональной диверсификации, а также высокого уровня жизни населения на всей территории проживания.

Одной из стран со значительной долей арктических территорий является Норвегия. Традиционно к арктическим губерниям Норвегии относят три округа: Финнмарк, Тромс, Нурланн, с общей площадью 113 тыс. км^2 и населением около 475 тыс. человек. Также к арктическим территориям Норвегии следует отнести архипелаг Шпицберген, площадью 61 тыс. км^2 и населением около 2,5 тыс. человек. Основы регионального финансового регулирования северных территорий в Норвегии заложены в Государственной стратегии реализации политики устойчивого развития северных регионов страны на 2011–2030 г. [4]. Финансовое регулирование развития арктических территорий осуществляется в Норвегии на трех уровнях. Первый уровень – это дотации из государственного бюджета губерниям и коммунам. Второй уровень – это установленная система льгот (прежде всего налоговых) субъектам хозяйствования, осуществляющим деятельность в северных округах. Третий уровень – дополнительная поддержка населения, проживающего на арктических территориях. Система государственных дотаций в Норвегии в целом схожа с системой финансового выравнивания территорий, применяемой в Швеции. Коммуны, располагающиеся в Финнмарк, Тромс, Нурланн практически в полном составе относятся к дотационным. В целом дотации составляют от 30 % до 50 % от общей доходной базы бюджетов территорий в Норвегии.

В северных фюльке Норвегии в 2016 г. объем государственных дотаций в форме грантов бюджетам коммун в расчете на одного жителя в среднем составил порядка 3,7 тыс. долл. США [12], что выше, чем в арктических регионах соседних Финляндии и Швеции. При этом следует отметить, что размер грантов в пересчете на человека в северных фюльке Норвегии в целом сопоставим с аналогичным показателем по стране. Учитывая комплексный характер расчета размера государственных грантов коммунам в Норвегии, можно говорить об отсутствии существенной разницы в уровнях социально-экономических показателей северных коммун и коммун, расположенных в других регионах страны.

В округах, относимых к арктическим территориям Норвегии (фюльке Финнмарк и семь муниципалитетов в фюльке

Тромс), установлены существенные налоговые льготы и специальные программы для хозяйствующих субъектов и населения. Для бизнеса установлены нулевые взносы в Фонд социального страхования и низкий налог на потребление электроэнергии (для организаций, работающих в сфере оказания бытовых услуг и в общественном секторе, налог за электроэнергию отсутствует полностью). Реализуется программа развития технологий и инноваций, направленная на поддержку инновационных компаний и проектов в северной Норвегии. Для населения, проживающего на территории самых северных коммун, установлены более низкие ставки подоходного налога. Для студентов, которые живут в фюльке Северный Тромс и Финнмарк, предусмотрены льготы при получении и погашении образовательных кредитов. До недавнего времени в данных муниципалитетах выплачивалось семейное пособие – 320 NOK в месяц на семью или 3840 NOK на каждого ребенка в год (отменено в 2014 г.), были установлены субсидии для педагогов дошкольных учреждений (отменены в 2012 г.). Общая стоимость дополнительных льгот, установленных на Севере Норвегии, оценивается в сумму около 2 млрд норвежских крон в год [10].

В целом сформированный опыт регионального финансового регулирования в отношении территорий крайнего севера и Арктики Норвегии является одним из наиболее передовых и результативных, что позволило данной стране существенно сократить отток населения с территорий данных регионов и значительно повысить уровень жизни.

Исландия – самая маленькая по численности арктическая страна. В ней проживает около 330 тыс. человек. Несмотря на то, что в этой унитарной стране имеется определенное административно-территориальное деление (территория делится на сисла и городские округа, в общей сложности которых восемь), говорить о наличии в данной стране особой финансовой политики по отношению к северным и арктическим зонам нельзя. Кроме того, несмотря на то, что по территории страны проходит Северный полярный круг, по своим природно-климатическим условиям страна далека от других арктических стран.

Обобщая проведенный анализ реализации финансового регулирования развития арктических территорий зарубежных стран, можно сделать следующие выводы.

Отличительной особенностью финансового регулирования развития арктических территорий за рубежом является применение методов в большей степени соответствующих не регулированию, а координации, предполагающей взаимовыгодное партнерство с субъектами хозяйствования на них. Страны стремятся не просто обеспечить достаточный уровень расходов на этих территориях, но и создать условия для реализации их внутреннего потенциала, а также повышения их привлекательности для потенциальных инвесторов, предприятий и населения.

Следует отметить, что в силу объективных и субъективных причин территории Крайнего Севера и Арктики характеризуются более низкими показателями социально-экономического развития, формирования ВРП, обеспеченности населения услугами. Но при этом в некоторых странах такие различия проявляются в большей степени (Канада, Финляндия, США, Дания), а в других в меньшей степени (Норвегия, Швеция).

Арктические территории различаются по степени финансовой самостоятельности, которой наделены региональные и муниципальные органы власти на них. На одних территориях региональные власти обладают широкими полномочиями в области налоговой, бюджетной, кредитной политики (провинции в Канаде, Гренландия, Аляска), на других субъекты самоуправления действуют на общих основаниях и не имеют дополнительных полномочий по сравнению с другими регионами (Финляндия, Швеция, Норвегия).

В качестве финансовых инструментов развития северных территорий используются как прямые рычаги: программно-целевые инструменты и системы финансового выравнивания на основе межбюджетных трансфертов (Финляндия, Канада, Швеция, Норвегия); так и косвенные: формирование привлекательных условий для субъектов хозяйствования, на основе льготных систем налогообложения, субсидирования процентных ставок, формирования выплат населению из специализированных фондов (США, Дания).

Список литературы

1. Вербиненко Е.А. Бадылевич Р.В. Финансовые рычаги регулирования территориального развития [Текст] / Е.А. Вербиненко, Р.В. Бадылевич // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2016. – № 3 (50). – С. 28–39.

2. Данные по разделу «Финансы» Статистического управления Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/en/ssd/START__OE__OE0115/KomEkUtj/?rxid=e8d4bc01-3aec-4125-8b31-8e6035232aff (дата обращения: 22.12.2016).

3. Данные с официального сайта Канадского агентства экономического развития северных территорий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cannor.gc.ca/eng/1381320711612/1381320727939 (дата обращения: 02.12.2016).

4. Обзор экономики Норвегии на сайте Торгового представительства РФ в Королевстве Норвегии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnorge.com/?p=3357 (дата обращения: 24.12.2016).

5. Показатели бюджетов коммун Лапландии в 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.lappi.fi/lapinliitto/c/document_library/get_file?folderId=139779&name=DLFE-29594.pdf (дата обращения: 16.12.2016).

6. Проект программы ПС Коларктик 2014 – 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://adm-nao.ru/media/uploads/userfiles/2015/03/02/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA_JOP_2.pdf (дата обращения: 28.12.2016).

7. Региональная политика стран ЕС [Текст] / Центр европейских исследований ИМЭМО РАН. Отв. Ред. А.В. Кузнецов. – М.: ИМЭМО РАН, 2009. – 230 с.

8. Alaska state budget and finances [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ballotpedia.org/Alaska_state_budget_and_finances (дата обращения: 04.12.2016).

9. Alaska's Budget Challenge [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gov.alaska.gov/administration-focus/new-sustainable-alaska-plan/ (дата обращения: 05.12.2016).

10. Elisabeth Angell, Yngve Flo, Gro Marit Grimsrud THE RURAL AND REGIONAL POLICY OF NORWAY. Institutions, development features and current instruments // Rokkan Centre. Stein Rokkan Centre for Social Studies. Report. 5-2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.regjeringen.no/contentassets/744de1ad6f0f4df09311c33edd01ae99/trykk_gront-hefte.pdf (дата обращения: 27.12.2016).

11. Federal Spending Received Per Dollar of Taxes March 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://taxfoundation.org/sites/taxfoundation.org/files/docs/sr139.pdf (дата обращения: 19.12.2016).

12. Inntektssystemet for kommunar og fylkeskommunar 2016. Berekningsteknisk dokumentasjon til Prop. 1 S (2015–2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.regjeringen.no/contentassets/744de1ad6f0f4df09311c33edd01ae99/trykk_gront-hefte.pdf (дата обращения: 26.12.2016).

УДК 330.354

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: СТРАТЕГИЯ ПОВЫШЕНИЯ, ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

[1]Гаврилова И.А., [2]Макаров А.Д.

[1]ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург, e-mail: gavrilova.irina.a@gmail.com;
[2]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: mad9594@mail.ru

В статье раскрывается понятие качества жизни, приводятся характеристики прожиточного минимума в Российской Федерации и г. Санкт-Петербурге. В статье приведены различные критерии, используемые для определения качества жизни населения в России. Рассмотрено значение потребительской корзины (минимального набора продуктов питания, непродовольственных товаров и услуг) для определения величин прожиточного минимума. Сделан вывод о том, что сравнивать качество жизни населения различных стран практически невозможно из-за большой разницы в экономических, демографических, социальных показателях. Авторы статьи провели подробный анализ Указа Президента РФ от 31 декабря 2015 г., которым была утверждена Стратегия национальной безопасности РФ, делая акцент на регулирование вопросов качества жизни граждан РФ. Сделан вывод о том, что Стратегия содержит декларативные положения, которые невозможно использовать при составлении реальных прогнозов повышения качества жизни населения.

Ключевые слова: качество жизни, стратегия, безопасность, международное сотрудничество, государственное управление, регулирование, прожиточный минимум

THE QUALITY OF LIFE OF POPULATION: STRATEGY OF INCREASE, STATE REGULATION

[1]Gavrilova I.A., [2]Makarov A.D.

[1]Federal State Educational Institution of Higher Education Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St. Petersburg, e-mail: gavrilova.irina.a@gmail.com;
[2]Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, e-mail: mad9594@mail.ru

The article reveals the concept of quality of life, given the characteristics of the subsistence minimum in the Russian Federation and St. Petersburg. The article describes the various criteria used to determine the quality of life in Russia. Consider the value of the consumer basket (minimum set of food, nonfood goods and services) to determine the value of the subsistence minimum. The authors concluded that compared the quality of life of the population of various countries is almost impossible because of the large difference in the economic, demographic, social indicators. The authors conducted a detailed analysis of the Presidential Decree of December 31, 2015 which was approved by the National Security Strategy, with an emphasis on regulation of the quality of life of Russian citizens. It is concluded that the strategy contains declarative provisions that can not be used in the preparation of realistic forecasts to improve the quality of life.

Keywords: quality of life, strategy, security, international cooperation, governance, regulation, living wage

Качество жизни – это понятие, широко используемое в экономике, социологии, политологии и в ряде других наук. Оно обозначает оценку показателей и характеристик жизни человека во взаимосвязи с собственной удовлетворенностью жизнью и условиями проживания. В словарях приводятся разнообразные определения этого понятия [8].

Так, качество жизни может зависеть от состояния здоровья, связей в обществе, социального статуса, свободы деятельности и выбора, от стрессоустойчивости и чрезмерной озабоченности, организации досуга, уровня образования, доступа к культурным ценностям, социальному, психологическому и профессиональному самоутверждению, психотипа и адекватности коммуникаций и взаимоотношений.

Вопрос качества жизни – один из ключевых вопросов, которому любое государство мира уделяет первостепенное значение. Российская Федерация осуществляет реформирование деятельности органов государственной власти, пытаясь добиться повышения уровня экономического развития и роста качества жизни своих граждан.

До настоящего времени в официальных документах, в российской доктрине никогда не проводилось сравнительно-правового и сравнительно-экономико-социологического исследования (анализа) влияния иммунитета и привилегий на качество жизни как тех, кто этим пользуется, так и тех, кто ощущает прямо или косвенно использование на практике отдельными соотечественниками недемократических

по форме и по содержанию привилегий и иммунитетов.

Сравнивать качество жизни населения разных стран с различным уровнем развития экономики, различными климатическими условиями практически невозможно. При сравнении можно лишь брать похожие социальные группы, отдельные слои населения и вводить для сравнения жизненно важные показатели, но даже такое сравнение может оказаться поверхностным и неточным. Сравнить качество жизни населения разных стран затруднительно не только потому, что у каждого человека присутствуют свои собственные критерии, по которым он оценивает свой уровень жизни, но и в силу того, что национальными законами каждой страны устанавливаются индивидуальные показатели. Если, к примеру, взять методику оценки качества и уровня жизни Организации Объединенных Наций, то стоит оперировать всего тремя основными параметрами: средней продолжительностью жизни, уровнем образования и доходами на душу населения. В Российской Федерации многое зависит от прогноза социально-экономического развития и показателей, по которым можно оценить качество жизни населения, существенно больше, чем рекомендует рассматривать ООН. К таким показателям относятся и фонд заработной платы (рассматриваются отдельно как номинальная начисленная заработная плата, так и реально начисленная и выплаченная), и реальные располагаемые денежные доходы населения, и величина прожиточного минимума в среднем на душу населения в разрезе социально-демографических групп населения – трудоспособное население, пенсионеры и дети (о чем речь пойдет далее), и множество показателей, характеризующих безработицу (уровень безработицы, в том числе зарегистрированный, численность безработных и т.п.).

Качество жизни в Российской Федерации: статистический анализ

Целесообразно привести ряд примеров, наглядно иллюстрирующих ситуацию, складывающуюся в современной России, в сфере вопросов, касающихся качества жизни населения.

Рассмотрим представителей высших руководящих звеньев – директоров, топ-менеджеров крупных компаний. Современный материальный уровень в России позволяет руководителю организации иметь большой набор материальных благ – служебный автомобиль, элитное жилье, загородный дом, высокая заработная плата.

При наличии коррупции в государстве часто иммунитет и привилегии не имеют границ и абсолютно бесконтрольны. Понятия «служебная необходимость» и «производственная целесообразность» легко подменяются понятиями «личный интерес» и «персональная выгода». На практике имеет место нецелевое использование и расходование средств, изымаемых не только из производства, науки, образования, но и других социально значимых государственных, республиканских, городских и муниципальных программ. Это могут быть и служебные командировки, и выездные рабочие совещания, семинары, так называемые обмены опытом, требующие большого финансового обеспечения. Таким образом, происходит неконтролируемый отток финансовых ресурсов.

Следующий пример связан с величиной прожиточного минимума. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 1275 была установлена величина прожиточного минимума в целом по Российской Федерации за III квартал 2016 г. на душу населения 9 889 руб., для трудоспособного населения – 10 678 руб., пенсионеров – 8 136 руб., детей – 9 668 руб. [6].

По различным субъектам федерации цифры разнятся. Так, в Санкт-Петербурге за III квартал 2016 г. установлены следующие величины прожиточного минимума: в расчете на душу населения – 10 449 руб. 50 коп., для трудоспособного населения – 11482 руб. 60 коп., для пенсионеров – 8360 руб. 60 коп., для детей – 10072 руб. 10 коп. [7].

Определяется прожиточный минимум в каждом регионе России по-разному. Каким же образом определяется прожиточный минимум, например, в Санкт-Петербурге? Берутся следующие критерии: продукты питания в среднем на одного человека в год (хлебные продукты, картофель, овощи и бахчевые, фрукты, сахар, мясо- и рыбопродукты, молоко, яйца и т.д.), непродовольственные товары (обувь, чулочно-носочные изделия, головные уборы, белье и т.д.) и услуги (газоснабжение, электроэнергия, транспортные услуги, услуги культуры и т.д.), т.е. в основу заложена потребительская корзина, которая должна пересчитываться и определяться не реже чем один раз в пять лет.

Основная проблема при определении прожиточного минимума – это наличие двойных стандартов для представителей различных классов. Ни одна из государственных социальных программ не рассчитана на рядового обывателя. Достаточно посмотреть критично на размер минимального прожиточного уровня в современной России.

Статьей 4 Федерального закона «О прожиточном минимуме в Российской Федерации» предусмотрено, что величина прожиточного минимума в целом по Российской Федерации и в субъектах Российской Федерации определяется ежеквартально на основании потребительской корзины и данных федерального органа исполнительной власти по статистике об уровне потребительских цен на продукты питания и индексах потребительских цен на продукты питания, непродовольственные товары и услуги и расходов по обязательным платежам и сборам [11].

В соответствии с действующим законодательством, величина прожиточного минимума на душу населения и по основным социально-демографическим группам населения в целом по Российской Федерации устанавливается Правительством Российской Федерации, в субъектах Российской Федерации – в порядке, установленном законами субъектов Российской Федерации. Величины прожиточного минимума устанавливаются в руб./месяц, отдельно на душу населения, для трудоспособного населения, для пенсионеров и для детей.

Размер выплат из бюджета, как правило, не сопоставим с реалиями времени и потребностями населения. Наблюдается значительный рост цен на продовольственные товары, транспортные услуги, образование, медицину. Покупательная способность заработной платы существенно падает. Это приводит к заметному социальному расслоению в обществе.

В 2009 г. вышел доклад международной Комиссии по основным показателям экономической деятельности и социального прогресса под руководством нобелевских лауреатов Дж. Стиглица, А. Сена и Ж.-П. Фитусси [12], в котором обосновано использование показателя качества жизни в качестве основного критерия экономического развития общества вместо ВВП [3].

По мнению социологов Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, высокое качество жизни человека подразумевает достаточную продолжительность здоровой жизни, поддержанную хорошим медицинским обслуживанием и безопасностью (отсутствием значимых угроз жизни и здоровью), приемлемый объем потребления товаров и услуг, гарантированный доступ к материальным благам, удовлетворительные социальные отношения, отсутствие серьезных общественных конфликтов и угроз достигнутому уровню благополучия, благополучие семьи, познание мира и развитие, учет мнения индивида при решении общественных проблем, социальную принадлежность, полноправное участие в общественной и культурной жизни во всех их формах, доступ к различной информации, включая сведения о положении дел в обществе, комфортные условия труда, дающего простор для творчества и самореализации, относительно короткий рабочий день, оставляющий человеку свободное время для самореализации [4].

Качество жизни: вопросы государственного регулирования

Государственное регулирование вопросов качества жизни населения России осуществляется путем проведения социальной политики государства посредством нормотворческой деятельности. В 2009 г. Президентом Российской Федерации был принят Указ № 537 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» [9], в котором говорится, что Россия преодолела последствия системного политического и социально-экономического кризиса конца XX века, в том числе остановила падение уровня и качества жизни российских граждан. Также в Указе № 537 речь идет о том, что в России сформированы предпосылки превращения Российской Федерации в одну из лидирующих держав по уровню технического прогресса и качеству жизни населения (п. 1 Стратегии по Указу Президента Российской Федерации № 537).

31 декабря 2015 г. вступил в силу новый Указ Президента Российской Федерации № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [10], который отменил действие Указа № 537. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента № 683 (далее – Стратегия), является базовым документом стратегического планирования, определяющим национальные интересы и стратегические национальные приоритеты Российской Федерации, цели, задачи и меры в области внутренней и внешней политики, направленные на укрепление национальной безопасности Российской Федерации и обеспечение устойчивого развития страны на долгосрочную перспективу (п. 1 Стратегии). Как говорится в тексте Стратегии, она должна объединить усилия государственных органов и институтов гражданского общества для создания благоприятных внутренних и внешних условий реализации национальных интересов и стратегических национальных приоритетов России.

В Стратегии широко используется понятие «качество жизни», причем через него

определяется понятие «национальная безопасность», под которой понимается состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод граждан Российской Федерации, достойные качество и уровень их жизни, суверенитет, независимость, государственная и территориальная целостность, а также устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации.

В п. 30 Стратегии отмечено, что повышение качества жизни, укрепление здоровья населения, обеспечение стабильного демографического развития страны являются одними из национальных интересов на долгосрочную перспективу. Из следующего пункта можно сделать вывод, что повышение качества жизни российских граждан выступает в качестве одного стратегического национального приоритета, посредством которого обеспечиваются национальные интересы. Поскольку в соответствии с п. 32 Стратегии состояние национальной безопасности напрямую зависит от степени реализации стратегических национальных приоритетов и эффективности функционирования системы обеспечения национальной безопасности, а одним из приоритетных направлений является повышение качества жизни граждан, то вопросы, связанные с повышением качества жизни российских граждан, особо выделены в отдельный блок (пункты 50–54 Стратегии). В п. 51 Стратегии названы основные угрозы качеству жизни российских граждан. К ним относятся неблагоприятная динамика развития экономики, отставание в технологическом развитии, введение ограничительных экономических мер против Российской Федерации, нецелевое расходование бюджетных ассигнований, усиление дифференциации населения по уровню доходов, снижение качества потребительских товаров и оказываемых населению услуг.

Далее в Стратегии названы возможные способы и механизмы, позволяющие повысить качество жизни граждан России. Речь идет об обеспечении продовольственной безопасности, большей доступности комфортного жилья, высококачественных и безопасных товарах и услугах, современных системах образования и здравоохранения, спортивных сооружениях, создании высокоэффективных рабочих мест, о достойной оплате труда, поддержке социально значимой трудовой занятости, обеспечении доступности объектов инфраструктур для инвалидов и маломобильных групп населения, достойном пенсионном обеспечении (п. 52 Стратегии).

Чтобы противодействовать угрозам качества жизни населения, органы государственной власти и органы местного самоуправления во взаимодействии с институтами гражданского общества должны принимать соответствующие меры. Поскольку в настоящее время проводится реформа деятельности органов государственной власти, итогом которой ожидается повышение качества жизни населения страны, важная роль в осуществлении этой реформы отводится изменению инструментов и механизмов управления общественными финансами, и ряд ученых считают, что первостепенное значение имеют такие элементы, как долгосрочное бюджетное планирование, управление бюджетными расходами и финансовый контроль [5, с. 21]. Особо стоит отметить, что в тексте Стратегии в п. 54 раскрывается, за счет чего осуществляется обеспечение продовольственной безопасности. Никакие иные аспекты в рамках повышения качества жизни граждан Российской Федерации в Стратегии в этом блоке не рассматриваются.

Заключение

Определив, что входит в понятие «качество жизни», проанализировав ключевые показатели, характеризующие качество жизни населения в Российской Федерации, изучив нормативно-правовое регулирование данного вопроса, можно сделать следующие выводы:

1) национальные интересы России, а в равной мере и рост качества жизни граждан, обеспечиваются посредством стабильной внешней политики, в основу которой положены нормы и принципы международного права;

2) в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента № 683, говорится, что Россия стремится к международному сотрудничеству в рамках БРИКС, РИК, ШОС и иных международных институтов. Так, на сегодняшний день уже прошло восемь саммитов БРИКС [2, с. 53], но на деле цифры и статистика не изменились. К сожалению, не предлагается никаких конкретных механизмов, которые могли бы изменить сложившуюся ситуацию в лучшую сторону. Представляется, что одним из действенных эффективных механизмов повышения качества жизни может стать нормативно-правовое регулирование данного вопроса, но не путем составления стратегий и программ, не содержащих конкретных цифр и данных, а посредством реформирования бюджетного законодательства, в том числе на уровне Постановлений Правительства.

В заключение хочется вспомнить слова великого ученого Фредерика Бастиа: «Правительство должно руководить нами не по своей, скрытой воле, а по воле открытой и одобренной нами. Кабинету министров надлежит предлагать, излагать, проявлять инициативу; нам – судить и оценивать; нам – соглашаться или отказывать. Но чтобы судить и оценивать – нужно знать. Тот, кто встает и предлагает себя в проводники, знает или, по меньшей мере, полагает, что знает, к какой цели надо прийти и какую дорогу выбрать. Он ничего не утаивает от путников, тем более если эти путники образуют целый народ. Во все время для того, чтобы управлять, нужна какая-то мысль, и это особенно важно сегодня» [1, с. 283].

Список литературы

1. Бастиа Ф. Протекционизм и коммунизм / пер. с франц. Ю.А. Школенко. – Челябинск: Социум, 2011. – С. 283.

2. Гаврилова И.А. Саммиты БРИКС: история, переговоры, результаты // Научный альманах. – 2015. – № 10–4 (12). – С. 53.

3. Джозеф Стиглиц. Глобалист: Больше чем ВВП // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ukrrudprom.ua/digest/Globalist_Bolshe_chem_VVP.html (дата обращения: 11.01.2017).

4. Зубец А.Н. Истоки и история экономического роста. – М.: Изд-во «Экономика», 2014.

5. Канкулова М.И. Особенности и развитие финансового менеджмента в государственных учреждениях // Финансы. – 2014. – № 11. – С. 21.

6. Постановление Правительства РФ от 01.12.2016 г. № 1275 «Об установлении величины прожиточного минимума на душу населения и по основным социально-демографическим группам населения в целом по Российской Федерации за III квартал 2016 г.» // Российская газета. – 2016. – № 277, (7 дек.).

7. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 09.11.2016 г. № 1018 «Об установлении величины прожиточного минимума на душу населения и для основных социально-демографических групп населения в Санкт-Петербурге за III квартал 2016 года» // Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга http://www.gov.spb.ru, 11.11.2016 г.

8. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М., 2014. – 479 с.

9. Указ Президента РФ от 12.05.2009 г. № 537 (ред. от 01.07.2014) «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» // Собрание законодательства РФ. – 2009. – № 20, (18 мая). – ст. 2444.

10. Указ Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2016. – № 1 (часть II) (4 янв.). – ст. 212.

11. Федеральный закон от 24.10.1997 г. № 134-ФЗ «О прожиточном минимуме в Российской Федерации» // Российская газета. – 1997. – № 210, (29 окт.).

12. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.bsl.org.au/jspui/bitstream/1/1267/1/Measurement_of_economic_performance_and_social_progress.pdf (дата обращения: 11.01.2017).

УДК 330.4:331

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

[1,2]Зайцева И.В., [3]Казначеева О.Х., [3]Ворохобина Я.В., [3]Попова М.В., [3,4]Тихонов Э.Е.

[1]ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, e-mail: zirinazirina2015@yandex.ru;

[2]Ставропольский филиал ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Ставрополь;

[3]ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Невинномысск;

[4]НЧОУ ВО «Невинномысский институт экономики, управления и права», Невинномысск

Любой социально-экономический процесс не обходится без человека и результатов его деятельности. В связи с этим особенно актуальным является изучение трудовой деятельности человека с целью ее управления. Движущей силой процесса перераспределения трудовых ресурсов является перенасыщенность рынка труда. Знание основных компонентов управляемого процесса перераспределения трудовых ресурсов, позволит значительно снизить издержки производства. Сущность процесса перераспределения трудовых ресурсов, на что или на кого он нацелен и его основные законы становятся предметом изучения, в том числе и экономико-математическими методами. В статье рассматривается математическая модель динамики процесса перераспределения трудовых ресурсов. Ставятся задачи оптимизации программы управления трудовыми ресурсами и другими параметрами. Предлагается один локальный метод градиентной оптимизации.

Ключевые слова: математическая модель, трудовые ресурсы, распределение, оптимизация, управление

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION OF MANAGEMENT OF PROCESS OF REDISTRIBUTION OF LABOR RESOURCES

[1,2]Zaytseva I.V., [3]Kaznacheeva O.Kh., [3]Vorokhobina Ya.V., [3]Popova M.V., [3,4]Tikhonov E.E.

[1]Stavropol State Agrarian University, Stavropol, e-mail: zirinazirina2015@yandex.ru;

[2]Stavropol branch of the Moscow State Pedagogical University, Stavropol;

[3]Nevinnomyssk State Humanitarian Institute, Nevinnomyssk;

[4]Nevinnomyssky Institute of Economics, Management and Law, Nevinnomyssk

Any socio-economic process is not complete without a man and the results of its activities. In this regard, particularly relevant is the study of the labour activity with a view to its control. The driving force behind the reallocation of labor resources is the over-saturation of the labour market. Knowledge of the basic components of a controlled process of reallocation of labor resources will greatly reduce production costs. The essence of the process of redistribution of labor resources, on what or whom it targets, and its basic laws are becoming a subject of study, including economic-mathematical methods. The article considers the mathematical model of dynamics of process of redistribution of labor resources. The goals of optimization of the program management workforce, and other parameters. One proposes a local gradient optimization.

Keywords: mathematical model, of labour resources, distribution, optimization, management

Решение сложных проблем, связанных с управлением трудовыми ресурсами, соотнесено с разработкой новых теоретических и методологических подходов к построению системы управления, адекватного их свойствам, что требует создания соответствующих экономико-математических моделей управления и оптимизации, определения критериев качества переходных процессов, усовершенствованных законов управления и программной реализации разработанных моделей.

Существующие в настоящее время противоречия в сфере труда и занятости возникают из-за несовершенства хозяйственного механизма и системы управления трудом в целом и трудовыми ресурсами в частности, а в результате возникает целый ряд новых проблем в области его формирования и использования [3].

Возникает необходимость эффективного использования трудовых ресурсов, одним из основных компонентов которого является механизм управления. Управление трудовыми ресурсами в соответствии с целями социально-экономического развития должно систематически объединять субъект и объект управления, отражать целостность их движения.

Динамическая модель перераспределения трудовых ресурсов

Рассмотрим процесс перераспределения трудовых ресурсов. Движущей силой такого процесса является перенасыщенность рынка труда. Для количественного

описания процесса выделения трудовых ресурсов определенной квалификации, рассмотрим это явление в «условном объеме» общего количества трудовых ресурсов, отнесенного к некоторой точке x рабочего пространства (рынка труда) и к промежутку времени $[t, t + \Delta t]$.

Пусть в этом объеме находится N трудовых ресурсов определенной квалификации, каждый массой $m_K = m_K(t)$, $k = \overline{1, N}$ и межресурсный состав массой $M = M(t)$. Состав межресурсного состава характеризуется долей $B = B(t)$ – трудовых ресурсов разной квалификации и долей квалификации $\tau = \tau(t)$ в них (доброкачественность межресурсного состава). Величины B и τ будем понимать именно как доли (а не процентное содержание), так что масса межресурсного состава – M_{CB} и масса квалифицированного состава в M_S выразятся соответственно:

$$M_{CB} = MB, M_S = M_{CB}\tau = MB\tau. \qquad (1)$$

Потребность в трудовых ресурсах и их качественный рост зависят прежде всего от коэффициента пересыщения

$$\Pi = \frac{H}{H_0} = \frac{M_S}{(1-B)MH_0}, \qquad (2)$$

где H – коэффициент трудовых ресурсов, приходящийся на единицу массы рынка труда в межресурсном составе, H_0 – коэффициент потребности в трудовых ресурсах, зависящий от величины $T(\tau)$.

Эмпирическая зависимость будет иметь вид

$$H_0 = H_0(B, \tau) = 3{,}33 + 0{,}18B - $$
$$-0{,}14B\tau - 18{,}8\tau + 16{,}75\tau^2. \qquad (3)$$

При значениях $\Pi \geq 1{,}2$ происходит перераспределение трудовых ресурсов.

Далее будем рассматривать процесс перераспределения трудовых ресурсов при $\Pi \in [1{,}05,\ 1{,}10]$, когда перераспределения трудовых ресурсов практически не происходит, но идет эффективный рост квалификации трудовых ресурсов. При этом прирост Δm_k массы каждого ресурса k пропорционален площади поверхности его F_k, времени перераспределения трудовых ресурсов Δt и выражается формулой (закон Фика):

$$\Delta m_k = K_v \frac{T(\Pi - 1)}{\eta} F_k \Delta t = v F_k \Delta t, \qquad (4)$$

где K_v – коэффициент скорости перераспределения трудовых ресурсов, η – плотность рынка труда. Далее имеем

$$K_v = -550 + 1050\tau + $$
$$+245000\tau(\Pi - 1)^2 + 1910^4(\Pi - 1)^2, \qquad (5)$$

$$\eta = (a_0 + a_1 T + a_2 T^2) A^{10(\Pi - 1)}, \qquad (6)$$

$$a_0 = 130{,}12 - 250\tau + 122\tau,^2$$
$$a_1 = (272{,}7 + 505{,}8\tau - 273\tau^2)10^{-2},$$
$$a_2 = (18{,}6 - 33\tau + 14{,}8\tau^2)10^{-3},$$
$$A = 0{,}525(1 - \tau)\tau^{-1} + 1{,}65.$$

Величина $\upsilon = K_v T(\Pi - 1)/\eta$ в формуле (4) называется скоростью перераспределения трудовых ресурсов. Воспользуемся в (4) связью между массой и площадью поверхности рынка труда:

$$F_K = 4{,}12\sqrt[3]{m_k^2}. \qquad (7)$$

Поделив равенство (4) на Δt и перейдя к пределу при Δt, получим с учетом (7) дифференциальное уравнение изменения массы трудовых ресурсов определенной квалификации

$$\frac{dm_k}{dt} = K_v \frac{T(\Pi - 1)}{\eta} 4{,}12\sqrt[3]{m_k^2}. \qquad (8)$$

Пусть $M_z = M_z(t) = \sum_{k=1}^{N} m_k(t)$ – масса трудовых ресурсов определенной квалификации на рынке труда. В соответствии с этим прирост ΔM_z массы M_z за время Δt будет равен

$$\Delta M_z = \sum_{k=1}^{N} \Delta m_k = 4{,}12\nu \left(\sum_{k=1}^{N} \sqrt[3]{m_k^2} \right) \Delta t.$$

Если считать, что массы всех ресурсов одинаковы, то отсюда предельным переходом по $\Delta t \to 0$, найдем

$$M_z = 4{,}12\nu N \sqrt[3]{M_z^2 N^{-2}}. \qquad (9)$$

Пусть b_i и τ_i – соответственно качественные характеристики трудовых ресурсов и качественные характеристики, а $u = u(t)$ – скорость их формирования в рассматриваемом межресурсном составе, т.е. $\Delta Q = u\Delta t$ – качественные характеристики за время Δt. За это же время удалено $W\Delta t$ ресурсов из рынка труда. Таким образом, за время с момента t изменение состава M, B, τ межресурсного состава выразится с учетом (1) формулами

$$\Delta M = M(t + \Delta t) - M(t) =$$
$$= u\Delta t - \Delta M_z - w\Delta t - M(t),$$

$$\Delta B = B(t + \Delta t) - B(t) =$$
$$= (MB + ub_i \Delta t - \Delta M_z)(M + \Delta M)^{-1} - B(t),$$

$$\Delta\tau = \tau(t + \Delta t) - \tau(t) =$$
$$= (MB\tau + ub_i\tau_i \Delta t - \Delta M_z)(MB + \Delta B)^{-1} - \tau(t).$$

Поделив эти соотношения на Δt и переходя к пределу $\Delta t \to 0$, получим систему дифференциальных уравнений

$$M = u + W - Mz, \quad (10)$$

$$B = \left(ub_i - M_z - BM\right)M^{-1}, \quad (11)$$

$$\tau = \left(ub_i\tau_i - M_z - \tau B\right)(MB)^{-1}. \quad (12)$$

Итак, решение системы (9)–(12) однозначно динамике процесса перераспределения трудовых ресурсов в «условном объеме», если задать начальное состояние – $M_z(t_0), M(t_0), B(t_0), \tau(t_0)$, выходной поток – функцию $u(t)$ – скорость перераспределения трудовых ресурсов с параметрами $b_i(t)$, $\tau_i(t)$ и скорость перераспределения трудовых ресурсов W, которая выражается формулой

$$W = K_w F_w \left(T_w - T\right), \quad (13)$$

где F_w – объем рынка труда (в «условном объеме»), T_w – степень перераспределения, K_w – коэффициент квалификации:

$$K_w = 219\left(\frac{1-B}{1{,}18-B}\right)^2\left(\frac{760-P}{736}\right)^{0{,}84}\left(T_w - T\right), \quad (14)$$

P – плотность рынка труда. Понятно, что рассматриваемая модель процесса перераспределения трудовых ресурсов существенно нелинейна в силу (2)–(6), (13), (14).

Отразим наиболее существенные ограничения на процессе перераспределения трудовых ресурсов [4]:

а) рабочее пространство рынка труда ограничено заданным объемом $\overline{V}$. Будем рассматривать рынок труда периодического действия и считать процесс перераспределения трудовых ресурсов однородным по всему рабочему пространству рынка труда и описываемым системой (9)–(12). Тогда объем $V(t)$, занимаемый трудовыми ресурсами и межресурсным составом, определится удельными весами p_z – трудовых ресурсов, p_s – квалификацией, p_H – нетрудовых ресурсов, p_w – количественных характеристик при данной степени перераспределения T и плотности рынка труда. Очевидно,

$$V(t) = \frac{M_z}{p_z} + \frac{MB\tau}{p_s} + \frac{MB(1-z)}{p_H} + \frac{M(1-B)}{p_w}. \quad (15)$$

Таким образом, ограничение на объем выражается неравенством

$$V(t) \le \overline{V}\ ; \quad (16)$$

б) изменяющиеся поверхности рынка труда должны быть покрыты ресурсами:

$$\underline{V} \le V(t). \quad (17)$$

в) размер (масса) трудовых ресурсов не превосходит заданного:

$$m_k(t) \le \overline{m}. \quad (18)$$

г) ограничения на степень перераспределения

$$\tau(t) \le \overline{\tau}, (1-P)M(M+M_z)^{-1} \ge \gamma > 0. \quad (19)$$

д) коэффициент пресыщения лежит в зоне:

$$1{,}05 \le \Pi \le 1. \quad (20)$$

Нарушение каждого из условий (16)–(20) по существу означает окончание процесса перераспределения трудовых ресурсов. Если нарушение условий (16) и (15) означает «аварию», то достижение равенств (18) или (19) при $V(t) = V$ означает готовность перераспределения трудовых ресурсов на следующем уровне. Таким образом, определенный момент $t = \overline{t}$, будем считать окончанием процесса перераспределения трудовых ресурсов на рынке труда [4–6].

В модели (9)–(12) управляющими параметрами можно считать: скорость входного потока $u(t)$ и его состав $b_i(t)$, $\tau_i(t)$, степень перераспределения T межресурсного состава, а также N – трудовых ресурсов. Набор этих параметров сведем их в вектор $u = (u(t), b_i(t), \tau_i(t), T(t), N, P)$ назовем управлением. Управление назовем допустимым, если решение системы (9)–(12), соответствующее ему существует на некотором интервале $\left[t_0, \overline{t}\right]$ при выполнении ограничений (16)–(19). Здесь числа $t_0, \overline{t}$ – начало и конец процесса перераспределения трудовых ресурсов. Конец процесса $\overline{t} = t(u)$ может быть определен как выше или другим способом, в частности можно считать, что $\overline{t} - \tau_0 = \tau$ заданная продолжительность процесса.

Класс управлений U обозначим через V. Это означает, что составляющие вектор-функций $U = U(t) = (u, i, \tau_i, T, N, P)$ непрерывны и стеснены дополнительными ограничениями. Например,

$$u^- \le u(t) \le u^+, \quad (21)$$

$$b_i(t) \in \left[b_i^-, b_i^+\right], \tau_i(t) \in \left[\tau_i^-, \tau_i^+\right],$$
$$T(t) \in \left[T_-, T_+\right], p \in \left[p_-, p_+\right]. \quad (22)$$

Здесь величины $b_i^-, b_i^+, \tau_i^-, \tau_i^+, T_-, T_+, p_-, p_+$ – заданные константы. Возможны ограничения на характер изменения функций управления.

Рассмотрим несколько критериев управляемости процесса перераспределения трудовых ресурсов. Пусть $t_0 = 0$ и процесс перераспределения трудовых ресурсов за-

канчивается в момент $\overline{t} = t(u)$, определенный равенством

$$m_k(\overline{t}) = \overline{m}. \quad (23)$$

Методы программной оптимизации

Поставленные выше задачи 1–3 при фиксированных начальных условиях в уравнениях (9)–(12) относятся к известному классу вариационных задач с фазовыми ограничениями (16)–(20) и поточечными ограничениями на уравнения (21), (22). Необходимые условия экстремума решения таких задач – оптимальных программ – выражаются уравнениями Эйлера – Лагранжа или принципом максимума Л.С. Понтрягина [7]. Построение и решение соответствующей этим условиям граничной задачи затруднено как нелинейностью модели, так и фазовыми ограничениями (16)–(20). Последние нередко заменяют штрафной добавкой в функционал задачи и затем организуют прямой метод спуска в классе управлений. Другие методы базируются на идее проектирования градиента [1, 2]. Рассмотрим такой пример, управляя только скоростью подкачки $u(t)$, т.е. в ограничениях (23) $b_i^- = b_i^+, \tau_i^- = \tau_i^+, T_- = T_+, p_- = p_+$ – перераспределение идет при постоянном составе входных ресурсов, постоянной степени перераспределения и плотности рынка труда.

Пусть $\overline{u}(t)$ – некоторое управление (программа скорости изменения характеристик). Рассмотрим соответствующую траекторию системы (9)–(12)

$$\overline{M_z}(t), \overline{M}(t), \overline{B}(t), \overline{\tau}(t) = Y(t) = \\ = \left(y_1(t), y_2(t), y_3(t), y_4(t)\right)$$

на промежутке $t \in [0, \overline{t}]$, где $\overline{t}$ определено как первый момент достижения одного из равенств в фазовых ограничениях (16)–(20). Для удобства изложения запишем эти ограничения в виде

$$\varphi_j\left(y(t)\right) \le 0, t \in [0, \overline{t}], j = \overline{1,5}. \quad (24)$$

Таким образом, число $\overline{t}$ удовлетворяет одному или нескольким равенствам

$$\varphi_j\left(y(\overline{t})\right) = 0, j = J(\overline{u}). \quad (25)$$

Возьмем допустимое направление $q(t)$, так что при малых $\mu \in [0,1]$ не нарушается ограничения (21): $u \le \overline{u}(t) + \mu q(t) \le u^+$. Построим первые вариации величин φ_j из (25) и выберем $q(t)$ из условий:

$$\delta y_1(\overline{t}) + y_1(t)\delta t \ge \varepsilon_0, -\left(\frac{\partial \varphi_j\left(y(\overline{t})\right)}{\tau y}, \delta y(\overline{t}) + y(\overline{t})\delta t\right) \ge \varepsilon_{jx} j \in \pi\overline{u}). \quad (26)$$

Здесь $\varepsilon_j > 0$ – произвольные, но достаточно малые числа, а $\delta y(t)$ – первая вариация траектории системы (9)–(12). Если решение $(q(t), \delta t)$ неравенств (19) существует, то существует лучшее по сравнению с $\overline{u}(t)$ управление, а именно, при малых $\mu > 0$ управление $u_\mu(t) = \overline{u}(t) + \mu q(t)$ на промежутке $[0, \overline{t} + \mu\delta t]$ удовлетворяет всем ограничениям (24).

Выводы

Предложенный формальный метод требует регуляризации, которая обусловлена главным образом тем, что управление u входит линейно в систему (10)–(12) при ограничениях (21), в то время как в практике перераспределения трудовых ресурсов известно наличие внутреннего экстремума [8]. Следовательно, оптимальный режим в задаче будет обычным и его классический анализ затронет исследование вариации высших порядков при указанных связях (2), (3), (5), (6), (15)–(20). Это обстоятельство, быть может, потребует учета потери трудовых ресурсов, т.е. уточнения модели (9)–(12).

Список литературы

1. Зайцева И.В. Математическая модель оптимального распределения трудового потенциала региона по отраслям экономики [Текст] / И.В. Зайцева, Е.А. Семенчин, В.А. Гимбицкий // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–2. – С. 413–416.

2. Зайцева И.В. Решение задачи оптимального управления математической моделью сложной экономической системы [Текст] / И.В. Зайцева // Наука. Инновации. Технологии. – 2010. – № 5. – С. 16–21.

3. Зайцева И.В. Системный подход как теоретическая основа исследования структуры трудового потенциала [Текст] / И.В. Зайцева, М.В. Попова, О.Х. Казначеева, Э.Е. Тихонов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5–1. – С. 190–194.

4. Колокольцов В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (теория игр для всех) [Текст] / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. СПб.: СПбГУ, 2012. – 315 с.

5. Колокольцов В.Н., Малафеев О.А. Динамические конкурентные системы многоагентного взаимодействия и их асимптотическое поведение (часть II) [Текст] / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев // Вестник гражданских инженеров. – 2011. – № 1. – С. 134–145.

6. Математическая теория оптимальных процессов [Текст] / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болдянский, Р.В. Гаикрелидзе, Е.Ф. Мищенко. – М.: Физматгиз, 1961. – 392 с.

7. Парфенов А.П. Равновесное и компромиссное управление в сетевых моделях многоагентного взаимодействия [Текст] / А.П. Парфенов, О.А. Малафеев // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. – 2007. – № 39. – С. 154–167.

8. Malafeyev O.A., Neverova E.G., Nemnyugin S.A. and Alferov G.V. Multi-criteria model of laser radiation control. 2nd International Conference on Emission Electronics (ICEE), Saint Petersburg state University, 2014, P. 33–37.

УДК 338.482.22

РОЛЬ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

[1]Зиядин С.Т., [1]Амирбекулы Е.А., [1]Жаныбаева З.К., [2]Есенова Г.Ж.

[1]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Астана, e-mail: ertis_economika@mail.ru;

[2]АО Финансовая Академия, Астана, e-mail: pavlodarsemey@mail.ru

В статье рассмотрена роль экономической добавленной стоимости в оценке эффективности деятельности предприятия. Этот подход активно используется во многих исследованиях последних лет, особенно зарубежных. Решение задачи определения рентабельности происходит посредством расчета такого показателя, как экономическая добавленная стоимость. Экономическая добавленная стоимость, или EVA, как один из методов оценки финансового состояния предприятия в отечественной литературе мало описан, хотя в зарубежной практике эта концепция широко внедряется. Концепция EVA была разработана в 1990-х гг. компанией Stern Stewart&Co как один из подходов к управлению инвестициями и в настоящее время широко используется многими мировыми компаниями. Также в статье рассмотрены возможные варианты повышения эффективности использования капитала, а следовательно, рентабельности инвестиций владельцев бизнеса.

Ключевые слова: добавленная стоимость, рентабельность, инвестиции, капитал, экономическая эффективность

ROLE MODELS OF ECONOMIC VALUE ADDED IN INCREASING EFFICIENCY OF OPERATIONS

[1]Ziyadin S.T., [1]Amirbekuly E.A., [1]Zhanybaeva Z.K., [2]Esenova G.Zh.

[1]Kazakh University of economy, finance and international trade, Astana, e-mail: ertis_economika@mail.ru;

[2]JSC Financial Academy, Astana, e-mail: pavlodarsemey@mail.ru

The article discusses the role of economic added value in the evaluation of the effectiveness of the enterprise. This approach is widely used in many studies in recent years, especially abroad. Profitability problem occurs through measures such as economic value added. Economic Value Added, or EVA as a method to assess the financial condition of the enterprise in the Russian literature, little is disclosed, although it is widely represented by the concept of foreign practice. EVA concept was developed in the nineties of the last century by Stern Stewart & Co as one of the approaches to the management of investments and is now widely used by many global companies. The article also discusses options more effective use of capital and, hence, ROI business owners.

Keywords: added value, profitability, investments, equity, economic efficiency

Большое внимание в последние годы в зарубежной и отечественной литературе уделяется изучению вопроса оценки стоимости бизнеса и оценке эффективности деятельности хозяйствующего субъекта. В рамках теории управления стоимостью образовались модели управления стоимостью предприятия, в той или иной мере соответствующие ее содержанию и правилам. Можно выделить несколько наиболее популярных вариантов моделей управления стоимостью, среди которых наиболее теоретически и практически обоснованными являются:

– модель А. Дамодарана;
– модель «Пентагон»;
– модель К. Уолша;
– модель сбалансированной системы показателей [1].

Требования времени – это требования корпоративных собственников, инвесторов к оценке деятельности компании. В области корпоративных финансов популярность набирает модель экономической добавленной стоимости (экономической прибыли). В этой связи принято считать, что стоимость компании является эффективным инструментом для оценки результатов ее операционной деятельности, так как ее оценка, как правило, требует большого объема информации. Данный показатель не бывает краткосрочным в отличие от других [2, 3].

Цель исследования

На основе изучения теоретико-методологических аспектов определения стоимости и эффективности бизнеса с расчетом на конкретном примере показать преимущества и недостатки одного из подходов – модели экономической добавленной стоимости (EVA).

Модель экономической добавленной стоимости предполагает, что именно на основе такого показателя, как экономическая добавленная стоимость, должны быть разработаны параметры компании для определения целей и оценки своих слабых и сильных сторон.

Показатель экономической добавленной стоимости (EVA) может рассматриваться как модифицированный подход, совмещающий требования и заинтересованность как акционеров, так и менеджеров компании к оценке ее деятельности, а также в качестве показателя оценки внутрифирменной эффективности.

Материалы и методы исследования

В статье для определения рентабельности деятельности предприятия с точки зрения владельцев бизнеса используется расчет показателя экономическая добавленная стоимость, который применяется как один из методов оценки финансового состояния предприятия.

Экономическая добавленная стоимость (EVA) – это разница между операционной прибылью предприятия за вычетом налогов и величиной стоимости капитала, инвестированного в данное предприятие.

Данная методика была разработана в 1990-х гг. компанией «Stern Stewart&Co» как один из способов управления инвестициями и сегодня широко используется многими мировыми компаниями. Показатель используется, чтобы оценить эффективность деятельности предприятия для его собственников. Положительный результат для собственников имеет место в том случае, если предприятие заработало за отчетный период больше, чем могли составить доходы от альтернативных вложений. Это объясняет, почему при расчете EVA сумма прибыли уменьшается не только на плату за использование заемных средств, но и собственным капиталом. Такой подход, безусловно, является в большей мере экономическим, чем бухгалтерским.

Показатель позволяет продемонстрировать собственникам и контрагентам, достаточно ли зарабатывает предприятие по сравнению с альтернативной стоимостью инвестированного капитала. Данная модель дает возможность руководству предприятия:

– отслеживать динамику изменения стоимости предприятия;

– вовремя обнаружить факторы, влияющие на изменение стоимости предприятия, и отследить степень их влияния;

– сформировать методику для выбора и принятия стратегических решений, позволяющих повысить стоимость предприятия;

– выстроить схему показателей, связанных между собой, которые влияют на достижение цели;

– вовремя выявлять отрицательные тенденции и своевременно на них реагировать;

– обладать инструментом стратегического управления;

– иметь в своем арсенале широко применяемый и понятный инвесторам индикатор, характеризующий эффективность деятельности компании.

Используем один из вариантов расчета EVA:

$$EVA = NOPAT – WACC \times CE, \quad (1)$$

где NOPAT (Net Operation Profit After Taxes) – чистая операционная прибыль после уплаты налогов, но до выплаты процентов;
WACC (Weighted Average Cost of Capital) – средневзвешенная стоимость капитала;
CE (Capital Employed) – величина инвестированного капитала [4].

Показатель NOPAT (чистая операционная прибыль после уплаты налогов) в данной формуле требует особого внимания. Он может быть рассчитан как чистая операционная прибыль до налогообложения + проценты, подлежащие уплате + проценты по лизинговым платежам + амортизация гудвилла – сумма выплаченных налогов.

При расчете показателя EVA большое значение имеют структура источников финансовых ресурсов компании и цена источников. EVA дает возможность собственникам и инвесторам предприятия понять, какая величина капитала и какой тип финансовых ресурсов (собственные или заемные) требуются для достижения определенного значения прибыли. Помимо этого, EVA определяет направление поведения инвесторов предприятия, которые либо направляют капиталы в предприятие, либо наоборот, перенаправляют свои инвестиции на предприятия, которые позволяют достичь более высоких показателей доходности.

Чтобы рассчитать показатель EVA, необходимо знать средневзвешенную цену капитала WACC. Фактически WACC характеризует уровень рентабельности инвестиций, тот уровень доходности, которого может достичь компания при вложении в уже существующий, а не новый проект. WACC рассчитывается по следующей формуле:

$$WACC = Ks * Ws + Kd * Wd * (1 – T), \quad (2)$$

где Ks – Стоимость собственного капитала (%);
Ws – Доля собственного капитала в % (согласно балансу);
Kd – цена заемного капитала (%);
Wd – Доля заемного капитала в % (согласно балансу);
T – Ставка налога на прибыль (в %) [5].

Показатель средневзвешенной стоимости капитала выражается в процентах.

Таким образом, основными показателями оценки эффективности функционирования руководство большинства предприятий считает прибыль или рентабельность. Однако иногда выясняется, что те же инвестиции, вложенные в другой бизнес или размещенные на рынке ценных бумаг, могут иметь большую доходность.

Когда предприятие использует заемный капитал в виде банковского кредита, то в качестве стоимости этого капитала рассматривается сумма процента, который выплачивается банку. При этом цена заемного капитала подлежит корректировке с учетом ставки налога на прибыль. Необходимость данной корректировки связана с тем, что расходы на обслуживание кредитов (проценты) относятся на себестоимость продукции, тем самым уменьшается база налогообложения для расчета налога на прибыль.

Трудоемкость расчетов финансовых показателей, которые используются при расчете EVA и входят в ее формулу, можно отметить как недостаток применения данной методики. Для того чтобы устранить этот недостаток, можно для расчета применять автоматизированные информационные системы, а именно табличный редактор Excel. Применение способностей компьютера и программы Excel дают возможность упростить осуществление расчетов и продемонстрировать их в подходящем для пользователя виде. Эта функция применяет базисные модификации финансовых операций, которые основываются на математическом аппарате методов финансово-экономических расчетов. Excel необходим при проведения финансово-коммерческих расчетов по кредитам и займам, финансово-инвестиционного анализа, ценным бумагам.

Таблица 1

Расчет показателя NOPAT чистой операционной прибыли после уплаты налогов, но до выплаты процентов (млрд тенге)

Наименование показателей	2013	2014	2015
Прибыль	118,9	118,4	33,6
Проценты к уплате	– 22,055	41,399	43,109
Скорректированная прибыль (NOPAT)	96,845	159,799	76,709

Таблица 2

Расчет EVA по ТОО «САТ» (млрд тенге)

№ п/п	Показатели	2013	2014	2015
1	NOPAT	96,845	159,799	76,709
2	Средневзвешенная стоимость капитала (WACC), %	13,5	12,7	12,0
3	Инвестированный капитал	1799,1	2212,2	2567
4	Затраты на использованный капитал (2*3)	243,2	281,7	307,8
5	Экономическая добавленная стоимость (EVA) (1–4)	– 146,3	– 121,9	– 231,1

Результаты исследования и их обсуждение

На основе данных ТОО «САТ», на основе статистических отчетов Национального банка, на основе собственных экспертных расчетов установим значения всех необходимых для расчета показателя EVA критериев. В табл. 1 в итоговой строке представлен рассчитанный показатель NOPAT.

Таким образом, в табл. 2 можем рассчитать показатель EVA за период 2013–2015 гг. по предприятию ТОО «САТ».

Данные табл. 2 показывают, что на предприятии ТОО «САТ» EVA < 0 начиная с 2013 г. (– 146,3 млрд тенге).

Как видно, экономическая добавленная стоимость (EVA) за 2015 г. у ТОО «САТ» понизилась до 231,1 тыс. тенге. Это говорит о значительном понижении эффективности деятельности предприятия в 2015 г. Положительное значение EVA говорит о том, что в существующих экономических реалиях, с текущей процентной ставкой Национального Банка Республики Казахстан, минимальной кредитной ставкой 4,5%, эффективность деятельности казахстанских промышленных компаний – низкая, даже отрицательная. Управление значением заключается в выявлении факторов, от которых зависит ее рост. К ним относится увеличение прибыли (NOPAT), или же снижение размера капитала (CE) и его средневзвешенной стоимости (WACC). Рассмотрим, за счет чего изменился показатель EVA у компании ТОО «САТ». Изменение величины показателя EVA за счет каждой ее составляющей рассчитывается путем последовательной замены прошлого их уровня на данные отчетного периода:

$$EVA_{2013} = NOPAT_{2013} – WACC_{2013} \times CE_{2013} =$$
$$= 96,8 – 13,5\% \times 1799,1 = – 146,3 \text{ млрд тенге.}$$

$$EVA_{усл1} = NOPAT_{2015} – WACC_{2013} \times CE_{2013} =$$
$$= 76,7 – 13,5\% \times 1799,1 = – 166,2 \text{ млрд тенге.}$$

$$EVA_{усл2} = NOPAT_{2015} – WACC_{2015} \times CE_{2013} =$$
$$= 76,7 – 12,0\% \times 1799,1 = – 139,2 \text{ млрд тенге.}$$

$$EVA_{2015} = NOPAT_{2015} – WACC_{2015} \times CE_{2015} =$$
$$= 76,7 – 12,0\% \times 2567 = – 231,1 \text{ млрд тенге.}$$

Таким образом, за период 2013–2015 г. общее изменение EVA составляет: – 231,1 + 146,3 = – 84,8 млрд тенге.

Изменения произошли в том числе за счет:

а) чистой прибыли (NOPAT): – 166,2 + 146,3 =– 19,9 млрд тенге;

б) средневзвешенной стоимости капитала (WACC): – 139,2 + 166,2 = 27 млрд тенге;

в) размера используемого капитала (CE): – 231,1 + 139,2 = – 91,9 млрд тенге.

Основным фактором, повлиявшим на повышение показателя EVA, является рост средневзвешенной стоимости капитала за период 2013–2015 г. на 27 млрд тенге, остальные показатели отрицательно повлияли на значение показателя EVA.

Меры по увеличению NOPAT заключаются в увеличении оборота, снижении прямых и косвенных затрат и повышении оборачиваемости активов. Чтобы минимизировать задействованные активы, необходимо предпочесть сотрудничество с максимально надежными контрагентами,

грамотно управлять дебиторской задолженностью и умело распределять капитал между направлениями бизнеса. При этом следует сдерживать рост бизнеса, который требует крупных инвестиций, и вкладывать капитал в направления, требующие меньших затрат. Управление стоимостью капитала предприятия заключается в работе с кредиторами по привлечению наиболее недорогих займов и корректировке структуры капитала. Чтобы достичь этого, следует соблюдать равновесие между стоимостью собственных и заемных средств [6]. Иногда привлечение заемных средств оказывается дешевле, чем использование собственных. Таким образом, показатель EVA позволяет оценить качество принимаемых руководством решений и сделать управление компанией более эффективным. Отрицательная динамика данного показателя свидетельствует о том, что предприятие ТОО «САТ» работает неэффективно в сравнении с рынком в целом.

Выводы

Таким образом, анализ показал, что предприятие с меньшей эффективностью использовало находящийся в его распоряжении капитал (как собственный, то есть средства учредителей, так и заемный, то есть банковские кредиты). Однако величина EVA имеет тенденцию к уменьшению: в 2014 г. – 121,9 тыс. тенге.

Рост EVA, как критерий эффективности деятельности компании, можно обеспечить за счет следующих разнонаправленных мероприятий:

– повышение доходов при использовании прежнего объема капитала;

– сокращение объема используемого капитала при сохранении доходов на прежнем уровне;

– сокращение расходов на привлечение капитала на рынке, учитывая рыночные процентные ставки за кредит, налоговые ставки и безрисковую ставку, устанавливаемую Национальным банком.

Отдельно необходимо сказать о возможности уменьшения сумм налогов и других обязательных платежей в процессе налогового планирования, при этом используются различные схемы, которые допускает законодательство Республики Казахстан.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что методика EVA в практике управления финансовыми ресурсами по инвестиционному проекту ТОО «САТ» повысит эффективность этого управления, положительно повлияет на принятие обоснованных суждений финансовыми менеджерами, усовершенствует методику оценки эффективности проекта, и, в целом, можно предположить, что качество управленческой деятельности на казахстанских предприятиях будет повышаться.

Список литературы

1. Бочаров В.В., Самонова И.Н., Макарова В.А. Управление стоимостью бизнеса: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 124 с.

2. Зиядин С.Т. Некоторые проблемы развития малого предпринимательства в Казахстане // Деньги и кредит. – 2014. – № 6. – С. 72–74.

3. Зиядин С.Т., Курманбаева С.Т., Зиядина Ж.Т., Ибраева А.К. Методология прогнозирования и планирования в промышленном комплексе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13684.

4. Теплова Т.В. Корпоративные финансы / Т.В. Теплова. – М.: Юрайт, 2013. – 656 с.

5. Тулегенова М.С. Финансовый капитал и интегрированные структуры: Учебное пособие. – Алматы: Казахский университет, 2010. – 120 с.

6. Тучин П.В. Зарубежный и отечественный опыт формирования и управления инвестиционной сферой // Проблемы экономики. – 2009. – № 1. – С. 79–91.

УДК 338. 436

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ВИНОГРАДА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ РЯДОВ ДИНАМИКИ

Касимова Т.М., Гаджикурбанов З.Н.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: taisa.kasimova@mail.ru

Ведущей отраслью аграрного сектора экономики Республики Дагестан является виноградарство, республика входит в число основных производителей винограда и продуктов его переработки в Российской Федерации. Целью настоящего исследования является разработка эконометрических моделей для анализа и прогнозирования основных производственно-экономических показателей предприятий сельского хозяйства Республики Дагестан. Для этого выбраны крупные сельскохозяйственные предприятия Республики Дагестан по производству винограда: ГУП «Каспий», ГУП «Кировский», ГУП «Каякентский». Построены модели рядов динамики, позволяющие учитывать в прогнозных расчетах влияние различных факторов. В качестве показателей-факторов выступают затраты на производство в растениеводстве, затраты на уход за молодыми виноградниками, урожайность винограда. Определены прогнозные значения выручки от реализации продукции сельскохозяйственных предприятий республики до 2018 г. Рассчитаны основные статистические характеристики, которые позволили оценить качество построенных моделей прогноза.

Ключевые слова: прогноз, модели рядов динамики, анализ временных рядов, индекс детерминации, стандартная ошибка аппроксимации, F-критерий Фишера, Республика Дагестан, виноградарство

PREDICTING PERFORMANCE OF PRODUCTION OF GRAPES WITH THE HELP OF MODELS OF TIME SERIES

Kasimova T.M., Gadzhikurbanov Z.N.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: taisa.kasimova@mail.ru

The leading industry of agrarian sector of economy of the Dagestan Republic is wine growing, the republic is among prime manufacturers of grapes and products of its conversion in the Russian Federation. The purpose of this research is development of econometric models for the analysis and forecasting of the main productive and economic indicators of the entities of agricultural industry of the Dagestan Republic. Large agricultural enterprises of the Republic of Dagestan on production of grapes are for this purpose chosen: «Caspian», «Kirovski», «Kayakentsky». The models of ranks of dynamics allowing to consider influence of various factors in forecast calculations are constructed. Production costs in crop production, costs for care of young vineyards, productivity of grapes act as indicators factors. Forecast values of proceeds from sales of products of the republic agricultural enterprises till 2018 are determined. The main statistical characteristics which allowed to estimate quality of the constructed forecast models are calculated.

Keywords: forecast, models of ranks of dynamics, analysis of temporary ranks, determination index, standard error of approximation, Fischer's F-criterion, Dagestan Republic, wine growing

Сегодня Республику Дагестан трудно представить без виноградарства и виноделия и они по праву считаются ведущими отраслями сельского хозяйства. На этот регион приходится 40% виноградных насаждений, производится более 65% столового винограда страны, по рейтинговой оценке это второе место после Краснодарского края. Условия республики позволяют сформировать непрерывный «конвейер» производства винограда столовых и технических сортов разных сроков созревания, это способствует развитию инфраструктуры сбыта продукции.

Общая площадь виноградников в России в 2016 г. составила более 85 тыс. гектаров. Из них на Дагестан приходится 21 тыс. гектаров. С 2013 г. в рамках приоритетного проекта развития РД «Эффективный АПК» поставлена задача ежегодно увеличивать площади виноградников на 2 тыс. га. В 2016 г. план по закладке новых кустов солнечной ягоды установлен в объеме 2 070 га. Для обеспечения виноградарей собственным виноградным посадочным материалом в республике выращены около 2 млн штук сертифицированных саженцев требуемого сортового состава.

В настоящее время выращиванием винограда в РД занимаются более 97 хозяйств всех категорий, в том числе 47 специализированных, из них 17 имеют заводы первичного виноделия, 20 предприятий осуществляют розлив винодельческой продукции.

Целью настоящего исследования является разработка эконометрических моделей для анализа и прогнозирования основных производственно-экономических показателей предприятий сельского хозяйства Республики Дагестан.

Эконометрический анализ по группам сельскохозяйственных предприятий по-

зволяет дать полную и всестороннюю характеристику состояния сельского хозяйства региона, установить закономерности его развития, что создает научную основу для планирования и прогнозирования экономических процессов [1].

Исследование проведено на основе корреляционно-регрессионного анализа в сочетании с трендовым моделированием. При этом в процессе прогнозирования отбирают наиболее значимые факторы, определяют степень их участия в формировании результативного показателя.

Для этого выбраны крупные сельскохозяйственные предприятия Республики Дагестан по производству винограда: ГУП «Каспий», ГУП «Кировский», ГУП «Каякентский».

Основные производственно-экономические показатели сельскохозяйственных предприятий Республики Дагестан представлены в табл. 1.

Ряды динамики – это последовательность упорядоченных во времени числовых показателей, характеризующих уровень развития изучаемого явления. Отдельные наблюдения, из которых состоят ряды динамики, называются уровнями этого рядя и обозначаются Y_t, где $t = \overline{1, N}$. Таким образом, обязательные элементы ряда динамики – это показатели времени t и уровни ряда y [1, 3, 4].

По данным табл. 1 построены модели рядов динамики. Для ГУП «Каспий» модель имеет следующий вид:

$$Y_t = 9096,96 - 0,43x_1^t + 0,97x_2^t + 669,16x_3^t,$$

$$(R^2 = 0,99), \qquad (1)$$

где Y_t – это выручка от реализации винограда, x_1^t – затраты на производство в растениеводстве, x_2^t – затраты на уход за молодыми виноградниками, x_3^t – урожайность винограда.

R^2 – индекс детерминации. Индекс детерминации – это квадрат индекса корреляции. Этим значением характеризуют, на какое количество процентов моделью регрессии объясняются варианты показателей результативной переменной по отношению к своему среднему уровню.

Для ГУП «Кировский» модель имеет вид

$$Y_t = 35652,7 - 1,38x_1^t - 0,25x_2^t + 816,95x_3^t,$$

$$(R^2 = 0,91). \qquad (2)$$

Для ГУП «Каякентский» модель имеет вид:

$$Y_t = 16774,8 - 0,29x_1^t - 3,11x_2^t + 847,15x_3^t,$$

$$(R^2 = 0,86). \qquad (3)$$

Для того чтобы рассчитать прогнозы выручки от реализации винограда по модели рядов динамики, необходимо определить прогнозные значения показателей-факторов модели. Они рассчитаны по следующим моделям:

$$x_1 = -4245409 + 2140,7t,$$

$$x_2 = 97486 - 46,9t,$$

$$x_3 = -2466 + 1,27t.$$

Прогнозные значения затрат на производство в растениеводстве, затрат на уход за молодыми виноградниками, урожайности винограда предприятий Республики Дагестан, рассчитанные по линейному тренду, представлены в табл. 2.

Таблица 1

Основные производственно-экономические показатели сельскохозяйственных предприятий Республики Дагестан за 2010–2015 гг.

	Выручка от реализации винограда, тыс. руб.			Затраты на производство в растениеводстве, тыс. руб.			Затраты на уход за молодыми виноградниками, тыс. руб.			Урожайность винограда, ц\га		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2010	61112	58809	26689	55292	59438	44514	3340	5455	4826	107,8	142,2	42,2
2011	58837	69094	31745	65942	62146	38849	2055	4100	3935	112,3	146,4	43,6
2012	20962	10729	15384	54680	26422	31265	4496	3806	3630	45,9	21,1	24,2
2013	55437	57532	39094	67888	56364	57603	2900	3186	2581	112,1	119,3	58,8
2014	51343	51480	30324	65023	50221	44502	2683	6550	4012	102,3	102,5	51,6
2015	59010	56710	44272	68187	43653	48966	2954	5002	2902	109,5	91,7	53,3

Примечание. 1 – ГУП «Каспий», 2 – ГУП «Кировский», 3 – ГУП «Каякентский».

Прогнозные значения выручки от реализации винограда, полученные по моделям (1)–(3), представлены в первой строке табл. 3.

Сильные заморозки 2012 г. оказали негативное воздействие на деятельность сельскохозяйственных предприятий РД. По этой причине в этом году имела место значительная деградация рассматриваемых показателей, по сравнению с остальными уровнями временного ряда. Известно, что любая изучаемая совокупность может содержать единицы наблюдения, значения признаков которых резко выделяются из основной массы значений. Такие нетипичные значения признаков (выбросы) нарушают статистическую закономерность изучаемого явления [2, 4, 5]. Следовательно, аномальные наблюдения могут не только исказить значения обобщающих показателей (средней, дисперсии, среднего квадратического отклонения и др.), но и привести к серьезным ошибкам в прогнозах, полученных по построенным моделям. В связи с этим обозначилась необходимость построения моделей рядов динамики по данным, не содержащим аномальные значения. Прогнозы по ним представлены во второй строке табл. 3.

Сравним основные статистические характеристики полученных моделей на примере ГУП «Каспий». Выручка от реализации винограда фактическая (2010–2015 гг.) и прогнозные значения на 2016–2018 гг. ГУП «Каспий» по различным моделям графически представлены на рисунке.

Таблица 2

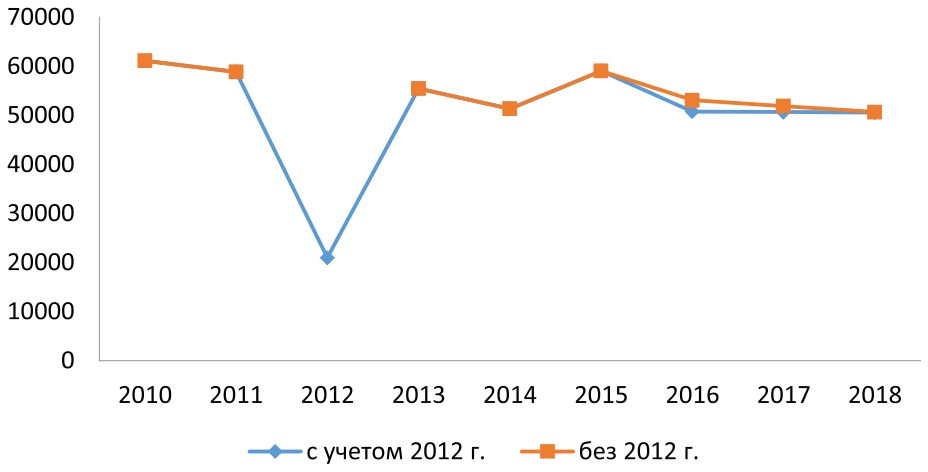
Прогнозные значения затрат на производство в растениеводстве, затрат на уход за молодыми виноградниками, урожайности винограда предприятий Республики Дагестан, рассчитанные по данным за 2010–2015 гг.

ГУП	x_1			x_2			x_3		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Каспий	70327,9	72468,7	74609,4	2907,1	2860,2	2813,3	102,8	104	105,3
Кировский	41231,5	38809,9	36388,2	5129,7	5257,2	5384,8	75,3	67,1	58,9
Каякентский	50838,9	52711,9	54585	2603,9	2305,6	2007,4	57	60,3	63,5

Таблица 3

Прогнозные значения выручки от реализации винограда предприятий Республики Дагестан, полученные по моделям рядов динамики, тыс. руб.

	ГУП «Каспий»			ГУП «Кировский»			ГУП «Каякентский»		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
С учетом 2012 г.	50753	50649	50545	38945	35579	32213	42271	45420	48568
Без 2012 г.	53053	51848	50644	50601	47893	45185	42123	44690	47256



Выручка от реализации винограда фактическая (2010–2015 гг.) и прогнозные значения на 2016–2018 гг. ГУП «Каспий» по различным моделям

Как видно на графике, прогноз выручки от реализации винограда в 2018 г. совпадает по обеим моделям.

Модель рядов динамики по данным ГУП «Каспий» за исключением 2012 г. имеет следующий вид:

$$Y_t = 3385{,}12 - 0{,}43x_1^t + 0{,}94x_2^t + 722{,}97x_3^t,$$

$$(R^2 = 0{,}73), \qquad (4)$$

где Y_t – это выручка от реализации винограда, x_1^t – затраты на производство в растениеводстве, x_2^t – затраты на уход за молодыми виноградниками, x_3^t – урожайность винограда.

В первом варианте (модель (1)) 99 % вариации результативного показателя обусловлена вариацией выбранных показателей-факторов, во втором (модель (4)) – 73 %.

Оценку качества построенной модели дает средняя ошибка аппроксимации. Она рассчитывается по формуле

$$\overline{A} = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{y-\hat{y}}{y}\right| * 100\%,$$

где y, $\hat{y}$ – фактические и расчетные (полученные по модели) значения результативного показателя; n – число единиц совокупности.

Средняя ошибка аппроксимации – среднее отклонение расчетных значений от фактических – в первом варианте равна 2 %, а во втором – 3 %. Допустимый предел значений составляет не более 8–10 %.

Статистическую значимость моделей определим на основе F-критерия Фишера. F-тест – оценивание качества уравнения регрессии – состоит в проверке гипотезы H_0 статистической незначимости уравнения регрессии и показателя тесноты связи. Для этого выполняется сравнение фактического $F_{\text{факт}}$ и критического (табличного) $F_{\text{табл}}$ значений F-критерия Фишера. $F_{\text{факт}}$ определяется из соотношения значений факторной и остаточной дисперсий, рассчитанных на одну степень свободы:

$$F_{\text{факт}} = \frac{\sum\left(\hat{y}-\overline{y}\right)^2 / m}{\sum\left(y-\hat{y}\right)^2 / \left(n-m-1\right)},$$

где y, $\overline{y}$, $\hat{y}$ – фактические, среднее и расчетные (полученные по модели) значения результативного показателя; n – число единиц совокупности; m – число параметров при переменных x.

$F_{\text{табл}}$ – это максимально возможное значение критерия под влиянием случайных факторов при данных степенях свободы и уровне значимости α. Уровень значимости α – вероятность отвергнуть правильную гипотезу при условии, что она верна. Обычно α принимается равной 0,05 или 0,01.

Если $F_{\text{табл}} < F_{\text{факт}}$, то H_0 – гипотеза о случайной природе оцениваемых характеристик отклоняется и признается их статистическая значимость и надежность. Если $F_{\text{табл}} < F_{\text{факт}}$, то гипотеза H_0 не отклоняется и признается статистическая незначимость, ненадежность уравнения регрессии [1, 5].

Для модели (1) фактическое значение критерия Фишера составило 0,9, что меньше табличного значения при α = 0,05. Для модели (4) фактическое значение критерия Фишера составило 46,4, что превышает табличное значение при α = 0,05. Во втором случае можно говорить о статистической значимости модели рядов динамики, а следовательно, надежности полученных по ней прогнозных значений.

Проверка адекватности выбранных моделей реальному процессу (в частности, адекватности полученной кривой роста) строится на анализе остаточной компоненты.

Если вид функции выбран неудачно, то последовательные значения ряда остатков могут не обладать свойствами независимости, т.к. они могут коррелировать между собой. В этом случае говорят, что имеет место автокорреляция остатков.

Существует несколько приемов обнаружения автокорреляции. Наиболее распространенным является подход, опирающийся на критерий Дарбина – Уотсона. Тест Дарбина – Уотсона связан с проверкой гипотезы об отсутствии автокорреляции первого порядка, т.е. автокорреляции между соседними остаточными членами ряда. При этом критическая статистика определяется по формуле

$$d = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(e_i - e_{i-1}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}.$$

Можно показать, что величина d приближенно равна

$$d \approx 2(1 - r_1),$$

где r_1 – коэффициент автокорреляции первого порядка (т.е. парный коэффициент корреляции между двумя последовательностями остатков $e_1, e_2, \ldots, e_{n-1}$ и $e_2, e_3, \ldots, e_n$).

Близость значения статистики d к нулю означает наличие высокой положительной автокорреляции (коэффициент r_1 близок к единице); близость значения статистики d *к* четырем означает наличие высокой отрицательной автокорреляции (коэффициент r_1 близок к минус единице). Естественно, в случае отсутствия автокорреляции значение статистики d будет близким к двум (коэффициент r_1 не сильно отличается от нуля).

Применение на практике критерия Дарбина – Уотсона основано на сравнении рас-

четного значения статистики d с пороговыми, граничными значениями d_1 и d_2.

Граничные значения d_1 и d_2, зависящие от числа наблюдений n, количества объясняющих переменных в модели, уровня значимости α, находятся по таблицам (авторами критерия составлены таблицы для α = 0,05, α = 0,025 и α = 0,01).

Алгоритм выявления автокорреляции остатков на основе критерия Дарбина – Уотсона следующий.

Выдвигается гипотеза H_0 об отсутствии автокорреляции остатков. Пусть альтернативная гипотеза состоит в наличии в остатках положительной автокорреляции первого порядка.

Тогда при сравнении расчетного значения статистики d с d_1 и d_2 возможны следующие варианты.

1. Если $d < d_1$, то гипотеза H_0 об отсутствии автокорреляции отвергается (с вероятностью ошибки, равной α) в пользу гипотезы о положительной автокорреляции.

2. Если $d > d_2$, то гипотеза H_0 не отвергается.

3. Если $d_1 \le d \le d_2$, то нельзя сделать определенный вывод по имеющимся исходным данным (значение d попало в область неопределенности).

Если альтернативной является гипотеза о наличии в остатках отрицательной автокорреляции первого порядка, то с пороговыми, граничными значениями d_1 и d_2 сравнивается величина $4 – d$ (при $d > 2$).

При этом возможны следующие варианты.

1. Если $4 – d > d_1$, то гипотеза H_0 об отсутствии автокорреляции отвергается (с вероятностью ошибки, равной α) в пользу гипотезы об отрицательной автокорреляции.

2. Если $4 – d > d_2$, то гипотеза H_0 не отвергается.

3. Если $d_1 \le 4 – d > d_2$, то нельзя сделать определенный вывод по имеющимся исходным данным [4].

Для модели рядов динамики, построенной по данным ГУП «Каспий» без учета данных за 2012 г. (модель (4)), расчетное значение критерия Дарбина – Уотсона равно 2,16. Границы интервала (d_1 и d_2) критических значений критерия Дарбина – Уотсона при уровне значимости α = 0,05 равны 0,37 и 2,29 соответственно. Тогда гипотеза H_0 не отвергается.

Для модели рядов динамики, построенной по данным ГУП «Каякентский» (модель (3)), расчетное значение критерия Дарбина – Уотсона равен 2,17. Границы интервала (d_1 и d_2) критических значений критерия Дарбина – Уотсона при уровне значимости α = 0,05 равны 0,46 и 2,13 соответственно. Тогда гипотеза H_0 не отвергается.

Для модели рядов динамики, построенной по данным ГУП «Кировский» (модель (2)), расчетное значение критерия Дарбина – Уотсона равно 2,15. Границы интервала (d_1 и d_2) критических значений критерия Дарбина – Уотсона при уровне значимости α = 0,05 равны 0,46 и 2,13 соответственно. Тогда гипотеза H_0 об отсутствии автокорреляции не отвергается.

Таким образом, сельское хозяйство – отрасль, играющая особую роль в экономике РД, на ее долю приходится более одной трети валового регионального продукта республики. Ключевым показателем развития сельского хозяйства является валовая продукция, производимая в этой отрасли.

Возрастание роли прогнозирования в АПК обусловлено ускорением научно-технического прогресса, развивающейся интеграцией комплекса с другими отраслями экономики, усилением неопределенности, влиянием множества факторов на развитие сфер АПК и др.

Применение экономико-математических методов в прогнозировании позволяет существенно снизить степень неопределенности. Для этого разработаны модели временных рядов и рядов динамики, позволяющие выявить и оценить сложившиеся динамические тенденции изменения показателей предприятий аграрной сферы, комплексное использование которых позволяет обеспечить обоснованные краткосрочные и среднесрочные прогнозы.

Список литературы

1. Елисеева И.И. Эконометрика. Учебник для магистров. – М.: Проспект, 2012. – 288 с.

2. Касимова Т.М. Методика формирования сценариев развития регионального АПК на основе моделей временных рядов // Экономика и управление: материалы II Международной науч.-практ. конф. «Математическая экономика и экономическая информатика. Научные чтения памяти В.А. Кардаша» выпуск 22 / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ. – Новочеркасск: Лик, 2015. – С. 126–130.

3. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник, 2007. – 365 с.

4. Статистические методы прогнозирования в экономике: учебное пособие, практикум, тесты, программа курса / Дуброва Т.А., Архипова М.Ю. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2004. – 136 с.

5. Эконометрика: учебник / под ред. В.С. Мхитаряна. – М.: Проспект, 2009. – 384 с.

УДК 332.146

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КЛАСТЕР «ГЕОКИРОВ»: СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ

[1]Костенко О.В., [2]Созинов О.Г., [1]Маракулина И.В., [1]Филинков А.С., [1]Шихов С.А., [1]Микрюкова Н.В.

[1]ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров, e-mail: info@vgsna.info;

[2]ОАО «Кировгипрозем», Киров, e-mail: dirkgz@kirovgiprozem.ru

Анализ отрасли ГИС-технологий позволил выявить ее возрастающую привлекательность и определенные предпосылки для применения кластерного подхода. Локальная концентрация предприятий, обладающих компетенциями высокого ранга в сфере ГИС-технологий формируется в г. Кирове. Создано некоммерческое партнерство «Геоинформационный кластер «ГЕОКИРОВ». Стратегия развития кластера разрабатывалась по заказу Правительства Кировской области. Для этого была построена пирамида стратегий кластера. Основная стратегическая цель – вывести кластер на стадию зрелого кластера. Определены предпочтительные бизнес-стратегии и конкурентные стратегии для предприятий кластера: концентрированный рост за счет развития продуктов и рынков; ценовая конкуренция и конкуренция выгодным соотношением цены и качества. Важной является задача по развитию межорганизационных и межличностных сетей кластера. Необходимо расширять состав членов НП «ГЕОКИРОВ», привлекать к взаимодействию новых участников.

Ключевые слова: кластер, стратегия кластера, геоинформационные системы, «ГЕОКИРОВ»

GIS-CLUSTER «GEOKIROV»: DEVELOPMENT STRATEGY

[1]Kostenko O.V., [2]Sozinov O.G., [1]Marakulina I.V., [1]Filinkov A.S., [1]Shikhov S.A., [1]Mikryukova N.V.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vyatka State Agricultural Academy», Kirov, e-mail: kostenko_ov@vgsha.info;

[2]Public corporation «Kirovgiprozem», Kirov, e-mail: dirkgz@kirovgiprozem.ru

Cluster policy is a promising tool for regional development. Kirov Region is actively developing its cluster policy. Non-commercial partnership «GIS-Cluster «GEOKIROV» was founded in 2014. The development of a cluster requires a design strategy and design of cluster support measures within the regional cluster policy. The following research methods were used: strategic and marketing analysis, identification of the cluster (interviews, surveys, collecting data about the participants of the cluster), methods of group work (strategic sessions, brainstorming, etc.). Industry analysis of GIS technology has revealed its growing appeal and certain conditions for the use of the cluster approach. The local concentration of enterprises with high-ranking competencies in GIS technology is formed in the Kirov. Cluster development strategy was designed by order of the Kirov region Government. The strategy pyramid was designed for the cluster. The main strategic goal is to reach the stage of a mature cluster. There were defined business strategies and competitive strategies for the cluster's companies. Preferred business strategy is a strategy of growth (new GIS-products and new markets). Preferred competitive strategies are cost leadership strategy or best-cost provider strategy. The challenge to develop of inter-organizational and interpersonal cluster networks is very important. It is necessary to increase the number of members of NP «GEOKIROV», to attract new members to interact.

Keywords: cluster, cluster strategy, geographic information systems, «GEOKIROV»

Общемировые тенденции в экономике уверенно подтверждают возрастание роли государственного регулирования. Одно из новых направлений – создание кластеров как новой организационной формы бизнеса. В свете этого региональная кластерная политика, основанная на теории экономических кластеров, является перспективным инструментом развития территорий.

Кировская область активно развивает направление кластерной политики. В программных документах определены приоритетные кластеры и инструменты кластерной политики. Создан Центр кластерного развития, принята Концепция кластерной политики. В сфере геоинформационных технологий на территории Кировской области выявляется концентрация активно развивающихся предприятий, обладающих рядом компетенций высокого ранга. Их инициатива по институционализации кластера в 2013 г. была поддержана Правительством Кировской области, а в 2014 г. создано некоммерческое партнерство «Геоинформационный кластер «ГЕОКИРОВ».

Цель исследования

Дальнейшее развитие кластера требует разработки стратегии развития кластера в контексте мировых и российских тенденций геоинформационных рынков, а также обоснования направлений и инструментов

поддержки кластера в рамках региональной кластерной политики. Заказчиком работ в интересах НП «ГЕОКИРОВ» выступил Центр кластерного развития Кировской области. Техническое задание предусматривало разработку стратегии кластера в соответствии с методическими материалами Минэкономразвития России. Работа выполнена в 2015 г. на базе ФГБОУ ВО «Вятская ГСХА», с участием консалтинговой компании «Sherpa S Pro» (г. Москва).

Материалы и методы исследования

Использованы методы стратегического и маркетингового анализа, идентификация кластера (интервьюирование, опросы, сбор данных об участниках кластера), методы групповой работы в выработке и согласовании ключевых параметров развития кластера (стратегические сессии, мозговой штурм и другие).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ основных экономических характеристик отрасли ГИС-технологий свидетельствует о ее возрастающей привлекательности [7]. При относительно небольших размерах российского рынка (до 1,5 млрд $, 2012 г.) он демонстрирует с середины 2000-х гг. устойчиво высокий рост [1, 8]. По некоторым оценкам, доля России относительно мирового рынка может составлять 7–10 %. К основным сегментам рынка относят:

– рынок пространственных данных (цифровых картографических материалов);

– рынок данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ);

– рынок высокоточного геодезического оборудования;

– рынок программного обеспечения.

Географические информационные системы (ГИС) применяются как эффективный инструмент информационной поддержки управленческой деятельности на любых уровнях. В последние годы происходит быстрое развитие и совершенствование ГИС-технологий: увеличение степени разрешения спутниковых снимков; создание спутниковых систем точного позиционирования; массовый доступ к картографическим продуктам через интернет; информационное наполнение электронных карт с последующими иследованиями на основе методов прикладной математики для создания новых знаний. В итоге инновации в фундаментальных технологиях отрасли открывают широкие возможности для развития прикладных продуктов. Так, благодаря технологиям спутникового позиционирования появились такие новые услуги, как навигация транспортных средств, управление сельскохозяйственной техникой [5], мониторинг деформации зданий (мостов, плотин, тоннелей, других объектов) [10], железных дорог [4] и многие другие. Однако спектр прикладных направлений использования ГИС-технологий относительно невелик. Многие продукты находятся в стадии разработок и выведения на рынок. Просматриваются новые широкие возможности инноваций в создании прикладных ГИС-продуктов и ГИС-сервисов.

В отрасли выделяется несколько категорий потребителей. Во-первых, это ГИС-Бизнес. Основу сегмента составляют компании регулируемого сектора – поставщики коммунальных услуг, энергоснабжающие компании, трубопроводы, телекоммуникации, транспорт и т.д. Сегмент оценивается как самый крупный на российском рынке [1]. Появляются также новые направления, например выбор мест и определение зон торговли, размещения наружной рекламы и производственных объектов, информатизации риэлторской деятельности и т.д. Возникла новая сфера – геомаркетинг [3, 6].

Второй сегмент – использование ГИС-технологий органами государственной власти и муниципалитетами (ГИС-Государство). Основные сферы – многослойные электронные карты как информационные базы органов власти, земельный кадастр, инвентаризация объектов недвижимости, контроль и прогнозирование чрезвычайных ситуаций, мониторинг лесопользования, сельскохозяйственных земель и экологии, разработка схем территориального планирования и другие проекты [2, 9]. Просматривается тенденция увеличения доли государства в портфеле заказов, в том числе благодаря политике федерального правительства по расширению использования ГИС-технологий.

Третий сегмент формируется на основе массового доступа к картографическим продуктам через интернет и мобильные приложения. Особенность сегмента – использование нетрадиционных бизнес-моделей, таких как краудсорсинг или монетизация ГИС-проекта за счет рекламодателей. Лишь малая часть пользователей интернета готовы платить за доступ к информации (по данным опросов – от 4 до 20 %).

Число компаний в отрасли относительно невелико (оперируют около сотни компаний, преимущественно российских). В некоторых сегментах степень концентрации выше (в сегменте данных ДЗЗ – порядка десяти компаний). Для отрасли характерен высокий уровень конкуренции, объяснить который можно относительно невысокими барьерами входа в отрасль (уровень разли-

чается по сегментам). Почти все предприятия отрасли относятся к малому и среднему бизнесу. Для вхождения в отрасль не требуется больших вложений капитала, не просматривается сильное влияние и других барьеров (доступ к технологиям и лояльность покупателей, эффект масштаба и преимущество по издержкам). Особо значимым является обладание профессиональными компетенциями и опытом работы в сегменте, умение предвосхитить запросы потребителя (кадровое обеспечение и менеджмент).

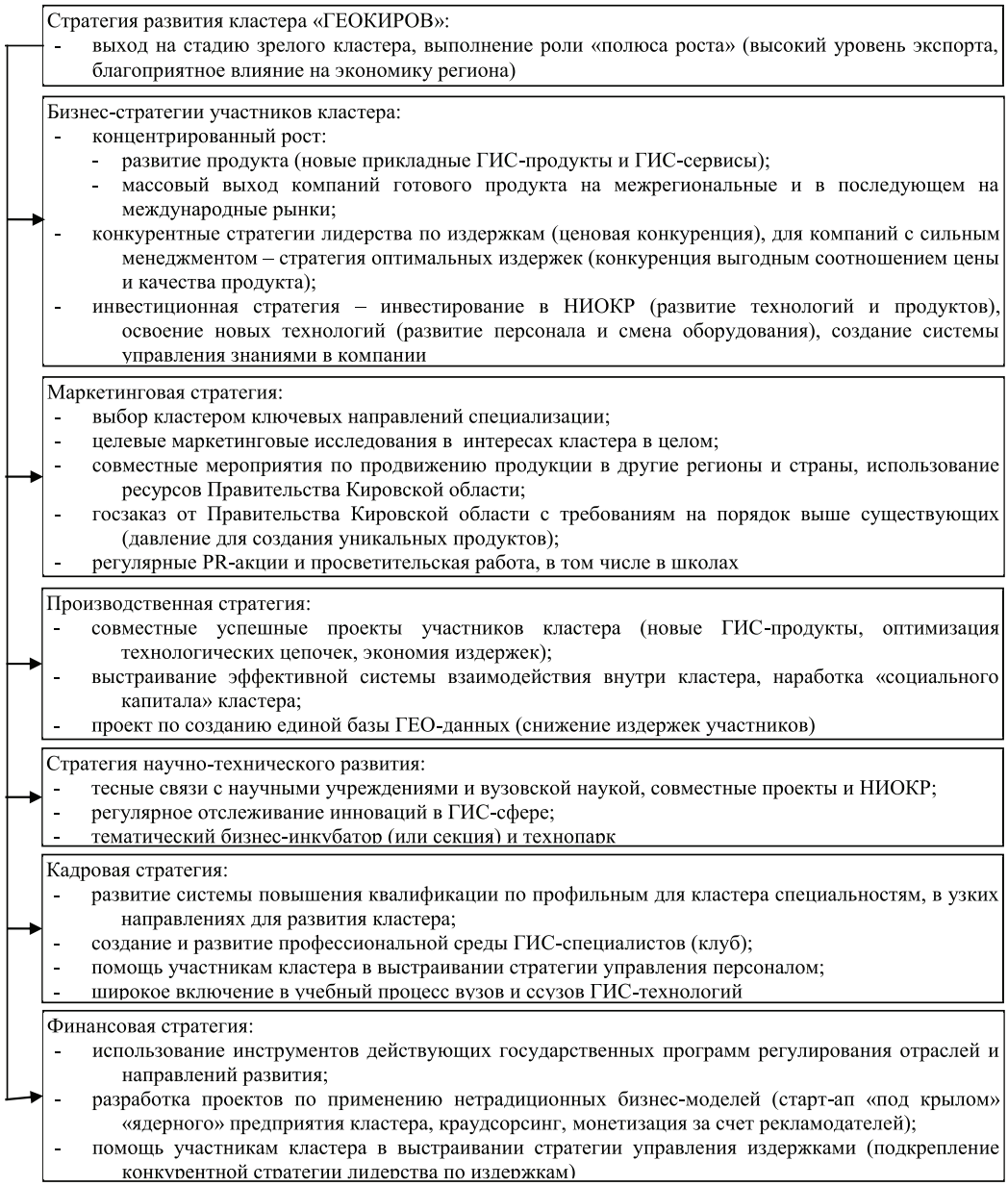
Вертикальная интеграция и связи между родственными отраслями в сфере ГИС-технологий имеют ярко выраженные особенности. Цепочки ценности выстраиваются не столько по типу последовательных связей, чаще это складывающаяся или связанная взаимозависимость работ. В результате для отрасли ГИС-технологий характерны сложные цепочки ценности, по типу «звезды». Это делает фактор связей между компаниями ключевым в достижении успеха, а значит и кластерный подход – потенциально эффективным инструментом развития отрасли в целом.

В отрасли заметна тенденция компактного размещения основных компаний. По результатам анализа мирового опыта («Sherpa S Pro») выявлено семь геоинформационных кластеров (Австрия, Канада, Швеция, Мексика, Австралия, Новая Зеландия и США), объединившихся еще на рубеже XX–XXI веков. Основной фокус их взаимодействия – моделирование обмена знаниями, инновации для бизнеса, маркетинг в интересах кластера, менеджмент научной деятельности. Для России ожидаемо, что большое число компаний отрасли расположены в московской агломерации.

Концентрация предприятий, обладающих компетенциями высокого ранга в сфере ГИС-технологий, просматривается в г. Кирове. ОАО «НИИ СВТ» обладает значимыми компетенциями, которые сложились благодаря высоким требованиям при выполнении заказов силовых ведомств. Основные виды деятельности – НИОКР в создании средств вычислительной техники, автоматизированных систем и средств связи, АРМ, сетевых технологических решений. ОАО «Кировгипрозем» оказывает услуги в области ГИС-технологий – градостроительство, изыскание и проектирование, кадастровая деятельность. Предприятие обладает компетенциями и опытом работы в ГИС-сфере, демонстрирует высокую активность в развитии технологий, продуктов и рынков (проекты на территории Кировской области и в ряде других регионов). Компания «Находка» имеет компетенции в работе с государственными заказчиками (программное обеспечение и другие решения), работает на российском рынке (в 60 регионах). В технологических цепочках отрасли задействованы государственные органы и учреждения: подразделения Федеральной кадастровой палаты, Территориального фонда геологической информации, КОГБУ «ЦИТ» (региональный оператор ГИС Кировской области, СОМС «Вятка», системы космического мониторинга на основе данных ДЗЗ). Ведут мониторинг транспорта 16 компаний, примерно столько же – кадастровые работы, около 10 компаний различной специализации занимаются софтом и продажей оборудования, работает 11 web-студий, 4 организации занимаются дистанционным зондированием земли.

В результате в Кировской области формируется локальная концентрация предприятий отрасли ГИС-технологий, связанных в технологические цепочки (агломерация). Предприятия остро ощущают потребность в поиске новых возможностей за счет сотрудничества и совместных проектов, а общение и тесные контакты уже позволяют им развивать новые компетенции. Агломерация предприятий выходит на следующую стадию развития – возникающий кластер. Дальнейшее развитие должно привести к формированию специализированной инфраструктуры кластера, рынка квалифицированных кадров, развитию рынков и каналов сбыта (новые продукты и рынки), а также формированию устойчивых межорганизационных и межличностных сетей кластера.

В итоге можно констатировать, что в Кировской области сложился ряд предпосылок для применения кластерного подхода в отрасли ГИС-технологий. ОАО «НИИ СВТ», ОАО «Кировгипрозем» и КОГБУ «ЦИТ» – специализированные производители конечной продукции кластера (цифровая картография, услуги точного позиционирования и профильный софт). Компании располагают необходимыми профессиональными компетенциями, ставят агрессивные цели по развитию, стремятся выполнять функции ядра кластера. Эти три компании, а также ОАО «Научно-производственная корпорация «РЕКОД» (г. Москва, участник технологической цепочки) выступили с инициативой по созданию некоммерческого партнерства кластера как регулятора его развития. Инициатива предприятий по институционализации кластера в 2013 г. была поддержана Правительством Кировской области, в 2014 г. было создано некоммерческое партнерство «Геоинформационный кластер «ГЕОКИРОВ».



Пирамида стратегий развития Геоинформационного кластера «ГЕОКИРОВ»

Дальнейшее развитие кластера требует разработки и обоснования стратегии развития кластера в контексте мировых и российских тенденций геоинформационных рынков, определении направлений специализации кластера и механизмов взаимодействия между участниками, а также обоснования направлений и инструментов поддержки кластера в рамках региональной кластерной политики. При этом необходимо учитывать, что кластер – сложная самоорганизующаяся система, развитие которой поддается стимулированию, но не заменяется им. При выборе и обосновании стратегии развития кластера необходимо определить приоритеты по следующим направлениям:

– предпочтительный тип бизнес-стратегий для участников кластера и кластера в целом;

– предпочтительный тип конкурентной стратегии для участников кластера;

– достижение новой стадии развития кластера, возрастание влияния кластера на экономику региона.

Выбор эталонной (базовой) стратегии бизнеса для участников кластера был определен, во-первых, тем, что отрасль находится в стадии роста, при этом основу роста

составляют инновации в технологиях и расширение сфер их применения. Во-вторых, успех кластеров в мире определяется выходом не только на национальный, но на мировой уровень. Для этого ведущие кировские компании обладают профессиональными компетенциями и уже имеют опыт работы во многих регионах России. В качестве базовой стратегии для предприятий кластера рекомендуется стратегия концентрированного роста в двух направлениях:

– развитие продукта – создание новых прикладных ГИС-продуктов и ГИС-сервисов (выбрать ключевые направления специализации и позиционирование на рынках);

– развитие рынка – массовый выход компаний готового продукта на межрегиональные и международные рынки. На первом этапе может быть создан продукт для Кировской области (государственные закупки с требованиями на порядок выше обычных).

Основу конкурентных стратегий участников кластера может составить стратегия лидерства по издержкам, а для компаний с сильным менеджментом – стратегия оптимальных издержек. Более низкий уровень стоимости жизни и зарплат в г. Кирове (в том числе в сфере IT и ГИС-технологий) создает конкурентные преимущества для кировских предприятий. А как известно, в сфере услуг доля затрат на оплату труда персонала высока.

В целом для кластера стратегическая цель – используя сложившиеся благоприятные условия и меры региональной кластерной политики, вывести кластер на новую стадию жизненного цикла – развивающийся кластер. На этой стадии должны быть видимы кластерные эффекты (экономия для участников кластера). Кластер должент демонстрировать высокую конкурентоспособность и инновационность, достичь «критической массы» («количество участников 130+»), высокой степени интеграции. Рынки конечного продукта, оборудования, квалифицированного труда и т.д. станут высокоразвитыми. Движущие силы – высокая степень конкуренции и кооперации внутри кластера, а также эффекты «социального капитала». Для региона такой кластер способен выполнять роль «полюса роста» территории.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить два условия. Во-первых, от каждого предприятия кластера требуется осознанный выбор своей стратегии развития, в контексте развития внешней среды и принятой стратегии кластера. Помощь в этом участникам кластера может оказать НП «ГЕОКИРОВ». Во-вторых, стратегия кластера и базовые стратегии предприятий должны подкрепляться функциональными стратегиями. Для этого выстраивается пирамида стратегий развития (рисунок).

Задача функциональных стратегий в стратегической пирамиде – обеспечить достижение конкурентных преимуществ в поддержку стратегий конкуренции. Для кластера «ГЕОКИРОВ» важны пять направлений: маркетинговая стратегия, производственная стратегия, стратегия научно-технического развития, кадровая и финансовая стратегии.

В сформулированных выше стратегических задачах кластера четко просматриваются направления и формы участия Правительства Кировской области, которые могут составить основу региональной кластерной политики по отношению к ГИС-кластеру «ГЕОКИРОВ».

Важна также модель управления кластером. Кластер не относится к иерархическим системам, поскольку состоит из независимых и самостоятельных участников. «ГЕОКИРОВ» прошел стадию формализации. Некоммерческое партнерство «Геоинформационный кластер «ГЕОКИРОВ» является представителем якорных предприятий кластера и берет на себя выстраивание эффективной системы коммуникаций и взаимодействия между участниками. Создание некоммерческого партнерства уже повысило «вес» кластера для регионального правительства, рынков и общественности. Дальнейшая задача – расширять состав членов НП «ГЕОКИРОВ», привлекать к взаимодействию новых участников.

В соответствии со стратегией развития кластера и ее основными направлениями был определен перечень ключевых показателей развития кластера (KPI), как результат групповой работы участников кластера в ходе стратегической сессии (предприятия ядра кластера, представители региональных органов власти, специалисты Центра кластерного развития, ученые и исследователи по теме НИР). Они будут служить критериями оценки достижения поставленных целей (критерии результативности) и эффективности развития кластера.

Выводы

Анализ отрасли ГИС-технологий показывает ее возрастающую привлекательность и определенные предпосылки для применения кластерного подхода. В г. Кирове формируется локальная концентрация предприятий, обладающих компетенциями высокого ранга в сфере ГИС-технологий.

Создано некоммерческое партнерство «Геоинформационный кластер «ГЕОКИРОВ». В ходе разработки стратегии развития кластера была обоснована пирамида стратегий кластера, сформулирована стратегическая цель вывести кластер на стадию зрелого кластера. Предпочтительные бизнес-стратегии и конкурентные стратегии для предприятий кластера: концентрированный рост за счет развития продуктов и рынков; ценовая конкуренция и конкуренция выгодным соотношением цены и качества. Исключительно важна задача по развитию межорганизационных и межличностных сетей кластера. Необходимо расширять состав членов НП «ГЕОКИРОВ», привлекать к взаимодействию новых участников.

Список литературы

1. Гореткина Е. Что двигает и тормозит российский рынок ГИС [Электронный ресурс] // PC Week/RE ИТ-бизнес // URL: https://www.pcweek.ru/business/article/detail.php?ID=146319 (дата обращения: 01.03.2017).

2. Грибкова И.С., Попова О.С. Муниципальные геоинформационные системы: проблемы и пути решения [Текст] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 143–154.

3. Ковалёва Е.И., Сафонова Н.А., Тинякова В.И. Геомаркетинг в задачах обоснования решений по реализации новой продукции [Текст] // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 5 (54). – С. 75–79.

4. Ковалева О.В. Использование ГИС-технологий при определении пространственного положения и геометрических параметров железной дороги [Текст] // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 101–107.

5. Марденская Е.О. Использование геоинформационных технологий в сельскохозяйственном производстве [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 8–1 (19–1). – С. 17–21.

6. Мирели Э.Д. Геомаркетинг в фармацевтическом бизнесе как способ применения логистической концепции [Текст] // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2013. – № 5–6. – С. 59–66.

7. Мировой рынок ГИС растет более чем на 10% в год за счет 3D-систем [Электронный ресурс] // Cnews – издание о высоких технологиях // URL: http://www.cnews.ru/news/top/mirovoj_rynok_gis_rastet_bolee_chem (дата обращения: 01.03.2017).

8. Рынок ГИС в России, наконец, состоялся [Электронный ресурс] // Ibusiness, 17 января 2013 года // URL: http://ibusiness.ru/news/25247 (дата обращения: 24.05.2015).

9. Федорова О.В. Опыт использования космических технологий в интересах социально-экономического развития региона (на материалах Калужской области) [Текст] // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2015. – № 2 (2). – С. 79–90.

10. Яковлев Д.А. Задачи визуализации результатов мониторинга пространственно-временных состояний техногенных объектов по геопространственным данным средствами ГИС [Текст] // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 1. – № 2. – С. 183–187.

УДК 65.018

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

Косых Д.А., Третьяк Л.Н., Лукоянов В.А.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: kosich1975@rambler.ru, tretyak_ln@mail.ru, tjer2006@yandex.ru

Настоящая статья посвящена разработке универсальной методики, состоящей из последовательно реализуемых этапов и позволяющей определять приоритетные процессы системы менеджмента качества (СМК) организации. Методами направленного и систематизированного поиска информации обоснована необходимость определения процессов, требующих первостепенного внимания и последующего улучшения. На основе систематизации теоретических данных проведен анализ недостатков существующих подходов определения приоритетных бизнес-процессов. Определены универсальные критерии приоритетных процессов: важность, проблемность, возможность изменения. Предложены балльные шкалы оценки критериев приоритетности процессов, определяемые экспертным методом. Для определения групповых и ярусных коэффициентов построено дерево бизнес-процессов. Используя квалиметрический подход, определены числовые значения предложенных критериев, а также рассчитан индекс приоритетности процессов СМК организации, представляющий числовую интегральную оценку приоритетности данного процесса. Проведенный анализ Парето на основе АВС-анализа позволил определить три группы приоритетности процессов СМК: наиболее приоритетные, средние по приоритетности и наименее приоритетные процессы. Методика апробирована на примере процессов СМК организации.

Ключевые слова: процесс, приоритетность, бизнес-процесс, критерии приоритетности, индекс приоритетности, анализ Парето, квалиметрический подход

THE METHOD OF DETERMINING THE PRIORITY OF THE PROCESSES OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF THE ORGANIZATION

Kosykh D.A., Tretyak L.N., Lukoyanov V.A.

Federal State Educational Government-financed Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg, e-mail: kosich1975@rambler.ru, tretyak_ln@mail.ru, tjer2006@yandex.ru

This article is devoted to the development of a universal method, consisting of a series of stages realized and allows to determine the priority processes of the quality management system (QMS) of the organization. The necessity of determining the processes that require urgent attention and further improvement is based on the methods of directed and systematic search for information. The analysis of the shortcomings of existing approaches to identify priority business processes was carried out on the basis of theoretical systematization of data. Universal criteria was defined by priority processes: the importance, problematical questions, the ability to change. Proposed point scale evaluation criteria of the foreground processes were established by the expert method. Business process «tree» was built to determine the group and the tiered coefficients. The numeric value of the proposed criteria was determined by using qualimetric approach, as well as the calculated index of the organization's QMS processes priority representing by a numerical integral evaluation of this process priority. Pareto analysis conducted on the basis of the ABC-analysis allowed to identify three groups of priority QMS processes: the highest priority, medium-priority and the least priority processes. The method was tested on the example of the organization's QMS processes.

Keywords: process, priority, business-process, criteria of priority, index priority, the Pareto analysis, qualimetric approach

Благодаря широкому применению международных стандартов серии ИСО 9000 большинство современных компаний с целью улучшения результативности и эффективности ключевых бизнес-процессов, оформленных в единую сеть внедрили новую стратегию менеджмента, ориентированную на применение процессного подхода к управлению организацией.

Принципы менеджмента системы качества требуют постоянного улучшения каждого её элемента. Отсюда возникает необходимость определения, какие бизнес-процессы функционируют на приемлемом уровне, и для них достаточно постепенного улучшения, какие бизнес-процессы протекают настолько неэффективно, что целесообразнее будет построить их заново, и какие бизнес-процессы вообще нецелесообразно подвергать значительным изменениям. В связи со сказанным возникает проблема выбора бизнес-процессов, приоритетных для развития организации в соответствии с текущим состоянием системы, выявление степени полноты требуемых изменений, которые необходимы для повышения ее эффективности и результативности. Приоритетность бизнес-процесса целесообразно определять с учетом стратегии организации, результатов оценки показателей бизнес-процесса, а также после определения ключевых факторов успеха. Основным

результатом определения приоритетных бизнес-процессов должен стать рейтинг приоритетов областей, которые нуждаются в улучшениях или совершенствовании.

Главная цель определения приоритетных бизнес-процессов – составить полный перечень тех бизнес-процессов, для которых в первую очередь необходима оптимизация и совершенствование.

Цель и задачи исследования – на основе анализа недостатков существующих подходов и критериев определения приоритетных бизнес-процессов предложить улучшенную методику их выбора.

Материалы и методы исследования: формально-логический анализ, методы систематизации теоретических данных, методы направленного и систематизированного поиска информации, экспертные методы построения балльных шкал, методы и инструменты управления качества и квалиметрического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Как известно, при определении приоритетных бизнес-процессов действует принцип Парето – «20/80», сформулировать который, в соответствии с тематикой исследования, можно следующим образом: «20% всех бизнес-процессов создают 80% результата деятельности компании». Отсюда вытекает необходимость поиска, анализа и ранжирования оптимальных и эффективных путей совершенствования системы функционирования предприятия, направленных именно на эти 20% бизнес-процессов, создающих основной результат деятельности организации.

Данное суждение позволяет выделить в качестве одного из критериев приоритетности **важность (I)** бизнес-процесса, характеризующую степень его вклада в достижение стратегических целей организации. Для улучшения деятельности организации в первую очередь необходимо выбрать самые важные бизнес-процессы, потому что именно их улучшение окажет наибольший положительный эффект на результаты деятельности организации. Однако не всегда бизнес-процесс нуждается в изменениях и улучшениях. В таких случаях не имеет смысла проектировать мероприятия по улучшению, так как подобные мероприятии не принесут значительных изменений. Отсюда вытекает второй критерий приоритетности бизнес-процессов – **проблемность (P)** бизнес-процесса, характеризующая необходимость внесения изменений в функционирующий бизнес-процесс.

Кроме того, деятельность любой организации связана с наличием огромного количества ограничений различной природы: ограниченность человеческих, финансовых, информационных ресурсов, инфраструктура предприятия, оборудование, производственные мощности, развития технологий, внешние факторы и т.п. Подобные ограничения обуславливают наличие третьего фактора приоритетности – **возможности изменения (O)** бизнес-процесса, характеризующего степень возможности и стоимости проведения его изменений и улучшений. Согласно этому критерию, необходимо выбирать те бизнес-процессы, в которых наиболее просто и дешево можно провести улучшения.

Таким образом, для нахождения «заветных» 20% бизнес-процессов, требующих улучшения, целесообразно оценивать важность, проблемность и возможность изменений бизнес-процессов применительно к деятельности конкретной организации.

Оценка этих критериев для каждого бизнес-процесса позволяет проводить их формальное и объективное ранжирование, выбирать наиболее приоритетные для последующей оптимизации. Самыми приоритетными будут те бизнес-процессы, которые оказались самыми важными, самыми проблемными и наименее затратными с точки зрения их совершенствования.

На практике руководители нередко полагаются на свой опыт и интуицию для определения приоритетных бизнес-процессов, которые могут давать как положительные результаты, так и негативные. Однако, учитывая сложную природу системы бизнес-процессов и постоянно увеличивающийся объем информации, возникает потребность в применении научно обоснованных методов принятия решений.

В практике проектирования систем бизнес-процессов существует несколько подходов, с помощью которых можно определить приоритетные бизнес-процессы.

Наиболее распространенными являются следующие подходы к определению приоритетности процессов: Хаммера и Чампи; подход, разработанный в рамках проекта PROSCI; Робсона и Уллаха; Мазура [4, 5].

Анализ представленных подходов к определению приоритетных процессов позволяет сделать три основных вывода:

1) перечень используемых критериев ограничен;

2) большинство критериев не показывают, каким образом критерии связаны с конкретными показателями, характеризующими процессы или ситуацию;

3) несовершенные правила выбора критериев [1].

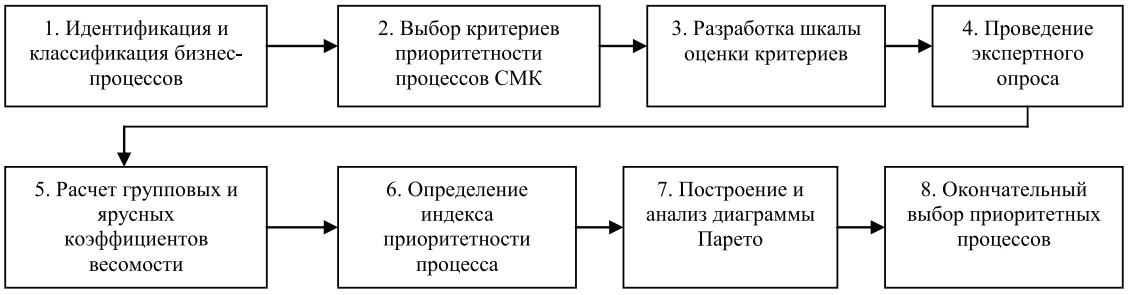


Рис. 1. Этапы методики определения приоритетности процессов СМК

Таблица 1

Характеристики балльных шкал оценки критериев приоритетности

Критерии приоритетности	Важность процесса (I)					Проблемность процесса (P)					Возможность изменения процесса (O)				
Балл	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Характеристика	наименее значимый процесс	процесс минимальной значимости	процесс средней значимости	важный процесс	ключевой по важности процесс	отсутствует проблемность	низкая проблемность	средняя проблемность	высокая проблемность	очень высокая проблемность	очень высокие затраты	высокие затраты	средние затраты	невысокие затраты	затраты не нужны

Существуют и другие подходы определения приоритетных бизнес-процессов, но они не имеют большого распространения, так как их использование является сложным или они разработаны комбинированием основных подходов.

Исходя из вышесказанного, нами разработана методика определения приоритетности бизнес-процессов (процессов СМК), которая позволит устранить выявленные недостатки приведенных выше подходов.

Разработанная методика определения приоритетности процессов СМК реализуется этапами (рис. 1), выполняемыми последовательно.

На первом этапе реализации методики необходимо выделить и классифицировать все бизнес-процессы организации посредством построения дерева процессов СМК (рис. 2). Если это процессы СМК, то процессы могут быть классифицированы на основные процессы, процессы менеджмента, обеспечивающие процессы и т.д.

На основании вышесказанного нами предлагается использовать следующие критерии приоритетности процессов СМК: важность процесса (I); проблемность процесса (P), которая характеризует степень разницы между желаемым и действительным; возможность изменения процесса (O), показывающую степень разрыва между необходимыми ресурсами для изменения и имеющими ресурсами у предприятия, т.е. характеризует необходимые дополнительные затраты.

Для оценки выбранных критериев нами предлагается применить экспертный метод. В табл. 1 представлена балльная шкала оценки критериев приоритетности.

Механизм реализации методики

Руководство организации должно создать экспертную группу сотрудников организации, которая отражала бы интересы всех исследуемых процессов СМК организации, владела бы информацией об имеющих-

ся ресурсах организации и имела бы четкое представление о стратегических целях и задачах развития организации. Данный этап является наиболее важным и ответственным в процедуре оценивания процессов СМК организации, т.к. от качества подбора экспертов зависит направление развития компании. Как правило, в качестве экспертов могут выступать: руководитель предприятия, его заместители, уполномоченные по качеству, владельцы процессов и т.д.

Для определения групповых и ярусных коэффициентов используется дерево бизнес-процессов. Коэффициенты определяются экспертным методом, сущность которого заключается в экспертном опросе членов группы и в дальнейшей обработке полученной числовой информации.

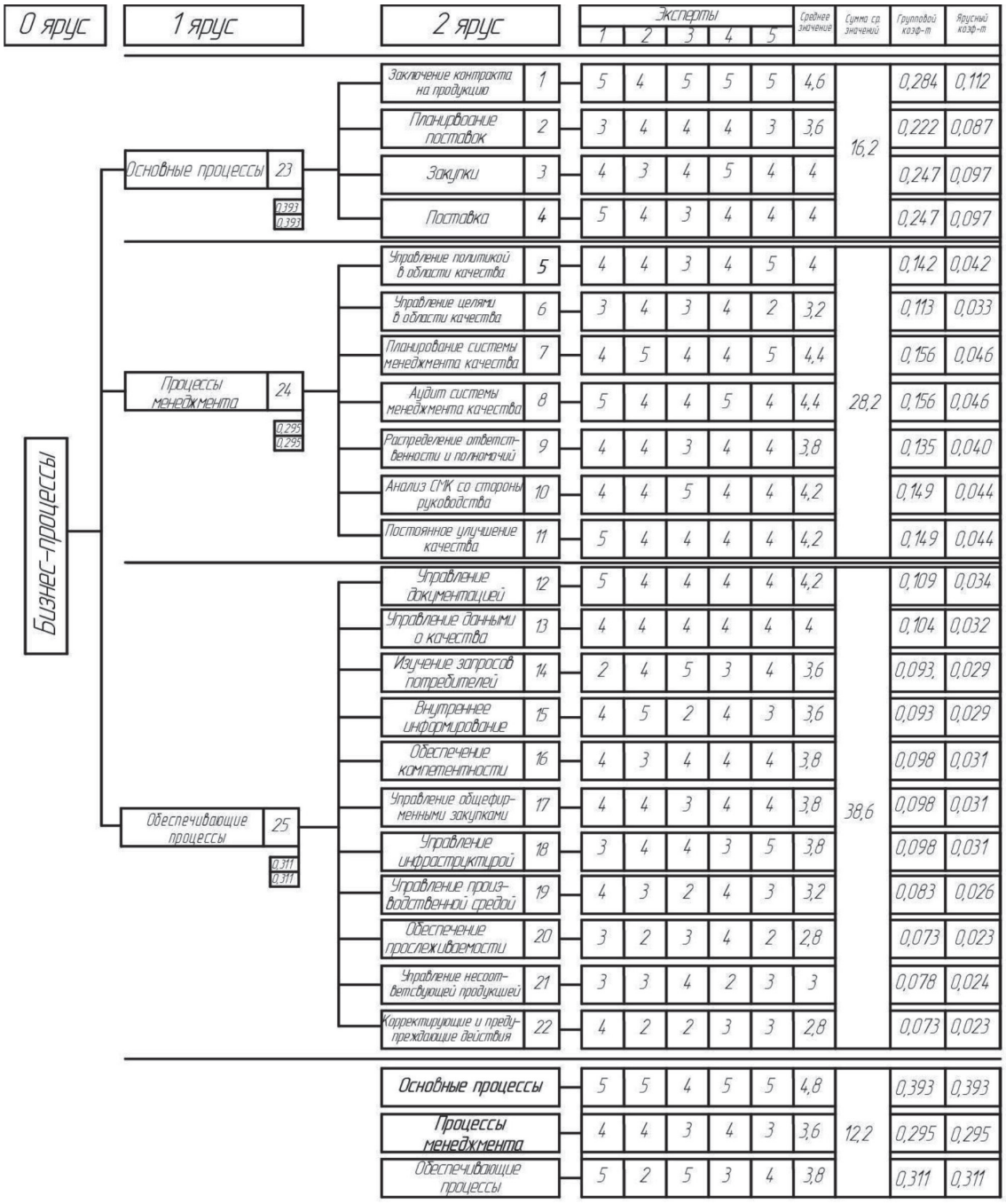


Рис. 2. Результаты расчета групповых и ярусных коэффициентов весомости процессов СМК

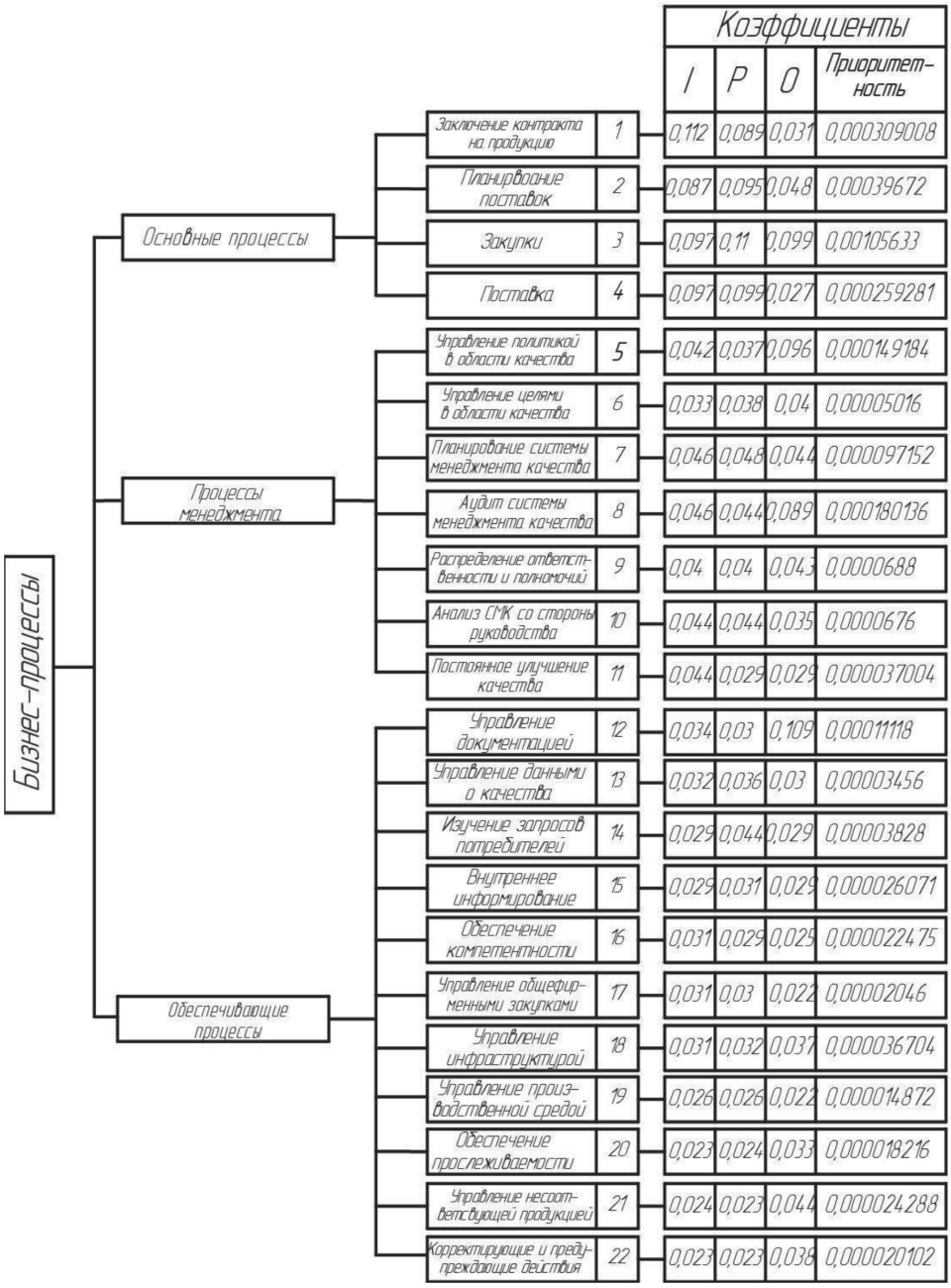


Рис. 3. Расчет индекса приоритетности процессов СМК

Групповые коэффициенты определяют весомость каждого бизнес-процесса относительно любого другого бизнес-процесса, входящего в одну группу.

Ярусные коэффициенты определяют весомость бизнес-процесса, относительно любого другого бизнес-процесса, находящегося на данном ярусе дерева бизнес-процессов. Ярусные коэффициенты весомости вычисляются на основе групповых коэффициентов.

Общее правило расчета ярусных коэффициентов весомости на основе групповых:

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1. \quad (1)$$

Итоговый коэффициент равен ярусному коэффициенту. Пример расчета групповых и ярусных коэффициентов весомости представлен на рис. 2. Такой расчет необходимо провести по каждому критерию приоритетности [2, 3].

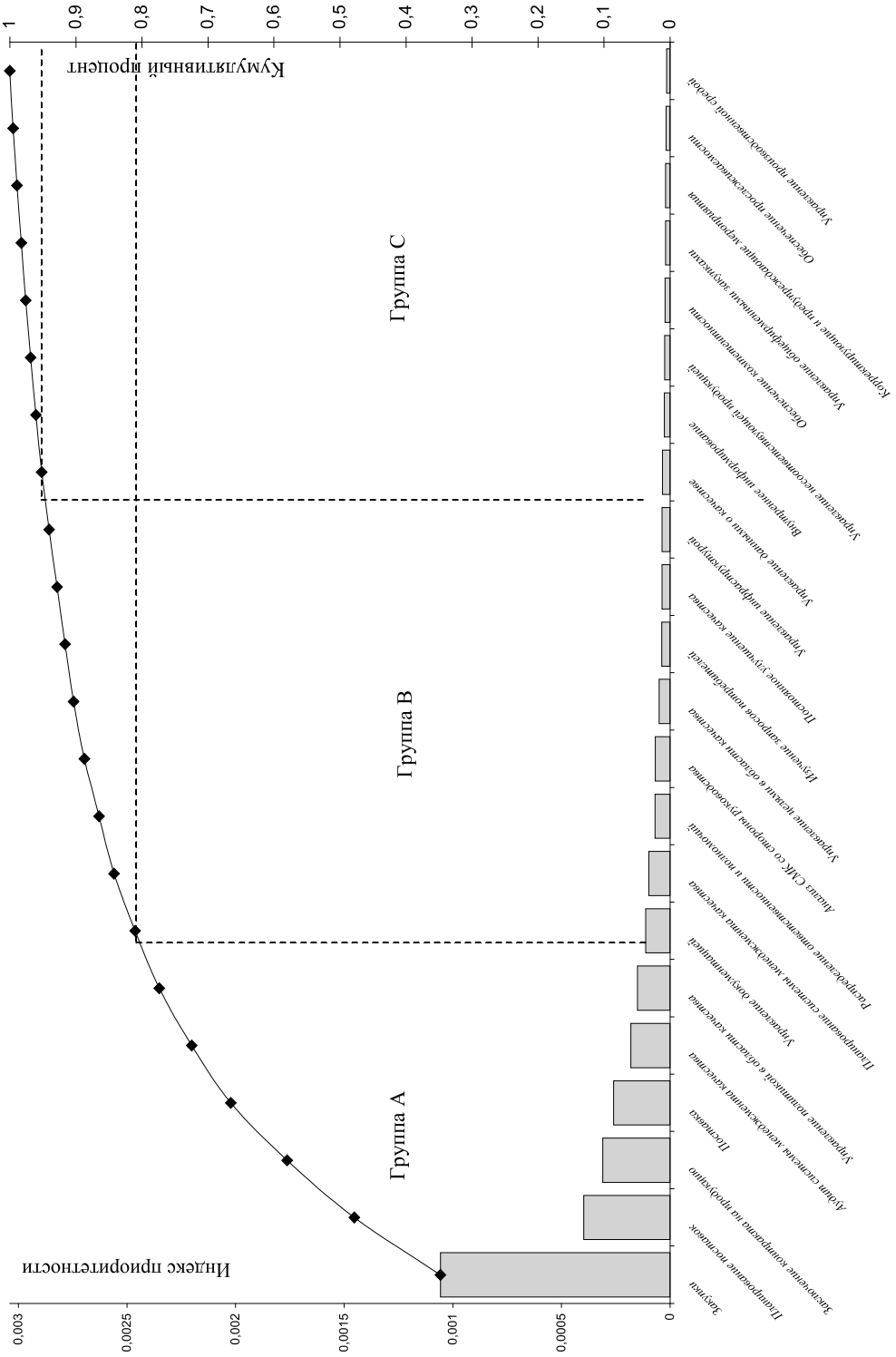


Рис. 4. Графическая иллюстрация результатов ABC-анализа приоритетности бизнес-процессов

На основе определенных критериев вычисляется индекс приоритетности процесса по формуле

$$ИП_{П} = I \cdot P \cdot O, \quad (2)$$

где I – коэффициент важности процесса;
P – коэффициент проблемности процесса;
O – коэффициент возможности процесса.

Полученное выражение позволяет связать между собой все критерии приоритетности процессов.

Таким образом, наиболее приоритетным для организации будет процесс с наибольшим индексом приоритетности. Результаты расчета индекса приоритетности процессов СМК представлены на рис. 3.

Для выявления процессов СМК, которые требуют первостепенного изменения, после определения индекса приоритетности необходимо построить диаграмму Парето (рис. 4).

Анализ диаграммы Парето осуществляем с помощью АВС-анализа, сущность которого заключается в определении трех групп, имеющих три уровня важности для управления качеством:

– группа А – наиболее важные, существенные проблемы, причины, категории и т.п.;

– группа В – причины, проблемы и т.д., которые в сумме имеют не более 20 %;

– группа С – самые многочисленные, но при этом наименее значимые причины и проблемы.

Приведенная диаграмма дает следующее представление о приоритетности процессов СМК организации:

1) группа процессов зоны А – наиболее приоритетные для организации процессы СМК: «Закупки», «Планирование поставок», «Заключение контрактов на продукцию», «Поставка», «Аудит системы менеджмента качества», «Управление политикой в области качества» и «Управление документацией»;

2) группа процессов зоны В – средние по приоритетности процессы СМК: «Планирование СМК», «Распределение ответственности и полномочий», «Анализ СМК со стороны руководства», «Управление целями в области качества», «Изучение запросов потребителей», «Постоянное улучшение качества», «Управление инфраструктурой»;

3) группа процессов зоны С – наименее приоритетные процессы СМК: «Управление данными о качестве», «Внутреннее информирование», «Управление несоответствующей продукцией», «Корректирующие и предупреждающие мероприятия», «Обеспечение прослеживаемости», «Управление производственной средой».

Заключение

Разработанная методика определения приоритетных процессов имеет следующие достоинства:

– рассматриваемые процессы анализируются как взаимосвязанная система процессов, имеющая иерархическую структуру;

– квалиметрический подход к определению коэффициентов важности, проблемности и возможности позволит определить ярусные коэффициенты, которые показывают весомость каждого процесса относительно любого другого процесса на данном ярусе «дерева процессов» по выбранным критериям;

– расчет предложенного индекса приоритетности процесса как произведение трех коэффициентов (важности, проблемности, возможности) позволит получить числовую интегральную оценку приоритетности данного процесса;

– применение анализа Парето на заключительном этапе реализации методики позволит определить наиболее приоритетные процессы, улучшение (реинжиниринг) которых даст максимальный эффект в деятельности организации;

– суммарная оценка индекса приоритетности процесса может служить критерием результативности СМК;

– предложенная методика является универсальной и может быть использована применительно к любой номенклатуре бизнес-процессов.

Список литературы

1. Корнышова Е.М. Определение приоритетов в управлении бизнес-процессами на предприятии [Текст] / Е.М. Корнышова // Российский экономический интернет-журнал. – 2007. – № 1. – С. 53.

2. Косых Д.А. Методика повышения качества и конкурентоспособности рецептурной продукции на основе функционально-стоимостного анализа [Текст] / Д.А. Косых, Л.Н. Третьяк // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–1. – С. 23–29.

3. Косых Д.А. Формирование и развитие операционного управления маркетинговой деятельностью промышленных предприятий: Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук. – Екатеринбург, 2006. – 25 с.

4. Блинов А.О. Реинжиниринг бизнес-процессов [Текст]: учебное пособие / А.О. Блинов, О.С. Рудакова, В.Я. Захаров, И.В. Захаров // под ред. А.О. Блинова. – М.: Юнити-Дана, 2015. – 343 с.

5. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. [Текст] / Майкл Хаммер, Джеймс Чампи. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006. – 288 с.

УДК 336.01

НОВАЯ МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМА ФИНАНСИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

Кубаев К.Е., Байшоланова К.С.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, e-mail: kubaevk@mail.ru

В процессе создания наукоемких инновационных технологий появляется острая проблема *финансирования* образования. С учетом глобального увеличения роли квалификации и интеллектуального капитала во всех сферах деятельности высокоиндустриального общества, наряду с основными факторами – землей, капиталом и трудом – экономическая наука признала предпринимательство четвертым и определяющим фактором производства. В связи с этим предлагается: перевести содержание образования и науки в воспроизводственный процесс и включить в себестоимость продукции товарного производства. Тем самым включить категорию интеллектуального капитала в вычеты и вывести из налогооблагаемой базы, по примеру амортизации физического капитала. В результате после реализации товарной продукции и услуг долю затрат на воспроизводство квалификации аккумулировать в специальном фонде образования и науки. В данной работе разрабатывается механизм реализации этой идеи на практике.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, квалификация, физический капитал, амортизация, фонд образования и науки

NEW METHODOLOGY OF THE MECHANISM FUNDING OF EDUCATION AND SCIENCE

Kubaev K.E., Baysholanova K.S.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, e-mail: kubaevk@mail.ru

In the process of creating highly scientific innovative technologies appears an acute problem of funding education. In view of the global increase in the role of skills and intellectual capital in all areas of highly industrialized society, along with the key factors – land, capital and labor – the science of economics has recognized entrepreneurship fourth and decisive factor of production. In this connection, it is proposed: to translate the content of education and science in the reproductive process and included in the cost of commercial production. Thus, to include a category of intellectual capital and bring in deductions from the tax base, for example, the depreciation of physical capital. As a result, after the implementation of commercial products and services to share the cost of reproduction of qualification to accumulate in a special fund education and science. In this paper we developed the mechanism of realization of this idea in practice.

Keywords: intellectual capital, skills, physical capital, depreciation, Education and Research Fund

Актуальность нового подхода финансирования образования и науки заключается в том, что объем государственного финансирования образования и науки будет *меньше зависеть* от исполнения бюджета и целиком определяться реальной потребностью производства. Причем структура финансовых поступлений по отраслям будет показывать приоритетные направления в науке и образовании.

Изученность проблемы. Суть новой парадигмы финансирования образования и науки сформулирована автором в ранних работах [2, 3]. Данная работа является продолжением. Здесь уже разрабатывается **механизм** его реализации на практике. Для создания наукоемких инновационных технологий стоит острая проблема *финансирования* образования и в особенности, вузовской науки. Доля государственных расходов на образование от ВВП (%) в странах СНГ остается крайне низкой в сравнении с развитыми странами Западной Европы, США и Японии. Идут жаркие споры в мире о соотношении государственных и частных учебных заведений. Хотя анализ мировой практики говорит о том, что в большинстве стран Западной Европы преобладает *государственное* финансирование университетов. В США идет заметная тенденция роста объема государственного финансирования высшего образования [1, 5]. Особенно острым становится финансирование в условиях кризиса.

Общепринято, что *конкуренция в* рыночной системе считается эффективным регулятором распределения ресурсов. А рациональное распределение ресурсов автоматически определяет оптимальность объема товаров и услуг. Более глубокий смысл этого вывода основывается *на предположении* о том, что затраты и результаты на производство товаров и услуг распределились в полном соответствии с законами спроса и предложения. По большинству конкретных товаров так оно и есть. Например, все затраты и выгоды от производства, продажи и купли *автомобиля* несут только их участники: производитель, продавец и покупатель. Однако по ряду продуктов, и особенно в сфере услуг, это утверждать трудно.

Исследования с использованием «теории перелива» по оценке сравнительной эффективности государственного или частного финансирования образования показали, что если образовательные услуги передать только рынку, то в образовательную систему будет поступать недостаточный объем ресурсов (инвестиций), ввиду того, что *рынок не может учитывать выгоды всего общества – «эффект перелива»*. И как следствие, объемы ресурсов, направленных на образование рынком (в данном случае от имени общества), всегда будут меньше на величину дополнительных выгод перелива, обрекая отрасль на слабое развитие.

Цель исследования – разработка нового механизма финансирования образования и науки включением затрат в воспроизводственный процесс товаров и услуг.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим эту проблему через *образовательные* услуги. Их относят к классическому примеру *эффекта перелива*. На первый взгляд образовательные услуги носят характер индивидуального потребления. Люди более высокой квалификации, более образованные, понеся в начале определенные издержки, в последующем получат, при прочих равных условиях, более высокие доходы. Однако, если всмотреться повнимательнее, то очевидно, что *образование еще и **выгодно всему обществу***:

1) более высокая квалификация населения обеспечивает большую результативность экономики;

2) образование, повышая уровень культуры и сознания человека, является самой действенной мерой предотвращения преступности и сокращения затрат на содержание судебных и правоохранительных органов и контингента в местах ограничения свободы, сохранения затрат на благотворительные программы и др.;

3) уровень образования влияет на политическую активность населения, что является социальной базой развития демократических институтов. Тогда как законы рынка улавливают выгоды только частных образовательных компаний и лиц, не «показывая» общий эффект перелива в расчете на все общество. Отсюда мы *сделаем главный вывод*. Эффект необходимо считать в расчете на все общество (рис. 1).

Из сделанного выше анализа следует, что если образовательные услуги передать только рынку, то в образовательную систему будет поступать недостаточное количество *ресурсов,* ввиду того, что он («рынок») не может учитывать выгоды всего общества – «эффект перелива». И *как следствие, объем ресурсов, направленных на развитие образовательного рынка (в данном случае от имени общества), всегда будет меньше на величину* приватизацией сферы образования в различных странах мира *(*Δ*) дополнительных выгод перелива.*

Исследования [1–5] показывают, что приватизация сферы образования в передовых странах мира не повлияла на уровень экономического роста. Есть экономически развитые страны с широко развитой сетью частных университетов (Япония, США) и с преимущественно государственной системой образования (Германия, Бельгия, Швейцария и др.). *Увеличение частного сектора образования наблюдается больше в развивающихся странах.*

	Эффект от деятельности выпускника	
Первый метод исчисления эффекта		Второй метод исчисления эффекта
Эффект на рабочем месте		Эффект на все общество
	Теория «перелива»	
Эффект-1	Δ	**Эффект-2 На все общество**
На рабочем месте		

Рис. 1. Действие «теории перелива»

Порождение частных вузов не должно исходить от приватизации государственных вузов, а образование новых вузов должно быть на основе потребности отраслей экономики страны. Мировой опыт показывает, что зарубежные вузы действуют в некоммерческой организационно-правовой форме. Управление вузами осуществляется коллегиально при участии общественности. Ректоры назначаются в результате конкурсного отбора, в рамках соответствия квалификационным требованиям (страны ОЭСР, США, Сингапур).

Извлекаемый доход не распределяется между учредителями, а направляется на уставные цели. В противном случае предусмотрены механизмы увеличения налоговых выплат (Китай).

Вузы США не ставят целью получение прибыли. Лучшие вузы перераспределяют свои доходы на учебный процесс (Принстонский университет до 90%), стипендии нуждающимся студентам (58% – MIT, 49% – Стэнфорд), общественно значимые инициативы (бесплатное дистанционное образование, Coursera, EdX) [5].

Зарубежный опыт (Университет Кембриджа) свидетельствует о том, что доверие – самое ценное академическое достижение. Организация образования достигает наибольшей эффективности, когда опирается на нравственные принципы, выработанные и поддерживаемые обществом.

Высокая степень диверсификации источников финансирования вузов (эндаумент-фонды, коммерциализация научной продукции) позволяет не концентрироваться на получении дохода от оплаты за обучение.

В Германии все средства университета расходуются на оплату труда ППС (59%), 32% на поддержание материально-технической базы и образовательной инфраструктуры, 7% на амортизационные расходы и 2% на оплату по банковским займам.

В Японии в общем бюджете вуза оплата работы сотрудников составляет 55,4%, расходы на образовательную и исследовательскую деятельность – 34,5%.

Мнение о том, что частные университеты по качеству и гибкости к требованиям рынка превосходят государственные, при внимательном рассмотрении мировой практики и по результатам исследований других авторов, к сожалению, такое не совсем подтверждается [5].

Большая часть специалистов высшего образования склоняется к тому, что *не следует* противопоставлять государственную и частную систему финансирования. Скорее, наоборот – *внебюджетные средства необходимы и должны дополнять государственные ассигнования.*

Из анализа следует, что качество образовательных услуг, представляемой каждым университетов, **влияет на распределение ресуров**. Высокое **качество** образовательных услуг, естественно, обеспечивается при больших издержках, связанных с мотивацией талантливых преподавателей и расходами на научные исследования. Такие затраты могут окупаться только лишь при учете выгод перелива, то есть когда осуществляется расчет экономической эффективности образования по всему обществу – влияние на экономику, экономия от предупреждения преступности и развития демократии, что трудно обеспечить при организации образовательных услуг через частные интересы.

Основным мотивом инновационной деятельности является то, что рост производительности труда при всех прочих равных условиях приводит к снижению затрат на единицу продукции, что непременно обеспечивает *дополнительные доходы*, покрывая первоначальные расходы. Это и является *формулой эффективности* современного индустриально-инновационного развития экономики. В зависимости от уровня инновационности доходность может быть различной, чаще высокой.

Основополагающей особенностью вузовской науки, описанной далее в подходах, является следующее. Поскольку обязательным условием образования является его построение на основе новых (последних) знаний, то наука в учебном процессе становится инструментом обеспечения этого условия. А поскольку наука является производительной силой, дополнительно к этому, в процессе подготовки специалистов через исследования, наука обеспечивает знания обучающемуся в области теории и методологии получения новых знаний, которое сегодня следует считать уже обязательным в работе специалиста на производстве. Такова двуединая задача науки в повышении качества подготовки кадров для современного наукоемкого производства, в том числе управленческого труда.

В этой связи *издержки на науку*, их *включение* в структуру затрат на подготовку специалистов всех уровней, в том числе в системе повышения квалификации, становятся объективным условием обеспечения качества образования. Важнейшими признаками университетов является высокий уровень научно-исследовательской деятельности и подготовка обучающихся на основе *процесса и результатов* на всех уровнях образования.

Вышеописанный подход к организации университетского образования делает данное высшее учебное заведение не только учебным, но и научным и культурным центром. Определяющими здесь являются взаимоотношения основных участников учебно-научного и культурного процесса – профессора и студента. *Профессор университета* – это *высоко мотивированный и высококультурный преподаватель, активный исследователь,* знающий нужды производства и социальной сферы. Уникальностью этой *персоны* является то, что он одновременно становится носителем знаний, науки и культуры в широкие массы через *большой контингент* студентов.

Другая сторона учебно-научного процесса – обучающийся студент и магистрант, мотивированный на будущую производственную или научно-педагогическую деятельность и жаждущий получения качественного образования мирового уровня. Глубокое и разностороннее внедрение научных исследований в учебный процесс и послевузовские образовательные программы становится:

а) фактором повышения качества курсовых и дипломных работ студентов, магистерских и докторских диссертаций;

б) условием высокого теоретического уровня и практической значимости монографий, учебников, учебных пособий и научных статей преподавателей университета.

Важнейшей стороной и двигателем учебно-научного процесса является организация и *мотивация* труда ее участников, и прежде всего, преподавателей, активно занимающихся научной работой и внедряющих результаты исследований в учебный процесс.

Для реализации этих задач прежде необходимо принять научно-исследовательскую и научно-методическую деятельность, наряду с учебной, *за основную деятельность преподавателя университета, что явится основным отличием его от института или колледжа.* Профессор или доцент университета, ведущий активные научные исследования, занимающийся написанием учебников и учебных пособий, обеспечивающий качественное научное руководство диссертации магистрантов и докторантов должен высоко стимулироваться в сравнении с теми преподавателями, которые ведут только учебную работу.

При таком подходе формирование индивидуального годового плана работы преподавателя университета изменяется в отношении структуры его годовой нагрузки путем уменьшения аудиторной учебной работы в пользу научной, научно-методической деятельности. Это даст *быстрые результаты* в повышении качества учебного процесса студентов и после вузовских научно-образовательных программ. *Это первая форма финансирования вузовской науки через основную заработную плату профессора университета.*

Вторая форма финансирования научных исследований – это получение на конкурсной основе заказов правительства, отраслей и фирм на выполнение научных проектов, по которым участники исследования получают дополнительное вознаграждение. По мере внедрения в деятельность университета подходов с высокой мотивацией преподавателей и студентов за короткий период следует ожидать быстрый рост масштабов участников научно-учебного процесса и существенное повышение качества подготовки специалистов всех уровней и, в результате, превращение университета в крупный учебно-научный центр с высоким конкурентным преимуществом среди других университетов.

При условии принятия вышеизложенных подходов к управлению и финансированию образовательных услуг для населения следующим важнейшим этапом работы является эффективное функционирование образовательного учреждения – университета. Ученые передовых стран высказывают мнение, что в университетах большинства стран *сохранялось жестко централизованное управление*. Можно предположить, что отмеченное обстоятельство сдерживает расширение автономности университетов, а следовательно, дополнительных ресурсов.

Так как, увеличение государством прав университета на практике **усиливает власть руководства**. Учебная часть, диспетчерская, научный сектор и т.п., призванная обеспечивать учебный процесс и деятельность кафедр (основного производства), стали частью ректората с контрольными функциями. Вместе с тем, в конце 1990-х гг. в западных странах мира новая внешняя среда способствовала развитию организаций особого типа, называемых *предпринимательскими*. Эти структуры основаны, как обычно, не на контроле, а на индивидуальной инициативе и ориентированы на рост и, главное, эффективность, в нашем случае **на качество** образовательных услуг. Эти организации являются противоположенностью обычным иерархическим строениям и выглядят перевернутой пирамидой, где высшее руководство «перемещается» как бы в ее основу (базу). И теперь ведущей функцией «топ-менеджмента» является не традиционный контроль, а поддержка деятельности предпринимательских ячеек (в нашем случае кафедр), обеспечивающих успех организации: прибыль – для

предпринимательских, и качество – для образовательных организаций и т.п.

Теперь, организация состоит из трех основных блоков:

1) предпринимательские или творческие ячейки, обеспечивающие успех на рынке;

2) инфраструктура, через которую руководство организации осуществляет эффективное ресурсное обеспечение: люди, идеи, технологии, деньги и др.;

3) высшее руководство, вырабатывающее стратегию фирмы и поддержку первичных ячеек.

Опыт западных стран показывает, что такие организации «приближают» их к потребителю. Относительная самостоятельность и ресурсная обеспеченность первичных предпринимательских ячеек позволяют чутко и своевременно реагировать на изменения внешней среды и требования потребителя, обеспечивая высокий успех фирмы.

Наш анализ показывает, образование и наука на практике «срастаются». И финансировать их надо из одного источника (фонда). И действительно, их одновременное финансирование из бюджета государству становится не «под силу». Поэтому не пора ли нам, ученым-практикам, сделать «революционное» предложение. Суть **новой парадигмы** финансирования образования и науки сводится к следующему.

С учетом глобального увеличения роли квалификации и интеллектуального капитала во всех сферах деятельности высокоиндустриального общества, наряду с основными факторами – землей, капиталом и трудом – экономическая теория признала предпринимательство четвертым и определяющим фактором производства, поэтому предлагается: перевести содержание образования и науки в воспроизводственный процесс и включить в себестоимость продукции товарного производства. Тем самым включить категорию интеллектуального капитала в вычеты и вывести из налогооблагаемой базы, по примеру амортизации физического капитала. В результате после реализации товарной продукции долю затрат на воспроизводство квалификации аккумулировать в специальном фонде образования и науки.

Попытаемся это изобразить графически (рис. 2).

Итак, главное, что хотелось бы сказать в этой статье. Такое научное обеспечение современного качественного образования становится « не под силу» многим государствам. Рано или поздно, человечество будет искать выход на другой источник финансирования. Поэтому, вносится это **предложение**: включить категорию интеллектуального капитала в вычеты и вывести из налогооблагаемой базы, по примеру амортизации.

Выводы

1. В работе обоснована новая перспективная идея финансирования образования и науки. Механизм ее реализации основан на включении затрат на образование и науку в воспроизводственный процесс. Практически расходы, связанные с подготовкой квалифицированных кадров, предлагается включить в себестоимость продукции и через вычеты вывести их из налогооблагаемой базы. После реализации продукции деньги аккумулировать в специальном фонде образования и науки.

С е й ч а с			
Машина, стоимость, капитал-«К» →	Участие в процессе производства-амортизация →	Фонд амортизации - Фа →	Покупка новой машины за счет - Фа
Менеджер →	Участие в процессе производства →	Фонд заработной платы – Фз/р →	Отпускные
П р е д л о ж е н и е			
Менеджер; собственник интеллектуального капитала - ИК →	Участие в процессе производства-амортизация ИК →	Фонд финансирования образования и науки - Фон →	По сути покупка выпускника за счет Фон

Рис. 2. Механизм создания фонда образования и науки

2. Наши исследования с использованием «теории перелива» по оценке сравнительной эффективности государственного или частного финансирования образования показали, что если образовательные услуги передать по действующей оценке эффекта, только рынку, то в образовательную систему будет поступать недостаточный объем ресурсов (инвестиций), ввиду того, что рынок не может учитывать выгоды всего общества – «эффект перелива». И, как следствие, объемы ресурсов, направленных на образование рынком (в данном случае от имени общества), всегда будет меньше на величину дополнительных выгод перелива, обрекая отрасль на слабое развитие.

3. Общество и государство недооценивают сдерживающий фактор повышения качества подготовки кадров в творческой образовательной организации. В последние столетия университеты стали управляться жестко централизовано. Это не создает условия для раскрытия таланта преподавателей и студентов. Инфраструктура университета (учебная часть, диспетчерская, научный сектор, хозяйственная часть и др.), призванная *обеспечивать* учебный процесс, уже давно превратилась в часть ректората, присвоив контрольные функции, практически не несут ответственность за качество и своевременность технического обеспечения кафедр. В итоге, при такой системе управления, увеличение самостоятельности университетов на деле оборачивается ухудшением условий творчества и усилением контроля. Основное звено по производству образовательных услуг – кафедра, теряет свой творческий характер по современным требованиям, к тому же материально слабо обеспечено. Преподаватель перегружен аудиторными занятиями и слабо мотивирован из-за «инфляции» нормативов учебной нагрузки и низких расценок труда работников университета.

Список литературы

1. Аветисян И.А. Проблемы финансирования высшего образования в современной России // Экономические и социальные проблемы: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – № 1 (25). – С. 108–122.

2. Кубаев К.Е. Новая концепция финансирования образования в условиях ее реформирования. – В кн.: Банки и кредитная политика в условиях переходной экономики. – Алматы: Экономика, 1995. – С. 43–48.

3. Кубаев К.Е. Финансирование и управление образования и науки: новая парадигма // Экономика и статистика. – 2016. – № 3. – С. 124–129.

4. Мошкова Д.М. К вопросу о финансировании образования в Российской Федерации // Актуальные проблемы российского права. – 2013. – № 3. – С. 265–268.

5. Чурьянов Ю.Д. Финансирование вузов: опыт некоторых зарубежных стран // Вестник МГУ, серия 6, Экономика. – 1995. – № 4. – С. 33–43.

УДК 338.2 + 622]: 330.15

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ УКРУПНЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

[1]Кубарев М.С., [1,2]Игнатьева М.Н., [2]Литвинова А.А.

[1]Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, e-mail: ief.etp@m.ursmu.ru;
[2]Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, e-mail: albalit2012@yandex.ru

В статье предлагается усовершенствованный методический подход и алгоритм укрупненной оценки прогнозируемого экономического ущерба, обусловленного загрязнением (нарушением) природных комплексов при освоении ресурсов недр. Рекомендации по оценке ущерба базируются на определении величины снижения экономической ценности природных комплексов типовых ландшафтных районов в рамках формируемых экологических зон (зон нарушения), усредненного периода восстановления природных ресурсов и срока отработки месторождения. Уточнение методического инструментария касается учета этапов освоения месторождения и включения в расчеты оценок экосистемных услуг природных комплексов. Приводится пример расчета укрупненного прогнозируемого ущерба для условий Усть-Маньинского месторождения бентонитовых глин Березовского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, величина которого оказалась сравнима с прибылью от освоения месторождения.

Ключевые слова: экономический ущерб, природно-ресурсный потенциал, экологические зоны, снижение ценности, периоды восстановления, экосистемные услуги

IMPROVING THE GUIDELINES FOR BROAD ESTIMATION OF ECONOMIC DAMAGE DURING THE DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES OF NORTHERN TERRITORIES

[1]Kubarev M.S., [1,2]Ignateva M.N., [2]Litvinova A.A.

[1]The Ural State Mining University, Yekaterinburg, e-mail: ief.etp@m.ursmu.ru;
[2]Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, e-mail: albalit2012@yandex.ru

The article provides an improved methodical approach and the algorithm of the broad estimation of the projected economic damage caused by pollution (violation) of natural systems during the subsoil use. The guidelines for the assessment of damages based on the determination of the decline in value of the economic value of typical landscaped natural systems within the formed ecological zones (zone violation), the average regeneration period of natural resources and the term of the deposit mining. The clarification of methodical tools addresses the accounting phases of field development and inclusion of the ecosystem services assessments of natural systems in the calculation. We give an example by calculation of the broad estimation of the projected economic damage of Ust-Maninsk' deposit of bentonite clay of Berezovsky district of the the Khanty-Mansijsk Autonomous District, the value of which was comparable with the profit from the development of the deposit

Keywords: economic damage, natural-resources potential, ecological zones, decline in value, regeneration period, ecosystem services

В условиях северных малоизученных, малоосвоенных районов, отличающихся наличием чрезвычайно уязвимых, неустойчивых и медленно восстанавливающихся экосистем особую значимость приобретает прогноз экологических последствий и, соответственно, оценка экономического ущерба, обусловленного загрязнением (нарушением) природных комплексов в результате освоения минеральных ресурсов территории.

Целью проведения настоящего исследования является совершенствование методического инструментария укрупненной экономической оценки прогнозируемого вреда, наносимого природным комплексам при освоении ресурсов недр. Получение и использование таковых оценок на предпроектном этапе является важной составляющей в принятии управленческого решения в отношении выбора приоритетных видов природопользования для экологически устойчивого социально-экономического развития территории.

Результаты исследования и их обсуждение

На предпроектном этапе подобная прогнозная оценка предполагает получение усредненных оценочных показателей. В целом укрупненная оценка прогнозируемого экономического ущерба, предложенная авторами в работе [3], базируется на установлении величины снижения экономической ценности природно-ресурсного потенциала типовых ландшафтных районов в границах

прогнозируемых экологических зон (зон нарушения природных комплексов), учитывает срок изъятия природных ресурсов (прогнозируемый срок эксплуатации месторождения) и усредненную величину срока восстановления природных ресурсов. Выполнение оценки является одним из блоков реализации геоэкосоциоэкономического подхода к освоению северных территорий, разработанного сотрудниками Института экономики УрО РАН [5], предложенного в ходе выполнения исследований в рамках гранта РНФ № 14-18-00456 «Обоснование геоэкосоциоэкономического подхода к освоению стратегического природно-ресурсного потенциала северных малоизученных территорий в рамках инвестиционного проекта «Арктика – Центральная Азия»».

Уточнение методического инструментария оценки ущерба касается учета этапов освоения месторождения (достижение проектной мощности, работа в рамках проектной мощности, доработка месторождения) и включения в расчеты оценок экосистемных услуг природных комплексов (экологических ресурсов). Предлагаемый алгоритм расчета ущерба сводится к следующему.

1. *Идентификация местоположения объекта воздействия и типового ландшафтного района (ТЛР)*. На первом этапе следует соотнести местоположение участка предполагаемого объекта недропользования, оказывающего отрицательное воздействие на окружающую природную среду, с рамками выделенных типовых ландшафтных районов на исследуемой административной территории (области, районе). При выделении типовых ландшафтных районов рекомендуется использовать методический подход, предложенный авторами в работе [6], в которой перечислены факторы, учитываемые при выделении ландшафтных районов, трактуемых как локальные природные комплексы, имеющие генетически связанные геоморфологические, климатические, геоботанические, почвенные и др. характеристики.

2. *Определение общей (суммарной) годовой экономической оценки природно-ресурсного потенциала типового ландшафтного района ($O_{ср}$)*, в рамках которого расположен участок, подвергаемый воздействию прогнозного объекта недропользования (общая зона воздействия разработки месторождения полезного ископаемого), определяется по формуле

$$O_{ср} = \sum_{i=1}^{N} O_i + O_{ЭР} \times k, \text{ тыс. руб. / га}, \quad (1)$$

где O_i – годовая экономическая оценка i-го вида природного ресурса, оцениваемого в рамках типового ландшафта (земельные, лесные, дикорастущие, охотничьи, рыбные ресурсы), тыс. руб./га; $O_{ЭР}$ – годовая суммарная экономическая оценка экологических ресурсов, отображающая ценность регулирующих экосистемных услуг (климаторегулирующей, водорегулирующей, противоэрозионной и др.), предоставляемых экосистемами типового ландшафтного района, тыс. руб./га; k – поправочный коэффициент учета экологических ресурсов: при отсутствии лесоразработок рекомендуется принимать равным 1; при наличии лесохозяйственной деятельности – 0,7; i – природный ресурс ($i = 1…N$).

Экономическую оценку природных ресурсов типовых ландшафтов рекомендуется выполнять в соответствии с предлагаемыми авторами методическими рекомендациями по оценке природно-ресурсного потенциала северных районов [1, 6], базирующимися на использовании единого для всех ресурсов доходного подхода, что обеспечивает повышение достоверности получаемых результатов экономической оценки за счет полной сопоставимости расчетов. Экономическую оценку экологических ресурсов для выделенных приоритетных экосистем и экоуслуг в рамках типового ландшафтного района предлагается осуществлять по методике [7], позволяющей оценивать косвенную ценность локальных экосистемных услуг в рамках общей экономической ценности.

3. *Определение среднего периода восстановления природно-ресурсного потенциала типового ландшафтного района по экологическим зонам ($T_{j\ восст\ ср\ ТЛР}$)*, в границах которого расположен участок, подверженный антропогенному воздействию. Согласно методическому подходу к экономической оценке последствий воздействия горнопромышленного комплексов на окружающую среду [2] и адаптации его применения к условиям северных и арктических экосистем [4] экономический ущерб формируется в рамках прогнозируемых экологических зон (зон нарушения), которые отличаются друг от друга и степенью изменения экономической ценности природно-ресурсного потенциала, и, естественно, периодами восстановления природных ресурсов. Обычно выделяют четыре экологические зоны: 1-я – катастрофическая (катастрофическая степень нарушения экосистем); 2-я – кризисная (сильная степень нарушения экосистем); 3-я – условно-удовлетворительная (умеренная степень нарушения экосистем); 4-я – удовлетворительная (слабая степень нарушения экосистем).

Значение коэффициента снижения экономической ценности ресурсов (услуг) «μ»

Виды ресурсов (услуг)	Степень нарушенности земель			
	4 зона	3 зона	2 зона	1 зона
Природные ресурсы (продукционные услуги: лесные ресурсы, оленьи пастбища, охотничьи ресурсы, дикоросы, рыбные ресурсы), экологические ресурсы (экосистемные услуги)	0,10–0,30	0,31–0,65	0,66–0,85	0,86–1,00

Определение $T_{j\ \text{восст ср ТЛР}}$ осуществляется для каждой *j*-ой экологической зоны путем взвешивания периодов полного восстановления природных ресурсов в *j*-ой экологической зоне (T_{ij}) на их годовые экономические оценки по формуле

$$T_{j\ \text{восст ср ТЛР}} = \sum_{i=1}^{N} (O_i \times T_{ij}) / O_{ср}, \text{ лет.} \quad (2)$$

4. *Определение среднего периода восстановления природно-ресурсного потенциала нарушенного участка для условий прогнозируемого к разработке месторождения полезных ископаемых ($T_{восст\ ср}$).* Для выполнения данного шага расчета ущерба исходя их опыта проектирования и результатов экспертного опроса устанавливаются размеры площадей, попадающие под воздействие объекта горнопромышленного комплекса, с разбивкой по экологическим зонам (S_1, S_2, S_3, S_4). Как правило, формируемые зоны не имеют постоянных границ, они изменяются в соответствии с изменением всех частей биоценозов в результате воздействия горнопромышленного комплекса на окружающую среду, т.е. динамика перемещения границ определяется параметрами источников воздействий, вызывающих нарушение и загрязнение окружающей среды. Характер изменения воздействий обуславливает динамика освоения месторождения. Конфигурация же экологических зон и их размеры зависят от типов ландшафтов и свойств составляющих его компонентов, главным образом почвенно-растительного покрова, в конечном итоге от механической и химической устойчивости биогеоценоза воздействиям. Обычно площадь 1-ой зоны равна площади земельного отвода. Естественно, что общая площадь нарушенного участка (S) равна сумме площадей экологических зон.

Средний период восстановления природно-ресурсного потенциала ($T_{\text{восст ср}}$) в данном случае определяется путем взвешивания ($T_{j\ \text{восст ср ТЛР}}$) средних периодов восстановления природно-ресурсного потенциала по экологическим зонам типового ландшафтного района на площади экологических зон нарушаемого участка в зоне разработки месторождения по формуле

$$T_{\text{восст ср}} = \sum_{j=1}^{4} (T_{j\ \text{восст ср ТЛР}} \times S_j) / S, \text{ лет,} \quad (3)$$

где S_j – площадь *j*-ой экологической зоны, га; *j* – экологическая зона (*j* = 1…4).

5. *Расчет прогнозируемого экономического ущерба*

5.1. *Определение усредненного коэффициента снижения ценности природно-ресурсного потенциала ($\mu_{ср}$)* участка типового ландшафтного района в границах воздействия разработки месторождения полезных ископаемых производится по формуле

$$\mu_{ср} = \frac{S_1 \times \mu_1 + S_2 \times \mu_2 + S_3 \times \mu_3 + S_4 \times \mu_4}{S}, \quad (4)$$

где S_1, S_2, S_3, S_4 – площади первой, второй, третьей и четвертой экологической зоны, га; μ_1, μ_2, μ_3, μ_4 – коэффициент снижения экономической ценности ресурсов (услуг) в первой, второй, третьей и четвертой экологической зоне, дол. ед. (приведены в таблице); *S* – общая площадь нарушенного участка, га.

5.2. *Оценка среднего годового прогнозируемого экономического ущерба ($У_{Э\ год}$)*, обусловленного загрязнением (нарушением) участка типового ландшафтного района в границах воздействия разработки месторождения полезных ископаемых, производится по формуле

$$У_{Эгод} = O_{ср} \times S \times \mu_{ср}, \text{ тыс. руб. в год.} \quad (5)$$

5.3. *Оценка общего прогнозируемого экономического ущерба ($У_Э$)*, обусловленного загрязнением (нарушением) участка типового ландшафтного района в границах воздействия разработки месторождения полезных ископаемых, производится по формуле

$$У_Э = (У_{Э\ год} \times k_1 \times T_{об} + У_{Э\ год} \times k_2 \times T_{пр} + У_{Э\ год} \times k_3 \times T_{дор}) + У_{Э\ год} \times k_4 \times T_{восст\ ср}, \text{ тыс. руб.} \quad (6)$$

где k_1 – поправочный коэффициент, учитывающий снижение среднего годового ущерба в период обустройства месторождения, характеризующийся первоначальным формированием экологических зон (k_1 = 0,7 – 0,9), дол. ед; k_2 – поправочный коэффициент, учитывающий увеличение среднего значения годового ущерба в период основного (проектного) производственного цикла разработки месторождения за счет дополнительного накопления

загрязнения, дол. ед. (k_2 = 1,2 –1,5); k_3 – поправочный коэффициент, учитывающий увеличение среднего значения годового ущерба в период доработки месторождения, дол. ед. (k_3 = 1,1–1,2); k_4 – поправочный коэффициент, учитывающий снижение среднего значения годового ущерба во времени в период восстановления природно-ресурсного потенциала нарушенного участка, дол. ед. (k_4 = 0,6–0,9); $T_{об}$, $T_{пр}$, $T_{дор}$ – соответственно период обустройства, производственный цикл с выходом на проектную мощность и период доработки месторождения, сумма которых соответствует полному сроку отработки месторождения.

Предложенный методический инструментарий апробирован для условий семи прогнозируемых к разработке месторождений твердых полезных ископаемых Березовского района Ханты-Мансийского автономного округа. Пример оценки укрупненного прогнозируемого экономического ущерба для одного из них (Усть-Маньинское месторождение бентонитовых глин) в соответствии с алгоритмом расчета приведен ниже.

1. Месторождение расположено в рамках типового ландшафтного района 2.2. Лесные продуктивные угодья в западной части Березовского района.

2. Оценка природно-ресурсного потенциала типового ландшафтного района (данные получены при выполнении оценки природно-ресурсного потенциала Березовского района ХМАО в рамках исследований по гранту РНФ № 14-18-00456):

Виды ресурсов	Экономическая оценка, тыс. руб./га в год
Природные (биологические) ресурсы, всего	6,025
в том числе:	
лесные (древесина)	4,382
дикоросы	1,629
охотничьи	0,014
Экологические ресурсы	8,970
Коэффициент учета экологических ресурсов	0,7
Природно-ресурсный потенциал	**6,025 + 0,7*8,97=12,304**

3. Расчет усредненного периода восстановления природно-ресурсного потенциала типового ландшафтного района по экологическим зонам:

Периоды восстановления, лет	1 зона	2 зона	3 зона	4 зона
лесных ресурсов (древесины)	50	35	25	10
дикоросов	5	4	2,5	1
охотничьих ресурсов	25	17	12	5
$T_{j\ восст\ ср\ ТЛР}$, лет	**37,77**	**26,58**	**18,89**	**7,55**

(взвешиваем по оценкам природных ресурсов)

$T_{восст\ ср\ ТЛР}$ в первой зоне = (4,382*50 + 1,629*5 + 0,014*25)/6,026 = 37,77

$T_{восст\ ср\ ТЛР}$ во второй зоне = (4,382*35 + 1,629*4 + 0,014*17)/6,026 = 26,58

$T_{восст\ ср\ ТЛР}$ в третьей зоне = (4,382*25 + 1,629*2,5 + 0,014*12)/6,026 = 18,89

$T_{восст\ ср\ ТЛР}$ в четвертой зоне = (4,382*10 + 1,629*1 + 0,014*5)/6,026 = 7,55

4. Расчет усредненного периода восстановления природно-ресурсного потенциала нарушенного участка ($T_{восст\ ср}$):

площадь, га	1 зона	2 зона	3 зона	4 зона	итого
	65	48	88	228	429

(взвешиваем по площадям экологических зон)

$T_{восст\ ср}$ = (37,77*65 + 26,58*48 + 18,89*88 + 7,55*228)/429 = **16,59 лет**

5. Расчет прогнозируемого экономического ущерба

5.1. Определение усредненного коэффициента снижения ценности природно-ресурсного потенциала ($\mu_{ср}$):

	1 зона	2 зона	3 зона	4 зона
Коэффициент снижения ценности	1,00	0,85	0,65	0,10

(взвешиваем по площадям экологических зон)

Усредненный коэффициент снижения ценности = (1*65 + 0,85*48 + 0,65*88 + + 0,10*228)/429 = **0,43**

5.2. Расчет годового прогнозируемого экономического ущерба

$У_{Э\ год}$ = (6,025 + 0,7*8,97) тыс. руб./га*429 га *0,43 = 2269,72 тыс. руб.

5.3. Расчет общего прогнозируемого экономического ущерба

$У_{Э}$ = (2269,72*0,8*2 + 2269,72*1,3*16 + 2269,72*1,2*2) + 2269,72*0,9*16,59 = 90178,26 тыс. руб.

Таким образом, полученная величина укрупненного прогнозного ущерба от вреда, наносимого в границах участка типового ландшафтного района, подверженного воздействию, обусловленному разработкой месторождения бентонитовых глин, определяется размером 2,2 млн руб. в год, что составляет около 40 % от годовой ценности природно-ресурсного потенциала участка ландшафтного района. Суммарная величина ущерба оценивается в 90 млн руб., сопоставима с прибылью от разработки месторождения. Величина ущерба возрастает при дополнительном учете нарушений в потоке экосистемных услуг, характеризующих социальные, предоставляемые природными комплексами. Подобное предположение требует применения поправочного коэффициента к $У_э$, соответствующего типу ландшафтного района.

В целом предлагаемый методический подход может рассматриваться в качестве приемлемого инструмента укрупненной оценки прогнозируемого экономического ущерба, обусловленного нанесением вреда природным комплексам в процессе освоения минерально-сырьевой базы северных территорий.

Статья подготовлена в рамках и при финансовой поддержке Проекта № 15-14-7-13 «Сценарные подходы к реализации Уральского вектора освоения и развития российской Арктики в условиях мировой нестабильности», выполняемой в рамках программ Уральского отделения РАН № 14 (распоряжение УрО РАН от 03.11.2015 г. № 52).

Список литературы

1. Балашенко В.В., Игнатьева М.Н., Логинов В.Г. Природно-ресурсный потенциал северных районов: методические особенности комплексной оценки // Экономика региона. – 2015. – № 4. – С. 84–94.

2. Игнатьева М.Н., Литвинова А.А., Логинов В.Г. Методический инструментарий экономической оценки последствий воздействия горнопромышленного комплекса на окружающую среду. – Екатеринбург: ИЭ УрО РАН. – 2010. – 168 с.

3. Игнатьева М.Н., Логинов В.Г., Литвинова А.А., Балашенко В.В., Цейтлин Е.М. Укрупненная оценка прогнозируемого экономического ущерба при освоении минерально-сырьевой базы северных территорий // Известия УГГУ. – 2015. – № 4(40). – С. 84–87.

4. Игнатьева М.Н., Логинов, Литвинова А.А., Морозова Л.М., Эктова С.Н. Экономическая оценка вреда, причиняемого арктическим экосистемам при освоении нефтегазовых ресурсов // Экономика региона. – 2014. – № 1. – С. 102–111.

5. Развитие системности в освоении природного потенциала северных малоизученных территорий / под общ. ред. акад. РАН А.И. Татаркина. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. – 2015. – 318 с.

6. Татаркин А.И., Балашенко В.В., Логинов В.Г., Игнатьева М.Н. Методический инструментарий оценки инвестиционной привлекательности возобновляемых ресурсов северных и арктических территорий // Известия УГГУ. – 2016. – № 3(43). – С. 627–637.

7. Юрак В.В. Совершенствование инструментария государственного регулирования природопользования. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. – 2016. – 198 с.

УДК 331.104

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ: СИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Легчилина Е.Ю.

ФГБОУ «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, e-mail: legcelena@yandex.ru

Настоящая статья посвящена теоретико-методологическим проблемам социально-трудовых отношений современной экономики. Объект исследования – социально-трудовые отношения. Предмет изучения – содержание категории «социально-трудовые отношения» в меняющихся социально-экономических и общественно-политических условиях. Цель статьи – изучить теоретико-методологические аспекты социально-трудовых отношений на основе ретроспективного анализа и определить методологическую основу исследования проблемы трансформации социально-трудовых отношений экономических систем. При написании статьи применялись общенаучные методы (анализ, синтез, обобщение, аналогия), а также исторический, системный, институциональный и синергетический подходы. В статье проведен анализ основных концепций и научных взглядов к категории «социально-трудовые отношения». Предложен системно-синергетический подход к исследованию и пониманию социально-трудовых отношений. Изложено авторское видение категории «социально-трудовых отношений» как неоднородная система синергетических связей, возникающая в трудовых процессах на основе обмена ценностями. Статья предназначена для руководителей и специалистов в области управления персоналом, исследователей специализирующихся на изучении социально-трудовых отношений.

Ключевые слова: социально-трудовые отношения, трудовые процессы, социальные взаимодействия, системно-синергетический подход

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BACKGROUND OF SOCIAL-WORK RELATIONSHIP RESEARCH: SYSTEM-BASED SYNERGETIC APPROACH

Legchilina E.Yu.

Federal State Budget Educational Institution «Omsk State Railway Engineering University», Omsk, e-mail: legcelena@yandex.ru

The present article deals with theoretical and methodological issues of social-work relationship of modern economy. The object of the research – is social-work relationship. The subject matter – is the content of the category 'social-work relationship' in social economical and political dynamic environment. The purpose of the article – is to study theoretical and methodological aspects of social-work relationship on the basis of lookback analysis and to define the methodological research background of the transformation problem of social-work relationship in economical systems. General scientific methods (analysis, synthesis, generalization, analogy) together with historical, institutional and synergetic approaches have been applied in the course of writing the article. An analysis of general concepts and scientific views of the category 'social-work relationship' has been done in the article. It is suggested to use the system-based synergetic approach to the research and understanding of social-work relationship. The author represents the vision of the category 'social-work relationship' as an inhomogeneous system of synergetic connections arising in work flows on the basis of exchange of values. The article is addressed to managers and specialists of personnel management, researchers studying social-work relations.

Keywords: social-work relationship, work flows, social interrelations, system-based synergetic approach

В последнее время большое количество исследований посвящено категории «социально-трудовые отношения», что связано с развитием информационных технологий, интеллектуализацией бизнеса, изменением содержания трудовой деятельности и изменением роли человека в общественном производстве и, соответственно, трансформацией социально-трудовых отношений. Социально-трудовые отношения определяют основы общественной стабилизации и экономического роста, все это актуализирует направления исследований в данной области.

Теория и методология социально-трудовых отношений прошла длинный путь развития и отличается многообразием концептуальных подходов, методов и инструментов исследования. Несмотря на это, существующие проблемы в сфере социально-трудовых отношений современных экономических систем требуют дальнейших исследований и новых подходов. Так, например, не сложилось единого мнения в определении категории «социально-трудовые отношения». Некоторые специалисты отождествляют понятие «трудовые отношения» и «социально-трудовые отношения» (В.В. Куликов, О.В. Мраморнова и др.), другие считают, что трудовые отношения включают в себя социально-трудовые отношения (С.Г. Землянухина) [3], третьи, на-

оборот, говорят о широте социально-трудовых отношений, которые включают в себя и трудовые отношения (Е.В. Нехода) [7].

Целью настоящей статьи является исследование теоретико-методологических аспектов социально-трудовых отношений, которые позволяют выявить направленность современной экономической мысли и определить методологическую основу для исследования проблемы трансформации социально-трудовых отношений экономических систем.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были использованы научные публикации зарубежных и отечественных авторов. В процессе изучения применялись следующие методы научного анализа: аналитический метод, эволюционный метод, а также применялись системный и синергетический подходы к исследованию проблем социально-трудовых отношений.

Результаты исследования и их обсуждение

Самое известное определение социально-трудовых отношений (далее – СТО) – это объективно существующая взаимозависимость и взаимодействие субъектов этих отношений в процессе трудовой деятельности, нацеленные на регулирование (улучшение) качества трудовой жизни [6].

Рассмотрим эволюцию научных взглядов в области социально-трудовых отношений.

Неоклассическая школа, основанная на трудах А. Смита, уделяла большое внимание трудовым отношениям как процессу производства материальных ценностей. Кроме того, рассматривая СТО с точки зрения рынка труда, как внутренне неоднородную и динамичную систему связей, подчиняющуюся рыночным законам, в основу которого положен принцип саморегулирования. Цена труда (уровень заработной платы) воздействует на спрос и предложение рабочей силы, регулирует их соотношение и поддерживает необходимое равновесие [5]. Следует отметить узость и одностороннюю направленность данных взглядов.

Философы рассматривали нравственную проблематику труда, говоря о необходимости свободы труда для духовного развития человека.

М. Вебер выявил особую социальную роль предпринимательства в производственно-трудовой сфере.

Г. Зиммель предложил концепцию социальных ценностей, которую рассматривал в контексте функции денег, определяющих характер всех общественных отношений, в том числе и трудовых. «Ценность является причиной, фактором, объясняющим сложившиеся социальные отношения» [11].

По мнению К. Маркса, «все потребности, интересы и цели общества, находят свое выражение в потребностях, интересах и целях конкретного человека. Вступая в трудовую деятельность, человек несет с собой все богатство общественных связей, а не только физическую силу. То есть человек как субъект труда обладает не только «производственными» характеристиками, но и социально-общественными».

Г. Таун выявил взаимосвязь успешности компаний и качества обращения с рабочими. А. Хелси рассматривал проблемы стимулирующей роли оплаты труда и ее значения для успешного сотрудничества рабочих и предпринимателей. Р. Оуэн определил важность условий труда для успешности такого сотрудничества, а У. Уильямс изучал ценность труда для человека [11].

Эволюция социально-трудовых отношений между предпринимателями и работниками осуществлялась стихийно, через одномоментные действия не несущих обязательства сторон, условием обмена было материальное вознаграждение работника за труд определенного количества и качества.

С развитием рыночного хозяйства и инновационных технологий усложнились экономические связи и экономические отношения, изменились и подходы к пониманию «социально-трудовых отношений», включающих в себя не только отношения между предпринимателем и работником в процессе труда, но и отношения с государством, профсоюзами [8].

Развитие современного технологичного производства предъявило повышенные требования к качеству рабочей силы: квалификации, профессиональной и общеобразовательной подготовке, творческому отношению к труду, креативности, инновационному мышлению, высокому качеству работы. Бизнес активно стал участвовать в профессиональной подготовке специалистов, авансируя тем самым работников, оплачивая учебу. Вложение средств на подготовку и переподготовку персонала в связи с научно-техническим прогрессом и стремительным развитием экономических отношений определило политику закрепления персонала, их стабилизации [8]. Осуществляется концептуальное изменение отношения к работникам как к «персоне», к «ресурсу».

Появляются более гибкие, функционально-индивидуализированные и нестандартные формы занятости (частичная занятость, неполный рабочий день или неделя, краткосрочные контракты, надомничество, самозанятость) [8], то есть произошло формирование многообразных форм взаимоотношений предпринимателей и работников.

Современные специалисты в области экономики труда трактуют социально-трудовые отношения «как отношения между субъектами трудовой деятельности …по поводу формирования трудового потенциала людей и его использования в трудовой деятельности коллективного характера, с учетом различий по месту и роли этих субъектов в соответствующей деятельности, по условиям и способам осуществления ими своих социальных ролей в ней» [2].

Ю.Г. Одегов определяет социально-трудовые отношения как «объективно существующее взаимодействие субъектов этих отношений (наёмных работников, предпринимателей и государства), происходящее в сфере трудовой деятельности во взаимосвязи с её социально-правовыми и нравственно-этическими сторонами, направленное на повышение качества трудовой жизни» [8].

В.С. Раковская рассматривает социально-трудовые отношения как «сложную систему многоуровневых общественных отношений, существующую между наемными работниками, работодателями и государством в процессе трудовой деятельности».

Ряд ученых определяют социально-трудовые отношения через социальное взаимодействие в рамках трудового процесса [11], что с нашей точки зрения имеет объективные предпосылки.

Плюрализм подходов и научных взглядов к категории «социально-трудовых отношений» обусловлен, во-первых, многоаспектностью данного понятия, включающего общую систему отношений между людьми в процессе труда, которая подвергается влиянию социальной среды и зависит от институциональных воздействий. Во-вторых, многообразие научных школ связано с разными этапами развития общества (капиталистическое, индустриальное, постиндустриальное и т.п.). В-третьих, неоднозначность и различия в научных концепциях связаны с жизненными циклами экономических систем, где трансформируется роль и значение системы трудовых и социальных отношений в экономической деятельности.

С точки зрения философии «отношение» – «это способ сопричастного бытия вещей как условие выявления и реализации скрытых в них свойств». Отношение возникает – «во взаимоотнесении, сближении и приобщении их друг другу», когда «единение различных рождает кооперативный эффект». В этом эффекте, как в зеркале, преломляются и высвечиваются признаки сопрягаемых сторон… Кроме того «отношение» в философии трактуется как форма положенности и представленности одного через другое… Согласно классической диалектике «отношение» есть процесс и результат переноса какого-либо внутреннего момента качественной определенности вещи во внешнюю инстанцию…» [10].

Если рассмотреть социально-трудовые отношения через отношения между субъектами (в теории социально-трудовых отношений выделяют таких субъектов, как работодатель, менеджер, работник, государство, профсоюзы, союзы работодателей), то можно увидеть следующее: у каждого участника взаимодействия своя орбита ценностей, потребностей, целей и задач (рис. 1).

Рис. 1. Взаимодействие между участниками (субъектами) социально-трудовых отношений

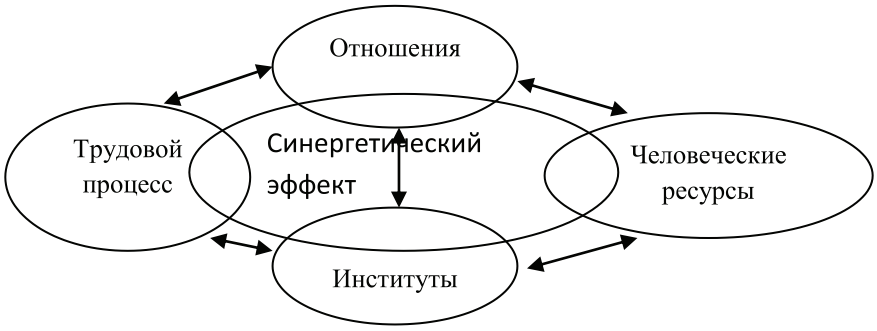


Рис. 2. Теоретико-методологическая основа социально-трудовых отношений: «трудовой процесс – институты – отношения – человеческие ресурсы»

Исходя из неоинституциональной и новой институциональной теории, можно предположить, что в системе социально-трудовых отношений существует огромное число взаимодействий, которые не ограничены ни временем, ни участвующими в них субъектами. Взаимодействия субъектов происходит в процессе обмена ценностями. По мнению ученых, процесс такого обмена способствует установлению доверия между его сторонами.

Обмен ценностями в данной теории представляет собой модель трудового процесса, базирующегося не только на получении вознаграждения, который определяется рыночными факторами, но и на взаимодействии различных субъектов, причем разные субъекты могут по-разному оценивать результаты такого обмена, то есть возникает неоднородная синергетическая система связей, которая обеспечивает получение некоего синергетического эффекта. Синергетический эффект системы социально-трудовых отношений проявляется в виде общего полезного результата взаимодействий. Вследствие действительного синергетического эффекта происходит достижение целеполагания в развитии взаимодействий и, как итог, – формирование устойчивой интегрированной институциональной среды экономической системы. Кроме того, происходит выделение некой энергии (например, креативной, созидательной энергии), способствующей трансформации социально-трудовых отношений на разных этапах жизненного цикла экономической системы.

Таким образом, в качестве методологической основы социально-трудовых отношений может быть положен системно-синергетический подход.

Определим социально-трудовые отношения как неоднородную, синергетическую систему связей, возникающую в «трудовых процессах» на основе обмена ценностями, функционирующую в институциональной среде и способную трансформироваться на этапах жизненного цикла экономической системы (рис. 2).

Основные составляющие социально-трудовых отношений как синергетической системы связей: «человеческие ресурсы» – «трудовые процессы» – «отношения» – «институты». «Человеческие ресурсы» понимаем как совокупность трудовых ресурсов, человеческого потенциала и созидательной творческой (креативной) энергии [5]. «Трудовой процесс» в данной модели трактуется как процесс обмена ценностями, то есть процесс воздействия человеческого ресурса на систему свойств и взаимоотношений объектов, субъектов, явлений и процессов с целью производства благ. Степень признания ценностей в процессе такого обмена определяется «трудовыми отношениями» и системой действующих «институтов» [5]. Отношения рассматриваются как процесс и результат взаимодействия и взаимоотнесения внутреннего момента качественной определенности обмена ценностями между субъектами в институциональной среде.

Заключение

Проанализировав развитие научной мысли, теорий и концепций социально-трудовых отношений, можно сделать вывод о том, что категория «социально-трудовые отношения» является одной из наиболее сложных социально-экономических, синергетических систем, существующих и функционирующих в современной экономики.

Предложенная теоретико-методологическая основа социально-трудовых отношений: «трудовой процесс – институты – отношения – человеческие ресурсы», в основе которой лежат системно-синергетический подход, теории ценностей и институтов, а также концепция человеческих ресурсов, позволяет по-новому взглянуть на существующие проблемы современной

системы социально-трудовых отношений экономических систем и по-разному визуализировать в ходе реализации разнообразных научных исследований составляющих элементов и подсистем социально-трудовых отношений.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Эволюция научных взглядов о социально-трудовых отношениях связана с изменением общественно-политических условий, стремительным развитием экономических отношений, технологичного производства и информационных технологий.

2. По мере развития парадигм науке о труде постепенно включались такие сложные элементы, как трудовые отношения, трудовые процессы, социальное взаимодействие и т.п., что соответственно требует комплексного подхода к изучению проблем социально-трудовых отношений.

3. Определена возможность исследования категории «социально-трудовые отношения» на основе методологии системно-синергетического подхода, позволяющего рассматривать проблемы трансформации социально-трудовых отношений экономических систем.

Список литературы

1. Белокрылова О.С. Институциональные изменения внутриорганизационной системы социально-трудовых отношений: Монография. [Текст] / О.С. Белокрылова, О.С. Стрельченко, Е.А. Стрельченко – Ростов н/Д: «Содействие–XXI век», 2015. – 87 с.

2. Волков Ю.Е. Социология труда [Текст] / Ю.Е. Волков – М.: ИД «АТИСО», 2009. – 452 с.

3. Землянухина С.Г. Системный подход к исследованию трудовых отношений / С.Г. Землянухина [Текст] / С.Г. Землянухина // Вестник Омского университета. – 2003. – № 2. – С. 13–19.

4. Куликов В.В. Концептуальные основы современной экономики труда [Текст] / В.В. Куликов // Российский экономический журнал. – 2000. – № 11–12. – С. 56-59.

5. Легчилина Е.Ю. Рынок труда в инновационной экономике: институционально-синергетический подход [Текст] / Е.Ю. Легчилина // Менеджмент в России и за рубежом. – 2013. – № 6. – С. 110–113.

6. Мраморнова О.В. Содержание категории «социально-трудовые отношения» [Текст] / О.В. Мраморнова // Вестник СГТУ. – 2011. – № 4(60). – С. 360.

7. Нехода Е.В. Социализация трудовых отношений: автореф. дис…доктора экон. наук [Текст] / Е.В. Нехода. – Томск, 2009. – С. 12.

8. Одегов Ю.Г. Экономика труда в 2 т. [Текст] / Ю.Г. Одегов, Г.Г. Руденко, Л.С. Бабынина – М., Издательство «Альфа-Пресс», 2007. – Т. 2. – С. 703.

9. Сухинин И.В. Закономерности развития экономических отношений на рынке труда в условиях модернизации российской экономики: автореф. дис…доктора экон.. наук [Текст] / И.В. Сухинин. – М., 2013. – С. 40.

10. Философский словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gufo.me/content_fil/otnoshenie-5520.html#ixzz4VAUBRzRb (дата обращения: 17.10.08).

11. Чилипенок Ю.Ю. Социально-трудовые отношения: теория и практика взаимодействия субъектов в сфере малого и среднего бизнеса: монография [Текст] / Ю.Ю. Чилипенок – Н. Новгород: НИСОЦ, 2015. – 363 с.

УДК 519.816

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ НАСТУПЛЕНИЯ БУДУЩИХ СОБЫТИЙ

Мадера А.Г.

Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук (НИИСИ РАН), Москва, e-mail: alexmadera@mail.ru

Разработан метод, позволяющий оценивать вероятности наступления прогнозируемых событий. Метод использует как априорные данные о прогнозировании релевантных событий за прошлые периоды, так и данные о наблюдаемых в настоящий момент времени событиях. По обоим видам данных формируются две матрицы, одна из которых характеризует погрешности прогнозирования, известные из прошлых периодов, другая – содержит уточненные оценки, полученные на основании новой информации, поступившей в настоящий момент времени. Произведение указанных матриц формирует полную матрицу погрешностей прогнозирования, присущих субъекту, в том числе и эксперту, при совершении прогнозов. Показано, что вектор вероятностей наступления прогнозируемых событий представляет собой собственный вектор полной матрицы погрешностей прогнозирования, отвечающий единичному собственному значению этой матрицы.

Ключевые слова: прогнозирование, принятие решений, вероятность события, погрешность прогнозирования, собственный вектор, собственное значение

FORECASTING THE PROBABILITIES OF OCCURRENCE OF FUTURE EVENTS

Madera A.G.

Scientific Research Institute of System Analysis of the Russia Academy of Sciences (SRISA RAS), Moscow, e-mail: alexmadera@mail.ru

In this paper, we developed a method to estimate the probability of occurrence of the forecasted events. The method uses a priori data about the prediction of relevant events in the past periods and data of observed events at present. For both types of data there are generated two matrices, one of which describes the prediction error known from previous periods, and the other contains detailed estimates obtained on the basis of new information at present. The product of these matrices forms a complete matrix of prediction errors, which characterizes the complete error of subject or the expert when making forecasts. It is shown that the vector of probabilities of occurrence of the forecasted events is the eigenvector of the full matrix prediction error, which is responsible to the unit eigenvalue of this matrix.

Keywords: forecasting, decision-making, the probability of events, the prediction error, eigenvector, eigenvalue

Неопределенный характер будущего обусловливает множественность будущих событий, результатов и последствий, которые наступят после принятия (или не принятия) субъектом данного решения и его реализации на практике. Каждое из событий, результатов и последствий может в будущем актуализироваться, однако, какое именно из них наступит в реальности, по какому пути пойдет развитие событий, *априори* неизвестно. Субъект не знает, к чему приведет принятое им решение, будет ли достигнута поставленная цель, особенно если получение результата ожидается в среднесрочной (несколько недель, месяцев) и долгосрочной перспективе (несколько лет). Неопределенность сценариев развития событий и актуализации будущих последствий и результатов является главным препятствием на пути принятия субъектом наилучшего решения [6, 8, 9]. Поэтому, прежде чем принять решение, субъекту необходимо провести прогнозирование достижения в неопределенном будущем поставленной цели и желаемого результата, а также вероятности их возможной актуализации.

Вместе с тем следует сознавать, что любой прогноз наступления будущих событий носит субъективный характер, поскольку выполняется субъектом (лицом, принимающим решение, экспертом, как индивидуальным, так и коллективным), способности которого к прогнозированию будущих событий и оценке вероятностей их наступления, весьма ограничены [3–6, 8]. И если субъект заинтересован в повышении степени актуализации запланированных результатов и достижении поставленных целей, то принимаемое решение должно опираться исключительно на научные методы прогнозирования и принятия решений [3, 5–10, 15–17], которые должны учитывать как актуальную информацию, поступающую в настоящий момент времени, так и данные, относящиеся к прогнозированию релевантных событий и их реализациям, имевшим место в прошлые периоды.

Существующие методы прогнозирования будущих событий и оценки вероятностей их наступления могут быть объединены в три группы. Методы первой группы основыва-

ются на допущении, что прошлое и будущее практически неразличимы между собой, так что тенденции, наблюдаемые в прошлом, сохраняют свой характер и в будущем. Это позволяет осуществлять прогнозирование, используя простую экстраполяцию тенденций, наблюдаемых в прошлом, на будущие периоды, при этом в качестве методов выявления тенденций за прошлые периоды выступают разнообразные регрессии, временные ряды, различные виды усреднений, скользящих средних, сглаживаний, и т.д. [2, 15]. Такая прогнозная концепция не адекватна реальности, поскольку пренебрегает неопределенностью будущего и его слабой предсказуемостью. Методы прогнозирования второй группы относятся, по преимуществу, к области финансовых и товарных рынков и используют *гипотезу о стохастическом характере* финансовых инструментов (курсов акций, валют, цен на сырье, энергоносители, недвижимость и пр.). Между тем данная гипотеза не подтверждается практикой [11, 12], и, более того, многочисленные исследования и факты показывают, что будущие курсы акций и валют, равно как и цены на различные виды сырья, – не являются случайными объектами, понимаемыми в смысле классической или статистической вероятностей, которые составляют предмет изучения в теории вероятностей. Так, в [11, 12] показано, что будущие цены невозможно предсказать по историческому временному ряду их изменения за прошлые периоды, причем предсказанные и наблюдаемые в реальности цены по всем видам сырья, курсам акций и валют, могут различаться между собой в несколько раз. Третья группа методов прогнозирования основывается на так называемом экспертном анализе [15], который применяется в тех случаях, когда релевантные данные по прогнозированию событий за прошлые периоды отсутствуют, или их количество недостаточно для проведения сколь-нибудь значимого анализа. При этом, как показано в [3], оценки экспертов носят субъективный характер, поскольку выполняются людьми (индивидами, или группами индивидов) и зачастую мало отличаются от оценок обычных субъектов, которые не позиционируются в качестве экспертов, иначе говоря, значимого различия между обоими видами оценок не выявляется.

Оценивание вероятностей наступления прогнозируемых событий осуществляется, как правило, одним из двух подходов – либо с использованием байесовского подхода, либо на основании гипотезы о применимости классической вероятностной модели.

Байесовский подход, основывается на следующей концепции: рассматриваются несовместные события A_1, A_2,…, A_n, образующие полную группу и именуемые гипотезами, относительно которых принято, что вероятности их наступления $p(A_j)$ *априори* известны. После проведения некоего опыта, в результате которого совместно с одним из событий A_i наступает другое событие B, определяются *апостериорные* вероятности $p(A_i|B)$, уточняющие *априорные* вероятности $p(A_j)$ и рассчитываемые по формуле Байеса

$$p(A_i|B) = p(A_i)\,p(B \mid A_i) \,/\, \sum_{j=1}^{n} p(A_j)\,p(B \mid A_j),$$

при этом условные вероятности $p(B|A_j)$ также считаются известными *априори*. Если рассматриваются события, вероятностная модель которых может быть отнесена к типу «урны с шарами» [13], то *априорные* $p(A_j)$ и *апостериорные* $p(A_i|B)$ вероятности являются классическими и без труда вычисляются.

Между тем для различных сфер человеческой деятельности, в которых главным действующим лицом является человек (экономика, менеджмент, финансы и др.), вероятности наступления будущих событий $p(A_j)$, равно как и условные вероятности $p(B|A_j)$, не известны *априори* в принципе. Последние могут быть получены на основании статистических данных (при их наличии), относящихся к прогнозированию релевантных событий в прошлые периоды и в этом случае условные вероятности $p(B|A_j)$ могут трактоваться как *погрешности прогнозирования*.

Необходимо понимать, что неопределенность прогнозируемого субъектом будущего обусловлена воздействием огромного множества неопределенных факторов, носящих различную природу, необратимой и непредсказуемой изменчивостью окружающей среды, самого субъекта и процесса взаимодействия субъекта со средой, окружающим социумом и пр. [8]. Следовательно комплекс условий, при котором происходит то или иное событие, является невоспроизводимым, а само событие, происходящее в будущем, – уникальным и единичным, и поэтому будущие события не являются случайными объектами [8, 13]. В этом смысле вероятности прогнозируемых событий необходимо рассматривать как *субъективные вероятности*, значения которых определяются субъектом, исходящим из собственного понимания ситуации.

В статье развивается метод оценивания вероятностей $P(A) = \left(p(A_1), p(A_2), \ldots, p(A_n)\right)$ наступления прогнозируемых событий A_1, A_2,…, A_n, который позволяет существенно уменьшить степень субъективизма при прогнозировании и оценивании вероятностей будущих событий. Показывается, что век-

тор вероятностей $P(A)$ представляет собой *собственный вектор* полной матрицы погрешностей прогнозирования, отвечающий ее единичному собственному значению.

Оценивание вероятностей наступления прогнозируемых событий

Несмотря на то, что субъект не обладает способностью однозначно и с абсолютной точностью предсказывать какое именно событие наступит в будущем и какова будет вероятность его наступления, он тем не менее может попытаться построить множество событий, которые, по его мнению, произойдут в будущей реальности. Пусть субъект построил такое множество **A** с n возможными событиями A_1, A_2,…, $A_n \in \mathbf{A}$, называемыми далее *реальными событиями*, образующими полную группу и $\sum_{i=1}^{n} p(A_i) = 1$, причем вероятности $p(A_1), p(A_2), \ldots, p(A_n)$ *априори* неизвестны и подлежат определению.

Субъект составляет свой прогноз о наступлении в будущем тех или иных реальных событий A_1, A_2,…, $A_n \in$ A на основании наблюдений над другими событиями B_1, B_2,…, $B_n \in \mathbf{B}$, которые по его мнению, позволяют осуществить наилучший прогноз. События B_1, B_2,…, $B_n \in \mathbf{B}$, называемые далее *прогнозирующими событиями*, также образуют полную группу и $\sum_{i=1}^{n} p(B_i) = 1$.

Поскольку никакое событие, наблюдаемое в прошлом или в настоящем, не может однозначно и абсолютно достоверно с вероятностью единица обусловливать наступление какого-либо реального события в будущем, то прогноз субъекта о наступлении того или иного реального события $A_j \in \mathbf{A}$ (j = 1,2,…,n), основанный на наблюдении событий $B_i \in \mathbf{B}$, (i = 1,2,…,n), не может быть достоверным в принципе. Поэтому событие $B_i \in \mathbf{B}$, (i = 1,2,…,n), прогнозирующее (по мнению субъекта) наступление реального события $A_j \in \mathbf{A}$, может появиться совместно с любым из событий A_1, A_2,…, $A_n \in \mathbf{A}$, что можно записать как $B_i = \bigcup_k A_k$, то есть прогноз наступления в будущем реального события $A_j \in \mathbf{A}$ (j = 1,2,…,n) по наблюдаемым событиям $B_i \in \mathbf{B}$, (i = 1,2,…,n) всегда осуществляется с некоторой погрешностью.

Погрешность прогнозирования характеризуется двумя видами условных вероятностей $p(B_i|A_j)$ и $p(A_j|B_i)$, i, j = 1,2,…,n:

● $p(B_i|A_j)$ – погрешность прогнозирования события из множества **A** на основании наступления прогнозирующего события B_i, в то время как на самом деле реализовалось событие A_j; она может быть определена по доступным статистическим данным прогнозирования релевантных событий в прошлые периоды, как относительное количество оправдавшихся и не оправдавшихся прогнозов;

● $p(A_j|B_i)$ – погрешность прогноза наступления реального события A_j, который дается субъектом на основании возможного наступления прогнозирующего события B_i в настоящий момент времени. Величина погрешности прогнозирования субъекта $p(A_j|B_i)$ отражает его субъективную убежденность в достоверности своего прогноза.

Располагая значениями погрешностей прогнозирования $p(B_i|A_j)$, i, j = 1,2,…,n, известных из прошлого опыта, получим по формуле полной вероятности систему n равенств, определяющих полные вероятности $p(B_i)$ наступления прогнозирующих событий B_i (i = 1,2,…,n):

$$p(B_i) = \sum_{j=1}^{n} p(A_j)\, p(B_i|A_j). \qquad (1)$$

Введя вектор полных вероятностей прогнозирующих событий $P(B) = \left(p(B_1), p(B_2), \ldots, p(B_n)\right)^T$ $(\cdot)^T$ – операция транспонирования), вектор искомых вероятностей прогнозируемых реальных событий $P(A) = \left(p(A_1), p(A_2), \ldots, p(A_n)\right)^T$, $n \times n$-матрицу погрешностей прогнозирования $L = \left\| p(B_i \mid A_j) \right\|$ релевантных событий в прошлые периоды:

$$L = \begin{pmatrix} p(B_1 \mid A_1) & \cdots & p(B_1 \mid A_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p(B_n \mid A_1) & \cdots & p(B_n \mid A_n) \end{pmatrix},$$

равенство (1) может быть записано в матричном виде:

$$P(B) = L \cdot P(A). \qquad (2)$$

Матрица L является стохастической, или марковской, векторы $P(A)$ и $P(B)$ – вероятностными, и обладают следующими свойствами [1, 2, 14]: (*a*) произведение стохастической матрицы на вероятностный вектор дает вероятностный вектор, (*b*) произведение двух стохастических матриц является стохастической матрицей, (*c*) максимальное собственное значение стохастической матрицы равно 1.

Вместе с тем, при прогнозировании событий и вероятностей их наступления, субъект ориентируется не только на данные о прогнозах релевантных событий, совершенных в прошлые периоды, но также и на новую информацию, следующую из наблюдений за событиями и тенденциями в настоящий момент времени. На основании полу-

ченной новой информации субъект строит прогноз о наступлении будущих реальных событий, основываясь на предположениях о возможном наступлении того или иного прогнозируемого реального события $A_j \in \mathbf{A}$ ($j = 1,2,\ldots,n$), при условии реализации прогнозирующих событий $B_i \in \mathbf{B}$ ($i = 1,2,\ldots,n$). С этой целью субъект оценивает условные вероятности $p(A_j|B_i)$ наступления реальных событий $A_j \in \mathbf{A}$ ($j = 1,2,\ldots,n$), при условии возможного наступления прогнозирующих событий $B_i \in \mathbf{B}$ ($i = 1,2,\ldots,n$) в настоящий момент времени. Величина условной вероятности $p(A_j|B_i)$, отражает, с одной стороны, степень убежденности субъекта в наступлении реальных событий $A_j \in \mathbf{A}$ ($j = 1,2,\ldots,n$) в случае, если наступит прогнозирующее событие $B_i \in \mathbf{B}$, а с другой – погрешность прогноза, которая в полной мере выявится лишь после реализации событий в будущем.

По формуле полной вероятности получаем систему n равенств определяющих вероятности $p(A_j)$ наступления реальных событий A_j ($j = 1,2,\ldots,n$):

$$p\left(A_j\right) = \sum_{i=1}^{n} p\left(B_i\right) p(A_j \mid B_i). \qquad (3)$$

Введя $n \times n$-матрицу $M = \left\| p\left(A_j \mid B_i\right) \right\|$ условных вероятностей $p(A_j|B_i)$, $i, j = 1,2,\ldots,n$,

$$M = \begin{pmatrix} p(A_1 \mid B_1) & \cdots & p(A_1 \mid B_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p(A_n \mid B_1) & \cdots & p(A_n \mid B_n) \end{pmatrix},$$

систему уравнений (3) можно запись в матричном виде:

$$P\left(A\right) = M \cdot P\left(B\right). \qquad (4)$$

Матрица M, подобно матрице L, является стохастической и удовлетворяет условиям (*a*), (*b*) и (*c*), приведенным выше.

В соответствии с полученными результатами вероятности прогнозирующих $P(B)$ и прогнозируемых реальных событий $P(A)$, которые актуализируются в будущем, связаны между собой матричными равенствами (2) и (4). Подставляя в правую часть (4) вместо вектора $P(B)$ его выражение из равенства (2), получим уравнение для определения искомого вектора вероятностей прогнозируемых реальных событий $P(A)$:

$$P\left(A\right) = K \cdot P\left(A\right), \qquad (5)$$

где $K = M \cdot L$ – стохастическая $n \times n$-матрица (см. свойство (*b*)).

Из уравнения (5) следует, что искомый вектор вероятностей $P\left(A\right) = \left(p\left(A_1\right), p(A_2), \ldots, p\left(A_n\right)\right)^T$ наступления реальных событий $A_j \in \mathbf{A}$, $i = 1,2,\ldots,n$, представляет собой собственный вектор стохастической матрицы $K = M \cdot L$, соответствующий ее единичному собственному значению. Матрица $K = M \cdot L$ является полной матрицей погрешностей прогнозирования и исчерпывающим образом характеризует погрешности субъекта (эксперта) при составлении прогнозов. Искомый вектор вероятностей прогнозируемых событий $P(A)$ определяется из решения системы уравнений (5) совместно с дополнительным уравнением, описывающим условие нормировки $\sum_{i=1}^{n} p\left(A_i\right) = 1$.

Список литературы

1. Беллман Р. Введение в теорию матриц / Р. Беллман; пер. с англ. – М.: Наука, 1969. – 376 с.

2. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Наука, 1967. – 576 с.

3. Канеман Д. Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения / Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски; пер. с англ. – Харьков: Гуманитарный центр, 2005. – 632 с.

4. Канеман Д. Думай медленно… решай быстро / Д. Канеман; пер. с англ. – М.: АСТ, 2014. – 654 с.

5. Мадера А.Г. Метод прогнозирования вероятностей актуализации последствий принятых решений в условиях неопределенности / А.Г. Мадера // Менеджмент в России и за рубежом. – 2012. – № 6. – С. 21–29.

6. Мадера А.Г. Риски и шансы: принятие решений в условиях неопределенного будущего / А.Г. Мадера // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 2. – С. 12–21.

7. Мадера А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте / А.Г. Мадера. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 688 с.

8. Мадера А.Г. Риски и шансы: неопределенность, прогнозирование и оценка / А.Г. Мадера. – М.: КРАСАНД, 2014. – 448 с.

9. Мадера А.Г. Оценка кредитоспособности потенциального заемщика / А.Г. Мадера // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 1. – С. 72–75.

10. Мадера А.Г. Метод определения вероятностей прогнозируемых событий при принятии решений / А.Г. Мадера // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – № 2. – С. 38–45.

11. Мантенья Р.Н. Введение в эконофизику: Корреляция и сложность в финансах / Р.Н. Мантенья, Г.Ю. Стенли; пер. с англ. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 198 с.

12. Международная практика прогнозирования мировых цен на финансовых рынках (сырье, акции, курсы валют) / ред. Я.М. Миркин. – М.: Магистр, 2014. – 358 с.

13. Феллер В. Введение в теорию вероятностей / В. Феллер. Т. 1; пер. с англ. – М.: Либроком, 2010. – 498 с.

14. Хорн Р. Матричный анализ / Р. Хорн, Ч. Джонсон; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 655 с.

15. Ханк Д.Э. Бизнес-прогнозирование / Д.Э. Ханк, А. Дж. Райтс, Д.У. Уичерн; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 656 с.

16. Madera A.G. Simulation of stochastic heat conduction processes // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 1994. – Vol. 37. № 16. – P. 2571–2577.

17. Madera A.G. Estimating the probability of forecasted events // International Journal of Accounting and Economics Studies. – 2016. – Vol. 4. № 1. – P. 76–80.

УДК 338.467.6

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ИНДУСТРИИ КУЛЬТУРЫ

Мальшина Н.А.

Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, Москва, e-mail: malsnataliya@yandex.ru

Целью данного исследования является выявление возможности региональной экономической интеграции индустрии культуры в экономическое пространство РФ. Результат интеграционных процессов в индустрии культуры может быть выражен в интегрированных сервисных комплексах. Объектом исследования является интегрированный сервисный комплекс как серия объединенных организаций, источников ресурсов и инициатив, включенных в проектирование, создание и предоставление услуг как в форме конечных товаров, так и услуг конечным потребителям и собственникам на основе сквозного управления сервисными потоками с целью придания им количественных параметров и качественных характеристик в соответствии с требованиями внешней среды. Методология проведения работы укладывается в рамки экономического анализа результатов функционирования индустрии культуры субъекта РФ. Результатом работы является единое объектное управление предоставляемыми платными и бесплатными услугами культуры в интегрированных сервисных комплексах на основе государственно-частного партнерства позволяет снизить расходы бюджета на услуги культуры, контролировать соотношение и качество бесплатных и платных услуг, повысить доходность продуцентов услуг, реализовать внутренние резервы предприятий индустрии культуры. Интеграция индустрии культуры в экономические процессы позволяет целенаправленно формировать механизм развития услуг индустрии культуры, а также разработать меры государственной политики для реализации поддержки индустрии культуры в современной экономике, повышая конкурентоспособность каждого субъекта процесса.

Ключевые слова: индустрия культуры, инвестиционная привлекательность, интеграционные процессы, интегрированные сервисные комплексы

REGIONAL ECONOMIC INTEGRATION IN THE CULTURAL INDUSTRY

Malshina N.A.

Institute for the Study of product distribution and market wholesale market, Moscow, e-mail: malsnataliya@yandex.ru

The aim of this study is to identify the potential for regional economic integration of cultural industries into the economic space of the Russian Federation. The result of the integration processes in the cultural industries can be expressed in integrated service systems. The object of the research is the integrated service center as a series of integrated organizations, resources and initiatives included in the design, development and support services in the form of final goods and services to end consumers and owners on the basis of end-to-end management of the service streams to make them quantitative parameters and qualitative characteristics in accordance with the requirements of the external environment. The methodology of work fit into the framework of economic analysis of the performance of the culture industry of the Russian Federation. The result is a single object-based management also provide free and paid services culture in integrated service complexes on the basis of state-private partnership allows to reduce budget expenditures for the services of culture, to control the ratio and quality of free and paid services, to increase the profitability of producers of services, to implement internal reserves of enterprises in the cultural industry. Integration of cultural industries in economic processes allows you to purposefully shape the mechanism of development of services of the cultural industries, and to develop public policies to support cultural industries in modern economies, increasing the competitiveness of each actor of the process.

Keywords: cultural industry, investment attraction, integration processes, integrated service systems

Сложившаяся тенденция развития современной мировой экономики, выражаемая в увеличении интеграционных процессов, всё более затрагивает и такую сферу экономики России, как индустрия культуры. Возможность определения социально-экономических последствий осуществления интеграционной культурной программы для общества – определение экономических и социальных последствий её реализации во внешней среде решается при помощи региональных интеграционных соглашений. Создание благоприятных условий для притока инвестиций в индустрию культуры позволяет повысить конкурентоспособность не только данной сферы экономики, но и всей российской экономики в целом.

Теоретический анализ. Такие исследователи, как Ч. Киндлебергер [11], Г. Янопоулос [13], М. Бломстрём [10], Дж. Неари [12] и другие, выделяют следующие результаты интеграционных процессов на региональном уровне: выработка общих инвестиционных положений интегрирующих субъектов; выработка общих правил торговли товарами и услугами; реализация совместных проектов и мероприятий, содействующих увеличению привлечения

инвестиций для регионов; введение единых показателей; увеличение размеров региональных рынков и предприятий-участников; повышение темпов экономического роста интегрируемого региона; усиление здоровой конкуренции.

Исходя из видов интеграции индустрии культуры выделяются основные её уровни: «вертикальная интеграция между хозяйствующими субъектами, находящимися на различных этапах создания цепочки ценности; горизонтальная интеграция происходит между организациями, находящимися на той же стадии производственного цикла; взаимодействие по диагонали, то есть создание неких союзов организаций, работающих в различных производственных процессах сотрудничающих для создания или реализации сложных продуктов и услуг (дифференциация продукта, глобализации); мультисекторная и мультимедийная интеграции – процессы, в ходе которых компании индустрии культуры скупают предприятия в связанных с ними зонами культурного производства (услуга культуры выступает результатом трудового процесса производителя услуг), зачастую чтобы усилить перекрестное продвижение товаров и услуг» [6, с. 60].

Процесс интеграции индустрии культуры в экономику России пройдет наименее болезненно путем применения интегрированных сервисных комплексов, который может проходить, на наш взгляд, в два этапа. На первом этапе рассчитываются показатели составляющих индустрии культуры: экономическая, социальная и культурная эффективность. На втором этапе: эффективность индустрии культуры в целом.

«Интегрированный сервисный комплекс представляет собой серию объединенных организаций, источников ресурсов и инициатив, включенных в проектирование, создание и предоставление услуг, как в форме конечных товаров, так и услуг конечным потребителям и собственникам на основе сквозного управления сервисными потоками с целью придания им количественных параметров и качественных характеристик в соответствиями с требованиями внешней среды» [2].

Показатели экономической эффективности индустрии культуры отражают только один вид параметров, характерных для данной ситуации [3]. Другую часть отражают показатели *социальной* эффективности объектов культуры. Поэтому при оценке эффективности поддержки индустрии культуры необходимо ввести интегральный показатель индустрии культуры, учитывающий экономический, социальный и культурный аспекты исследуемого объекта.

Особенностью оценки эффективности индустрии культуры является то обстоятельство, что кроме прямой эффективности необходимо учитывать также и *косвенную*, которую получают субъекты, напрямую несвязанные с процессом поддержки данной сферы.

Если финансирование производится из государственных источников, то на первом этапе оценки эффективности поддержки индустрии культуры рассчитывается *бюджетная эффективность*, являющаяся демонстрацией влияния предпринятой деятельности по поддержке на доходы и расходы бюджетов.

По официальным статистическим данным в январе 2016 г., по предварительным данным, «населению было оказано платных услуг на 641,1 млрд рублей. Удельный вес расходов на оплату услуг в потребительских расходах населения в январе 2016 г. составил 21,7% против 21,4% в январе 2015 г.. На первое полугодие 2016 г. основу услуг составили транспортные 24,5%, коммунальные 17%, связи 15,1%, а культуры 1,6%. В июле 2016 г., по предварительным данным, населению было оказано платных услуг на 702,9 млрд рублей, в январе – июле 2016 г. – на 4735,2 млрд рублей. Удельный вес расходов на оплату услуг в потребительских расходах населения в июле 2016 г. составил 21,3% против 21,0% в июле 2015 г.» [7]. «В октябре 2016 г., населению было оказано платных услуг на 703,7 млрд рублей, в январе – октябре 2016 г. – на 6874,6 млрд рублей. Удельный вес расходов на оплату услуг в потребительских расходах населения в октябре 2016 г. составил 20,8% против 20,7% в октябре 2015 г.» [8].Статистика наглядно демонстрирует в целом отрицательную динамику по расходам на социально-культурные мероприятия как бюджетов государственных внебюджетных фондов по всем уровням бюджетной системы.

Такого рода сотрудничество приводит к положительным технологическим и финансовым внешним эффектам. В результате интеграционных процессов создается расширенный рынок услуг культуры, в рамках которого обеспечивается свобода движения услуг культуры, капиталов и проводится согласованная социально-экономическая политика, что дает возможность экономии от совмещения управленческих операций, повышает эффективность интегрированных экономик и способствует увеличению темпов роста в регионе, обеспечивает привлекательность инвестиционного климата субъекта РФ.

Эмпирический анализ. «Единое объектное управление предоставляемыми плат-

ными и бесплатными услугами культуры в интегрированных сервисных комплексах на основе государственно-частного партнерства позволяет снизить расходы бюджета на услуги культуры, контролировать соотношение и качество бесплатных и платных услуг, повысить доходность продуцентов услуг, реализовать внутренние резервы предприятий индустрии культуры» [2]. Интегральный эффект может быть выражен при помощи следующей формулы [5]:

$$W^{n}_{i=1}(C)=\sum_{k=0}^{k\,k}\left(\Sigma^{k}\,Q(C_0)+\Delta^{0}\left(C^{k}_{i},\ldots,C^{k}_{i}\right)\right)+$$
$$+^{\circ}\Delta_{n}\left(C^{k}_{n},\ldots,C_{n}\right), \qquad (1)$$

где $W^{k}\left(C^{k}\right)$ – эффект достигаемый *k*-ой подсистемой при её обособленном функционировании при наличии собственного производства, выполнении транспортных операций по доставке потребителей или производителей услуг культуры; $\Delta\left(C^{k}_{i},\ldots,C^{k}_{i}\right)$ – синергетическая составляющая интегрального эффекта, обусловленная взаимодействием подсистем; $\Delta_{n}\left(C^{k}_{n},\ldots,C^{k}_{n}\right)$ – синергетическая составляющая интегрального эффекта системы, обусловленная кооперацией с независимыми компаниями; *n* – число компаний, с которыми осуществляется взаимодействие; *C* – системы; *k* – дочернии (интегрированные) компании; *W*(*C*) – интегральный эффект [5].

Создание нового типа автономной организации культуры ставит перед собой задачу сочетания различных форм собственности и управления в пределах одной организации, следовательно, привлечение различных источников финансирования и повышение эффективности функционирования и доходности. Финансовая самостоятельность организаций культуры создает предпосылки для сочетания различных направлений деятельности, вовлечения партнерских организаций как российских, так и иностранных производителей услуг.

Финансирование услуг индустрии культуры на основе государственно-частного партнерства, исходя из дифференциации услуг культуры и их эффектов, позволит учитывать и социальные интересы, и экономические выгоды каждого конкретного субъекта культурной деятельности. «Для привлечения частного капитала в публичную сферу государству необходимо сформировать такой экономический, инвестиционный и организационно-правовой механизм, который бы обеспечивал заинтересованность частных инвесторов и прозрачную процедуру их конкурсного отбора, основанную на эффективной системе критериев оценки предложений участников, позволяющей повысить гарантии успешной реализации ГЧП-проекта, снизить совокупные общественные издержки и производственные риски» [9]. В результате решение данных задач в совокупности увеличит эффективность деятельности производственно-сбытовой системы услуг культуры.

Таким образом, сочетание и использование различных возможностей является актуальной и востребованной формой функционирования и управления для крупных учреждений культуры активно развивающих некоммерческие (программно-целевая форма финансирования государством) и коммерческие направления работы (платные услуги, привлечение финансирования спонсоров, фондов).

При участии бюджетных средств в социально-культурном проектировании может быть определена бюджетная эффективность для различных уровней. Показатели бюджетной эффективности могут быть рассчитаны на основе показателей годовых бюджетных доходов: «внутренняя норма бюджетной эффективности; срок окупаемости бюджетных затрат; степень финансового участия государства (региона) в реализации проекта (*d*), рассчитываемая по формуле» [4]

$$d=\frac{\mathrm{Р}_{\text{инт}}}{\mathrm{З}_{\text{инт}}}, \qquad (2)$$

где $\mathrm{Р}_{\text{инт}}$ – интегральные бюджетные расходы государства; $\mathrm{З}_{\text{инт}}$ – интегральные расходы на проект [4].

Процесс поддержки услуг индустрии культуры включает и процесс продажи, как непрерывный процесс повышения качества обслуживания, труда персонала в процессе проектирования и предоставления услуг культуры. Поддержка процесса продажи услуг культуры мобилизует ресурсы учреждения, обеспечивая персонал необходимой информацией, инструментами маркетингового воздействия, увеличивая их эффективность в конкретной ситуации, на любом из этапов процесса продажи. Следовательно, поддержка процесса продажи услуг культуры включает: аудит маркетинга в продажах; аудит деятельности; создание маркетинговой концепции продаж; создание методического обеспечения продаж; внедрение и последующее управление продажами через CRM; разработку и внедрение организационных, управленческих и отчетных документов – элементов бизнес-процессинга, менеджмента продаж; разработку алгоритмов работы специалистов, регламентирующих бизнес-процессы продаж [2].

Оценка коммерческой эффективности процесса поддержки индустрии культуры может проводиться на основе традиционно-

го подхода и при помощи следующих категорий: стоимости капитала, денежного потока, изменения ценности денег.

Процесс оценки эффективности применения интегрированных сервисных комплексов в индустрии культуры многоэтапный, предполагающий осуществление оценки социально-экономических результатов, бюджетной и коммерческой эффективности.

Меры государственной поддержки сферы культуры страны в условиях снижения государственных расходов направлены на создание благоприятных условий для привлечения иностранных и отечественных инвестиций, тем самым повысив конкурентоспособность индустрии культуры.

Приведённые выше результаты проделанного анализа позволили впервые сформировать модель управления ресурсами в интегрированных сервисных комплексах. Необходимость данной модели заключается в обеспечении синхронизации информационных, финансовых, материальных ресурсопотоков, путём определения характерных весовых категорий, фрагментаций и логистических барьеров. Сервисные потоки характеризуются определённой «степенью фрагментации, что создаёт дополнительные барьеры при организации движения сквозных потоковых процессов» [1, с. 14].

Преимуществом данной модели может являться наглядное представление интегрирующей функции бизнес-процессов, объединяющих и координирующих деятельность всех участников от момента подготовки услуги до её предоставления клиенту. Ключевые операции в данной модели могут выполняться как внутри организации, так и вне её.

Интеграция материальных, финансовых, информационных, человеческих (людских) потоков формирует базу оказываемых услуг, которая, преобразуя их, формирует интегральные потоки с учётом их направленности и специфики соответственно оказываемым видам услуг для наиболее полного удовлетворения потребностей клиентов.

Состав интегрированного потока, рассматриваемого комплекса находится в постоянном динамичном равновесии. Качество и привлекательность социально-культурного обслуживания, оказываемых услуг зависят от конкретных групп потребителей, поэтому очень важно учитывать тот факт, что продуцент и клиент встречаются при личном контакте.

Заключение

Сфера услуг культуры выступает фактором, обеспечивающим общегосударственное направление экономического развития общества РФ как в ближайшей, так и стратегической перспективе.

Развитие экономического взаимодействия регионов, путем участия в интеграционных процессах, перехода к более глубоким формам интеграции приводит в увеличению поступления инвестиций в индустрию культуры. Влияние региональной экономической интеграции не всегда может быть однозначным, но зависит от сравнительных преимуществ каждого конкретного субъекта интеграции. Интеграция индустрии культуры в экономические процессы позволяет целенаправленно формировать механизм развития услуг индустрии культуры, а также разработать меры государственной политики для реализации данной формы поддержки индустрии культуры в современной экономике, повышая конкурентоспособность каждого субъекта процесса. Создание интегрированных сервисных комплексов в регионах России можно рассматривать как один из факторов инвестиционной привлекательности субъекта интеграции.

Список литературы

1. Брынцев А.Н. Сервисные потоки: мифы и реальность / РИСК. – 2014. – № 2. – С. 13–16.

2. Мальшина Н.А. Интегрированный сервисный комплекс индустрии культуры в субъектах РФ / Известия Саратовского университета. Новая серия: Экономика. Управление. Право. – 2016. – № 2. – С. 180–186.

3. Мальшина Н.А., Новиков Д.Т. Формирование интегрированной поддержки услуг индустрии культуры. Российский экономический интернет-журнал. – 2016. – № 2. – С. 32. Режим доступа: http://e-rej.ru (дата обращения: 09.02.2017).

4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (утв. Госстроем России, Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России 31 марта 1994 г. № 7-12/47). Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/Data1/2/2043/ (дата обращения: 12.02.2014).

5. Новиков Д.Т. Формирование логистической поддержки продвижения научно-технических разработок / РИСК. – 2012. – № 4. – С. 24–29.

6. Полюшко Ю.Н. Терминологические проблемы определения и классификации видов интеграции хозяйствующих субъектов / Экономика и управление: проблемы, решения. – М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2012. – № 6. – С. 57–64.

7. Социально-экономическое положение России – 2014 г. // Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_01/IssWWW.exe/Stg//<extid>/<storagepath>:: %7Cd08/2-2-3.doc (дата обращения: 01.10.2014).

8. Социально-экономическое положение России 2016 / Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru (дата обращения: 09.02.2017).

9. Фирсова А.А. Направления развития инвестирования инновационной деятельности в проектах государственно-частного партнерства // Известия Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. – 2012. – Т. 12, вып. 1. – С. 67–72.

10. Blomstrom M. Regional integration and Foreign Direct Investment: a Conceptual Framework and Three Cases / M. Blomstrom, A. Kokko. – Washington, D.C: The World Bank, 1997. – 46 p.

11. Klindleberger C.P. European integration and the international corporation // Columbia Journal of World Business. – 1(1). –1 966. – P. 65–77.

12. Neary J.P. Foreign direct Investment and the Single Market / Neary J.P. // Manchester School. – 2002. – Vol. 70. № 3. – P. 291–314.

13. Yannopoulos G.N. Foreign direct investment and European integration: The evidence from the formative years of the European Community // Journal of Common Market Studies. – vol. 28. № 3. – P. 235–25.

УДК 331.546

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СЛУЖАЩИХ: СОЦИАЛЬНАЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ

Михайлова А.В., Попова Л.Н.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: mikanya23@mail.ru, soccaf@mail.ru

В настоящее время меняются требования к муниципальным служащим. Актуальность для современной практики заключается также в наличии потребности знаний по содержанию профессиональной компетентности и востребованности высококвалифицированных кадров, а также технологий, повышающих профессионализм муниципальных служащих в быстроменяющихся экономических, политических условиях деятельности. Разработаны методические рекомендации и требования к оценке компетенций муниципальных служащих, однако в информационном обществе, в век стремительного развития коммуникационных технологий, влияния внешней среды на устойчивость систем, важным является адаптация и приспособление. В нашей статье мы рассмотрели существующие подходы к требованиям к муниципальным служащим и дополнили профессиональные и социальные компетенции в условиях Smart экономики и Smart технологий во всех сферах общества. Считаем необходимым дополнить региональные требования по отбору кандидатов и оценке муниципальных служащих с учетом предложенных компетенций, а также ввести в программы обучения и семинары по повышению квалификации муниципальных служащих. Основной компетенцией является проектное мышление и проектная ориентация на результат.

Ключевые слова: муниципальные служащие, муниципальная служба, система управления персоналом, муниципальная политика, развитие общества в 21 веке, проектное управление, проектное мышление

COMPONENTS OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF MUNICIPAL EMPLOYEES: SOCIAL AND PROFESSIONAL COMPETENCE

Mikhaylova A.V., Popova L.N.

Northeast federal university of M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: mikanya23@mail.ru, soccaf@mail.ru

Now requirements to municipal employees change. Relevance for modern practice consists also in existence of requirement of knowledge of the maintenance of professional competence and a demand of highly qualified personnel, and also technologies of the municipal employees increasing professionalism in the fast-changing economic, political conditions of activity. Methodical recommendations and requirements to an assessment of competences of municipal employees, however in information society, in a century of prompt development of communication technologies, influences of environment on stability of systems are developed, adaptation and the adaptation is important. In our article we considered the existing approaches to requirements of municipal employees and added professional and social competences of conditions of Smart of economy and Smarttekhnology of all spheres of society. We consider necessary to add regional requirements for selection of candidates and an assessment of municipal employees taking into account the offered competences, and also to enter into programs of training and seminars on professional development of municipal employees. The main competence is the design thinking and design orientation to result.

Keywords: municipal employees, municipal service, a personnel management system, municipal policy, development of society in the 21st century, project management, design thinking

В XXI веке в условиях развития Smart общества, изменяются подходы и методы к персоналу организации. Определяющим становится компетентностный подход. Авторы согласны с мнением Е.И. Кудрявцева (2013), что «компетенции выступают как ключевое понятие современного управления, они включены в качестве базы формирования представлений о социальном управлении и эффективности государственной службы ведущих стран» [5, с. 22].

Цель статьи показать, что ключевой компетентностью муниципального служащего является проектное управление и проектное мышление, что определяет эффективность муниципального управления.

Н.И. Глазунова (2012) исследует «профессиологические подходы, критерии и методики оценки уровня развития личностных качеств муниципальных служащих» [1, с. 121].

На наш взгляд, на характер требований к знаниям, умениям, навыкам и качествам муниципальных служащих влияет государственно-общественный характер. С одной стороны, муниципальные служащие реализуют государственную политику на территории муниципального образования, а, с другой стороны, должны обладать компетенциями проектных менеджеров. Мы думаем, что многие исследователи абсолютно правы, отмечая, что муниципальная служба имеет двойственный характер. Принципы

муниципальной службы, принципы управления кадрами в муниципальных образованиях определяют характер деятельность и индикаторы эффективности. Муниципальные служащие одновременно и руководители, и исполнители, и координаторы.

Ключевой задачей муниципальных образований в XXI веке является внедрение принципов построения и принципов управления проектами. Проектное управление в муниципальном управлении включает все функции управления: планирование, организацию, мотивацию, координацию и контроль. Соответственно, предъявляются иные требования и к компетенции служащих. Во многих регионах Российской Федерации проводятся социологические исследования, результатом которых является портрет муниципального служащего в условиях Smart-экономики и современного развития общества.

Принято Распоряжение Минэкономразвития России от 14.04.2014 № 26Р-АУ «Об утверждении Методических рекомендаций по внедрению проектного управления в органах исполнительной власти». Данные рекомендации отражают требования к муниципальным служащим, определяемым федеральным законом [13]. Важной является ориентация на цели, задачи, специфику и признаки муниципальной службы в Российской Федерации. Исследователи А.В. Михайлова, И.А. Алексеева (2016) в своем исследовании обращают внимание на «необходимость развития технологий кадровой политики в муниципальных образованиях» [9, с. 271]. Другими словами, важным является определить в совокупности основные знания, умения и навыки, а также набор профессионально важных качеств муниципальных служащих.

Авторы говорят о внедрении модели проектно-ориентированной системы управления муниципальными образованиями. Это влияет на качество муниципального управления и муниципальных служащих. Авторы думают, что Э.Н. Сокол-Номоконов, Н.Э. Савченко абсолютно точно отмечают, что «муниципальные служащие должны обладать специальными компетенциями» [12, с. 12]. К таким специальным компетенциям можно отнести и проектное мышление и управление.

На современном этапе развития общества муниципальные служащие, работающие в системе муниципальной службы – это прежде всего управленцы. Поэтому важно обладать профессионально важными качествами, такими как проектное видение, коммуникационные навыки, аналитические способности, умение работать с большими метаданными, навыки лидера.

Технологии и алгоритмы проектного управления в муниципальных организациях требуют нового подхода к компетенциям муниципальных служащих:

– важно понимать региональные компоненты и характеристики муниципальных образований;

– владеть технологиями реализации проектов на уровне муниципальных образований;

– уметь контролировать комплекс мероприятий в соответствии с дорожной картой реализации в муниципальном образовании.

Давайте остановимся подробнее на данных моментах.

Региональные компоненты и характеристики муниципальных образований включают, прежде всего, знание стратегий развития регионов, планы социально-экономического развития, инструменты оценки социального прогнозирования и эффекта влияния проектов на управление социальными программами на территории муниципальных образований. Например, стратегия Республики Саха (Якутия) – это документ, определяющий целевое видение развитие региона до 2050 г. «Цель разработки Стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) до 2030 г. с определением целевого видения до 2050 г. (далее – Стратегия) – это определение миссии, целей, задач, приоритетов, направлений развития, ключевых проектов, результатов, основных параметров ресурсных источников, необходимых для достижения системы стратегических целей и задач долгосрочного социально-экономического развития Республики Саха (Якутия)» [10]. Опираясь, на данный документ, муниципальные образования и муниципальные районы составляют свои долгосрочные программы и развивают партнерские взаимоотношения. Стратегия призвана консолидировать усилия органов государственной власти Республики Саха (Якутия), органов местного самоуправления Республики Саха (Якутия), институтов гражданского общества и каждого жителя Республики Саха (Якутия) на создание внутренних и внешних условий для реализации стратегических целей и задач социально-экономической политики Республики Саха (Якутия). Стратегия является основой для разработки и реализации государственных программ Республики Саха (Якутия), схемы территориального планирования Республики Саха (Якутия) и плана мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия).

Муниципальные служащие на современном этапе развития муниципального

управления ориентируются на основы проектного управления. Так, например, в самом крупном субъекте Республики Саха (Якутия) вышел распорядительный акт, закрепляющий внедрение концепцию проектного управления «Указ Главы Республики Саха (Якутия) «Об организации проектной деятельности в исполнительных органах государственной власти Республики Саха (Якутия)» 06 февраля 2017 г. № 1719 [14]. Указ Главы региона закрепляет внедрение и развитие проектного управления в исполнительных органах государственной власти Республики Саха (Якутия), описывает общие подходы к реализации государственной политики в сфере проектного управления, определяет принципы и приоритеты основных направлений, описание причины внедрения проектного управления в Республике Саха (Якутия).

Муниципальные служащие должны перестраивать свое мышление с четкого исполнения указаний и распоряжений на реализацию комплекса мероприятий в соответствии с дорожной картой. Дорожная карта для муниципальных служащих – это инструмент достижения поставленных целей социально-экономического развития региона, создание условий для комфортного проживания населения, повышения уровня доступности и качества услуг, создание благоприятной инвестиционной среды. Так, дорожная карта должна содержать: во-первых, описание организационной структуры, закрепление ответственных лиц. Во-вторых, комплекс мероприятий, постановка четких приоритетов и целей социально-экономического развития. В-третьих, создание системы мониторинга и контроля исполнения проектов и формирование наборов КПЭ (ключевые показатели эффективности), предоставляющих надежные данные исполнителям для оценки успешности своей работы, другими словами, мотивационные рычаги. В компетенции муниципальных служащих входит знание методических основ разработки дорожной карты, понимание структуры и содержания дорожной карты, разработка паспортов (социальный паспорт муниципального образования, инвестиционный паспорт муниципального образования, бюджет муниципального образования и целевые индикаторы).

Например, дорожная карта может включать следующие разделы. Использована лучшая практика Иркутской области. Методические рекомендации по разработке органами местного самоуправления городских округов и муниципальных районов Иркутской области планов мероприятий («дорожных карт») по развитию территорий муниципальных образований Иркутской области [7].

На сегодняшний день в Российской Федерации разработаны и действуют нормативные документы для оценки муниципальных служащих [6]. Давайте проанализируем методологию разработки дорожной карты, для того чтобы оценить, какие качества необходимы муниципальным служащим для эффективного выполнения своих обязанностей. Согласимся с мнением И.Ф. Дедкова, Ю.А. Баранник, М.А. Пашьян (2014), которые считают «важным разработку интеллект-карты компетенций муниципального служащего для эффективной деятельности» [4, с. 252]. А.В. Михайлова в своем исследовании выявила «корреляционную взаимосвязь между уровнем реализации социальных программ и устойчивостью региона, которая заключается в комплексном подходе к определению целевых индикаторов» [8, с. 93].

Во-первых, формулирование целей и задач муниципального образования по направлениям работы по принципам разработки «дерева целей». Соответственно, основное качество, которым должен обладать муниципальный служащий для решения данной задачи – стратегическое мышление. Н.Т. Селезнева, И.Г. Маланчук, А.А. Дьячук провели исследование и выявили: «В процессе пилотажного исследования стратегического мышления руководителей (N = 683) было обнаружено, что для разных систем управления представленность руководителей на уровнях развития стратегического мышления различна. Так, на социальном уровне развития стратегического мышления находятся 2% муниципальных служащих, 6% руководителей системы образования, 18% – руководителей коммерческих организаций. Полученные данные позволяют предположить, что выбор оптимальной долгосрочной стратегии руководителями осуществляется со значительными трудностями» [11].

Во-вторых, логика дорожной карты. Постановка конкретных вопросов и выстраивание цепочки ответов с привязкой к конкретным проектам муниципальных образований, опираясь на лучшие региональные и мировые практики. Для решения данной задачи муниципальный служащий должен обладать не только знаниями структурного, системного и комплексного анализа, владеть понятийным аппаратом социальных и экономических систем, визуализацией решений, уметь строить причинно-следственные взаимосвязи и оптимизационные транспортные задачи, а также качествами видения сути проблемы и формирования сценариев будущего. Дополняя Г.Б. Голуб, Р.В. Обухова, В.А. Артамонова (2014), отметим, «что для муниципального служащего важным является потенциал» [2, с. 28].

План мероприятий («дорожная карта») по развитию территорий муниципального образования

№	Мероприятия	Объем финансирования, млн руб.*					Кол-во рабочих мест, чел.	Срок реализации (годы/кварталы)												Исполнитель	Инструменты реализации
		Всего	ФБ	РБ	МБ	ВИ		201_				201_				201_					
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Задача 1……..																					

Примечание. ФБ – федеральный бюджет; РБ – региональный бюджет; МБ – местный бюджет; ВИ – внебюджетные источники.

Целевые индикаторы

№	Наименование показателя	Ед. изм.	201_г. (факт)	Норматив (значение по области)	Планируемые значения по годам		
					201_	201_	201_
Задача 1. Содействие реализации инвестиционных проектов, в том числе создание индустриальных парков							
1.1.	Уровень регистрируемой безработицы	%					
1.2.	Число безработных	чел.					
1.3.	Создание новых рабочих мест	чел.					

Паспорт инвестиционного проекта

№	Наименование показателя	Краткое описание
1.	Наименование инвестиционного проекта	
2.	Место реализации *(указать населенный пункт и наименование муниципального образования)*	

Паспорт социального проекта

№	Наименование показателя	Краткое описание
1.	Наименование объекта	
2.	Место реализации *(указать населенный пункт и наименование муниципального образования)*	
3.	Вид работ (строительство, реконструкция, капитальный ремонт)	

Сведения о достигнутых значениях целевых показателей

в муниципальном образовании _____ за 20___ г.

№ п/п	Наименование задачи, целевых индикаторов	Ед. изм.	Норматив	Плановое значение показателя	Значение показателя прошлый год	Отклонение факта от плана		Причины отклонения
						-/+	%	
	Задача 1.							

В-третьих, маркетинг территории муниципального образования. Исследователь Е.М. Гробер уточняет «человековедческое познание государственными служащими потребностей населения» [3, с. 93]. Маркетинг территории муниципального образования – это, прежде всего, оценка конкурентных преимуществ региона для привлечения инвестиций, направленных на реализацию проектов. Цель маркетинга муниципального образования – повышение экономического роста на территории и качества жиз-

ни населения. Качества необходимые для достижения данной задачи при разработке и реализации дорожной карты муниципального образования, на наш взгляд, следующие: коммуникационные навыки, креативность, творческий потенциал.

В-четвертых, лучшие мировые и региональные практики оценки потенциала муниципальных образований являются основанием для развития территорий. Мы пришли к выводу, что важным является формирование организационно-ролевой модели для эффективного взаимодействия и решения поставленных целевых ориентиров. Матричная проекция при этом видится не только в организационном дизайне и формировании рабочих групп по ключевым направлениям, а также в оценке устойчивости элементов. Существуют корпоративные технологии организационно-функциональных и процессных моделей, которые можно проецировать на муниципальные образования. Для наглядности и визуализации поставленных задач использовать графический конструктор моделей процессов и взаимосвязей. Например, в дорожной карте муниципального образования, можно использовать данный подход для обоснования паспорта инициативы и графика мероприятий.

В-пятых, важно, на наш взгляд, каждому муниципальному служащему оценивать свой потенциал, опираясь на объективные и субъективные показатели, которые сочетают количественные и качественные индикаторы. Муниципальный служащий для повышения эффективности своей деятельности должен обладать инициативой, самостоятельностью, организованностью и ответственностью. Мы думаем, что ответственность в данном контексте – это служение Родине, Отечеству и государству и развитие инфраструктуры на территории муниципального образования и стремлении быть полезным населению, народу. Н.А. Черных определяет такие «показатели в один блок при формировании управленческого резерва» [15, с. 241].

Для муниципальных служащих важным является видение целостности структуры и объема работы, согласованность инструментов для решения поставленных задач и моральных общечеловеческих норм и ценностей. Обязательным является знание истории, корней и традиции самобытности и самоидентичности народов, проживающих на территории муниципального образования.

Изучая источники, проведенные исследования, мы дополнили портрет муниципальных служащих, работающих в условиях XXI века развития Smart-технологий во всех сферах общества, для превращения своих МО в территории успеха и самодостаточности. Итак, такие качества, как проектная ориентация, проектное мышление, технологичность, визуализация информации.

Список литературы

1. Глазунова Н.И. Система государственного управления: учебник для вузов / Н.И. Глазунова.– М.: Юнити – Дана, 2012. – 551 с.

2. Голуб Г.Б., Обухов Р.В., Артамонов В.А. Профиль компетенций как инструмент в системе управления кадровым ресурсом и кадровым потенциалом муниципальной службы // в сборнике: Развитие института резерва управленческих кадров в субъектах Российской Федерации как вызов времени и эффективный инструмент совершенствования государственной кадровой политики. Сборник статей Межрегиональной научно-практической конференции (9 октября 2014 г., г. Самара). – Самара, 2014. – С. 27–35.

3. Гробер Е.М. Государственный маркетинг как инновационная компетенция на государственной службе // Апробация. – 2014. – № 8. – С. 93.

4. Дедкова И.Ф., Баранник Ю.А., Пашьян М.А. Моделирование компетенций персонала как важнейшее условие эффективной деятельности службы управления персоналом // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. – № 3. – С. 252–255.

5. Кудрявцева Е.И. Менеджмент компетенций в системе государственной гражданской службы // Управленческое консультирование. – 2013. – № 6 (54). – С. 22–31.

6. Методические рекомендации по установлению детализированных квалификационных требований к претендентам на замещение должностей муниципальной службы и муниципальным служащим, организации отбора и оценки на соответствие указанным требованиям // http://www.rosmintrud.ru/labour/public-service/120/ (дата обращения: 15.01.2017).

7. Методические рекомендации по разработке органами местного самоуправления городских округов и муниципальных районов Иркутской области планов мероприятий («дорожных карт») по развитию территорий муниципальных образований Иркутской области // https://www.google.ru/razvitie-municipalnyh-obrazovaniy%w (дата обращения: 04.01.2017).

8. Михайлова А.В. Корреляционная взаимосвязь между уровнем реализации социальных программ и устойчивость региона (на примере Республики Саха (Якутия) // European Social Science Journal. – 2016. – № 4. – С. 92–98.

9. Михайлова А.В., Алексеева И.А. Технологии совершенствования кадрового резерва муниципальной службы (на примере Верхоянского района Республики Саха (Якутия)) // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. – 2016. – № 1 (7). – С. 271–272.

10. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) № 455 от 26 декабря 2016 года «О проекте Стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) на период до 2030 года с определением целевого видения до 2050 года» // https://mineconomic.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/files/.pdf (дата обращения: 05.01.2017).

11. Селезнева Н.Т., Маланчук И.Г., Дьячук А.А. К проблеме психолого-акмеологических механизмов развития стратегического мышления руководителя // http://scjournal.ru/articles/issn_1993-5552_2007_5_86.pdf (дата обращения: 31.01.2017).

12. Сокол-Номоконов Э.Н., Савченко Н.Э. Проблема обеспечения муниципальной службы кадрами специальной компетенции // Муниципальная служба: правовые вопросы. – 2015. – № 3. – С. 10–13.

13. Федеральный закон «О муниципальной службе в Российской Федерации» от 02.03.2007 № 25-ФЗ (действующая редакция, 2016) // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66530/ (дата обращения: 05.01.2017).

14. Указ Главы Республики Саха (Якутия) «Об организации проектной деятельности в исполнительных органах государственной власти Республики Саха (Якутия)» 06 февраля 2017 года № 1719 // https://www.sakha.gov.ru/news/front/view/id/2716740 (дата обращения: 06.01.2017).

15. Черных Н.А. Модель компетенций как основополагающий подход при формировании резерва управленческих кадров государственной службы // В сборнике: Экономическая психология и поведенческая экономика в условиях глобальных социальных и экономических изменений Материалы Всероссийской научной конференции. – 2014. – С. 240–243.

УДК 331.5.024.5:311.21

СТАТИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ

[1,2]Парушина Н.В., [1,2]Лытнева Н.А., [1,2]Боброва Е.А., [3]Семиделихин Е.А.

[1]ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», Орёл;
[2]Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, Орёл,
e-mail: parushinan@mail.ru, ukap-lytneva@yandex.ru, bobrova77@bk.ru;
[3]Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области, Орёл, e-mail: j7-or@yandex.ru

Система образования за последние годы претерпела ряд кардинальных изменений, связанных с переходом на международные образовательные стандарты, расширением компетенций, которыми должен владеть сотрудник предприятия. Нововведения затронули процесс качественной подготовки специалистов и формирования базовых профессиональных основ человеческого капитала. Региональный рынок труда должен гибко реагировать на изменения среды образования, запросы работодателей, потребности сфер деятельности в человеческом капитале. Инструментом мониторинга ситуации на рынке труда и одновременно информационной основой управления человеческим капиталом, его потребностями является статистика и данные статистической выборки. Они позволяют своевременно контролировать тенденции и закономерности на рынке рабочей силы, прослеживать взаимосвязь подготовки кадров и их трудоустройства, определять степень насыщенности рынка труда специалистами с высшим и средним профессиональным образованием. В статье приводятся результаты исследования состояния образовательной среды, подготовки кадров и занятости в системе управления человеческим капиталом.

Ключевые слова: компетенции, образование, профессиональная деятельность, статистика, человеческий капитал

STATISTICS OF THE EDUCATION SECTOR IN THE SYSTEM OF HUMAN CAPITAL MANAGEMENT

[1,2]Parushina N.V., [1,2]Lytneva N.A., [1,2]Bobrova E.A., [3]Semidelykhin E.A.

[1]Orel State University of Economy and Trade, Orel;
[2]Central Russian Institute of Management, Branch of RANEPA, Orel,
e-mail: parushinan@mail.ru, ukap-lytneva@yandex.ru, bobrova77@bk.ru;
[3]Territorial authority of the Federal State Statistics Service of the Orel region, Orel, e-mail: j7-or@yandex.ru

The education system has undergone a number of cardinal changes in recent years, related to the transition to international educational standards, the expansion of competencies that the employee of the enterprise must possess. The innovations touched upon the process of qualitative training of specialists and formation of the basic professional bases of human capital. The regional labor market should respond flexibly to changes in the environment of education, employers' requests, the needs of spheres of activity in human capital. The tool for monitoring the situation in the labor market and at the same time the information basis for managing human capital, its needs, is statistics and data from a statistical sample. They allow you to timely monitor trends and patterns in the labor market, track the relationship of training and employment, determine the degree of saturation of the labor market by specialists with higher and secondary vocational education. The article presents the results of the study of the state of the educational environment, training of personnel and employment in the system of human capital management.

Keywords: competence, education, professional activity, statistics, human capital

В последние годы при расстановке приоритетов формирования эффективной системы управления важное внимание уделяется человеческому фактору, подбору и расстановке кадров, развитию профессиональной личности в соответствии с потребностями производства. Качественный уровень подготовки кадров во многом зависит от действующей системы образования, подлежащей в последние годы существенному реформированию. Изменения в сфере образования коснулись введения компетентностного подхода при воспитании и обучении личности, реализации многоуровневой системы образования, предусматривающей последовательное поступательное освоение определенного профессионального набора знаний, умений, навыков. Компетентностный подход основан на органичной взаимосвязи общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, которые воспитывают как человеческие, так и профессиональные качества. Каждый уровень организации образовательного процесса дополняет и расширяет набор компетенций и знаний человека, необходимых работодателю. В концепции устойчивого развития экономики и системы

управления человеческий капитал является базовым элементом совокупного капитала фирмы, создающим его стоимость и ценность для всех заинтересованных в управлении лиц. Однако между потребностями рынка труда и интересами людей в получении качественного и востребованного временем образования по-прежнему остаются диспропорции, которые обусловлены двумя основными причинами. Это трудности в получении высшего профессионального образования из-за излишне завышенных требований организации учебного процесса согласно образовательным стандартам и высокая дороговизна высшего образования в результате значительного сокращения количества бюджетных мест. Вместе с тем система образования, обеспечивающая воспроизводство трудовых ресурсов, должна ориентироваться на требования современного уровня развития экономики, а также на существующие количественные и качественные потребности регионального рынка труда. В этой связи необходим всесторонний статистический анализ и мониторинг состояния и тенденций организации образовательного процесса, потребностей в рабочих и управленческих профессиях, соотношения между спросом и предложением на рабочую силу, для принятия своевременных и действенных решений по управлению кадровым обеспечением в регионе.

Проанализировав распределение уровней образования за последние пятьдесят лет, можно заметить наличие выраженной тенденции смещения приоритетов в сторону высшего образования (рис. 1) [6, 7].

В 2000-е гг. продолжилась и достигла своего пика в 2011 г. тенденция, начавшаяся ещё в 1990-х гг., связанная с переходом к «массовому» высшему образованию.

За период с 1991 по 2011 г. количество образовательных организаций высшего образования увеличилось с 514 до 1115, а численность студентов с 2,8 млн до 7 млн человек (табл. 1) [6, 7].

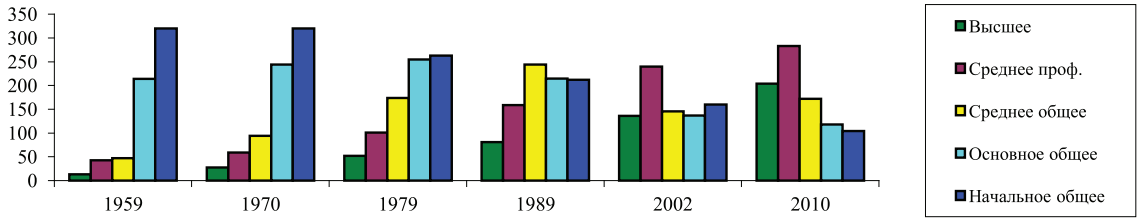


Рис. 1. Уровень образования населения на 1000 человек (по данным переписей населения)

Таблица 1

Образовательные организации высшего образования

Начало учебного года	Общее количество вузов	Государственные и муниципальные вузы	Негосударственные вузы	Общая численность студентов (тысяч человек)
1991	514	514	0	2824,5
1995	762	569	193	2790,7
2000	965	607	358	4741,4
2001	1008	621	387	5426,9
2002	1039	655	384	5947,5
2003	1044	652	392	6455,7
2004	1071	662	409	6884,2
2005	1068	655	413	7064,6
2006	1090	660	430	7309,8
2007	1108	658	450	7461,3
2008	1134	660	474	7513,1
2009	1114	662	452	7418,8
2010	1115	653	462	7049,8
2011	1080	634	446	6490
2012	1046	609	437	6073,9
2013	969	578	391	5646,7
2014	950	548	402	5209,0
2015	896	530	366	4766,5

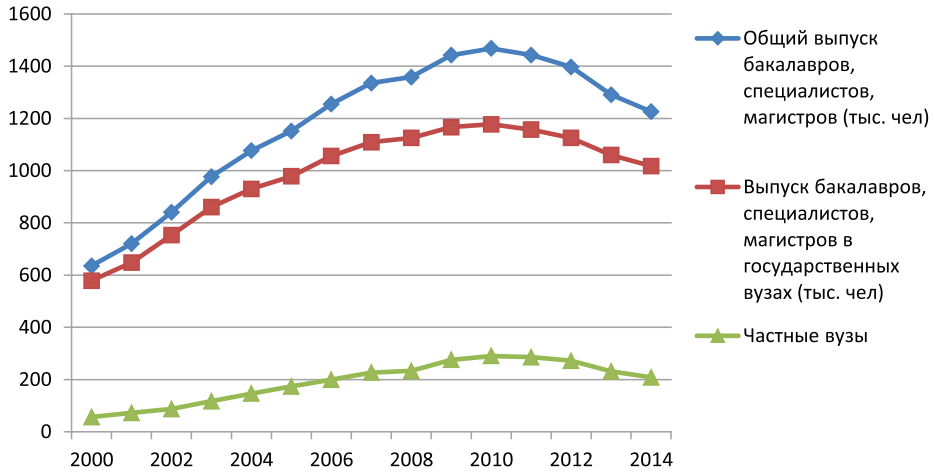


Рис. 2. Численность выпускников бакалавриата, специалитета, магистратуры по типам вузов (2000–2014 гг., тысяч человек)

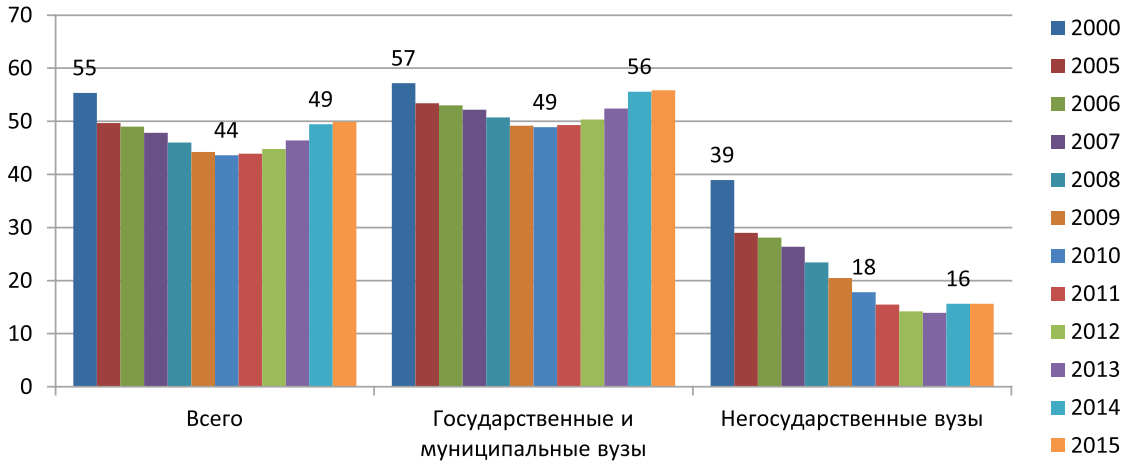


Рис. 3. Доля выпускников, обучающихся на очной форме обучения в общей численности выпускников по типам вузов (2000; 2005; 2010–2015 гг., %)

Экспансия высшего образования происходила в основном за счёт увеличения количества негосударственных вузов и численности студентов заочной формы обучения.

Увеличение количества вузов и их филиалов, а также изменение контингента студентов (в процесс получения высшего образования вовлекается всё больший процент выпускников школ, в том числе на заочную форму обучения) не позволяет поддерживать высокие стандарты качества образования во всех учреждениях. Таким образом, массовое высшее образование приводит, как правило, к существенной дифференциации образования по качеству, что значительно насыщает рынок труда в кадрах управленческих профессий и приводит к избытку кадров высокой специализации [1, 2]. Массовизация высшего образования привела к резкому увеличению численности выпускников вузов. Рынок труда значительно пополнился выпускниками вузов, обладающими формально высоким уровнем квалификации, которые не были востребованы работодателями и создали напряженную ситуацию на рынке занятости. За период с 2000 по 2010 г. общая численность выпускников увеличилась с 635 тысяч до 1442 тысяч человек, после 2011 г. наблюдалось снижение численности выпускников до 1226 тысяч человек (рис. 2) [6, 7].

Лишь с 2011 г. начался перелом тренда массового бума высшего образования, когда наметилась динамика снижения количества вузов и численности студентов. Данные изменения, с одной стороны, связаны с ужесточением образовательной политики Министерства образования и науки РФ относительно качества высшего образования, лицензирования и аккредитации вузов. С другой стороны, они вызваны объективными демографическими процессами, связанными со снижением доли молодёжи в численности населения [3–5]. Из всей численности выпускников, в среднем около 80% приходится на государственные вузы и 20% – на частные учебные заведения. Доля выпускников государственных вузов снизилась с 90% в 2000 г. до 80–82% в 2012–2014 гг. После 2011 г. наблюдалось снижение численности выпускников по всем типам вузов (рис. 2).

На протяжении 2000-х гг. устойчиво сокращалась доля выпускников, обучающихся на очной форме обучения (рис. 3). В государственных вузах доля выпускников очной формы обучения выше, чем в негосударственных вузах. В среднем доля выпускников очной формы обучения снижалась с 2000 г. до 2011 г., затем в государственных вузах процентное соотношение восстановилось. При этом в негосударственных вузах доля выпускников очной формы обучения за указанный период снизилась более чем в 2 раза (с 39 до 16%) (рис. 3) [6, 7].

На протяжении 2000-х гг. происходила постепенная адаптация двухуровневой системы обучения – «бакалавриат – магистратура», в результате в 2013 г. диплом бакалавра получили 9,3% выпускников, диплом магистра – 4,4%, большинство студентов окончили вуз, получив диплом специалиста – 86% (табл. 2) [6, 7].

Таблица 2

Доля выпускников вузов по уровню полученных дипломов

Год	Выпуск: всего, тыс. чел.	Получили диплом бакалавра, %	Получили диплом специалиста, %	Получили диплом магистра, %	Получили диплом о неполном высшем образовании, %
2005	1151,6	7,3	91,3	1,0	0,4
2006	1255,0	7,0	91,6	1,0	0,5
2007	1335,5	7,4	90,8	1,1	0,6
2008	1358,5	7,3	90,8	1,2	0,7
2009	1442,3	8,6	89,3	1,4	0,7
2010	1467,9	8,6	89,0	1,8	0,5
2011	1442,9	8,8	88,1	2,6	0,5
2012	1397,2	9,2	87,2	3,2	0,4
2013	1291,0	9,3	86,3	4,4	0
2014	1226,2	17,5	76,3	6,2	0

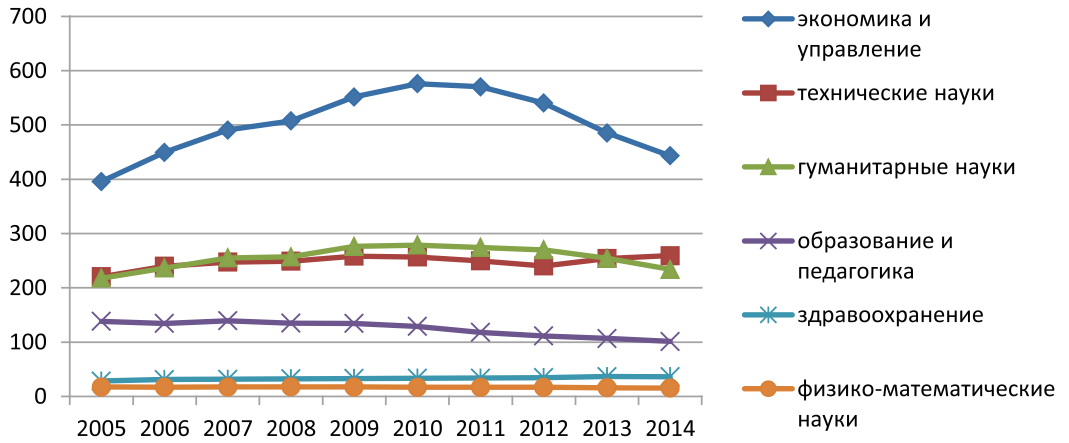


Рис. 4. Динамика численности выпускников по отобранным группам специальностей и направлений подготовки (2005–2014 гг., тысяч человек)

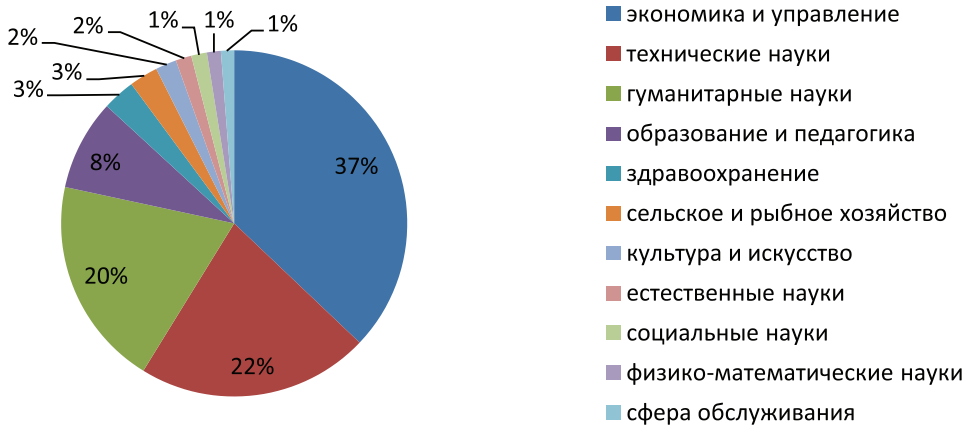


Рис. 5. Доля выпускников по группам специальностей и направлениям подготовки (2014 г., %)

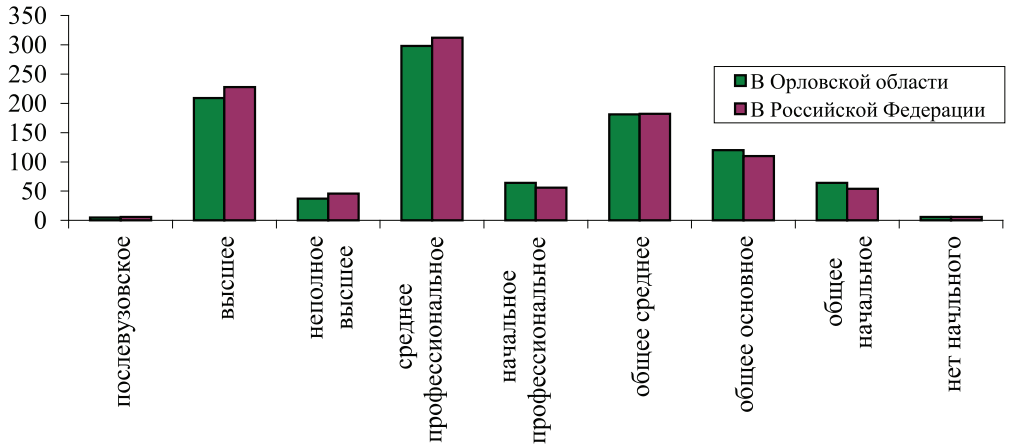


Рис. 6. Уровень образования населения в РФ и регионе (на 1000 человек) за 2015 г.

В период с 2000 по 2010 г. самой массовой специальностью выпуска являлась экономика и управление, по которой наблюдался быстрый прирост численности выпускников (с 391 тысячи в 2005 г. до 574 тысяч в 2010 г.), однако затем произошёл «перелом» тренда, и происходило снижение численности выпускников-экономистов (рис. 4). За рассматриваемый период увеличился выпуск специалистов в области технических, гуманитарных наук, здравоохранения. Снизился выпуск специалистов в области образования и педагогики, практически не изменился выпуск по физико-математическим специальностям (рис. 4) [6, 7].

По состоянию на 2014 г., наиболее «популярной» группой специальностей попрежнему оставалась «экономика и управление», по которой получили дипломы 37% выпускников. Ещё 22% выпускников получили дипломы по техническим наукам, 20% – в области гуманитарных наук (рис. 5). Достаточно большой выпуск также наблюдался по специальности образование и педагогика (8%), здравоохранение (3%), сельское и рыбное хозяйство (3%), культура и искусство (2%), естественные науки (2%) [6, 7].

Сравнивая распределение уровней образования населения в Орловской области и по стране, можно заключить, что они имеют примерно одинаковое соотношение (рис. 6) [6–8].

Современная реформа системы образования достигла цели увеличения численности занятого населения со средним профессиональным образованием по видам экономической деятельности, что подтверждают статистические данные 2015 г. (табл. 3) [8].

Таблица 3

Распределение численности занятых в экономике Орловской области по видам экономической деятельности и уровню образования в 2015 г.

Вид экономической деятельности	Уровень образования (в среднем за год; в процентах)			
	высшее	среднее профессиональное	среднее общее	основное общее
Всего в экономике	32,8	49,9	14,2	3,1
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	13,5	50,6	24,5	11,2
Добыча полезных ископаемых	39,3	53,1	7,5	–
Обрабатывающие производства	20,9	59,5	18	1,7
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	26,7	55,3	14,4	3,7
Строительство	20,1	61,1	15,3	3,5
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	32,3	52,6	13,1	2
Гостиницы и рестораны	13,6	64,1	16,3	5,7
Транспорт и связь	23,2	58,5	15	3,2
Финансовая деятельность	66,7	27,8	5,5	–
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	38,2	43,5	15,4	2,9
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	63,2	24,4	11,6	0,9
Образование	58,9	30,9	7,6	2,5
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	30,2	59,2	9,1	1,5
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	34	55,5	9,8	0,6

Среди видов экономической деятельности по преобладанию численности персонала с высшим образованием выделяются сферы финансовой деятельности, государственного управления и непосредственно образования, что обусловлено особенностями кадровой политики в данных профессиональных сферах.

Таким образом, статистика подтверждает общие тенденции и пропорции развития образовательной сферы как инфраструктурного компонента формирования эффективной системы кадрового управления в регионе и организации.

Список литературы

1. Инновационные направления профессионального образования экономистов для малого предпринимательства // Лытнева Н.А., Парушина Н.В., Боброва Е.А., Илюхина Н.А., Круцких И.Л., Тюхова Е.А. Под общей редакцией доктора экономических наук, профессора Лытневой Н.А. – Орел, 2011.

2. Лытнева Н.А.Система образовательных индикаторов для повышения уровня профессиональных компетенций экономистов в малом предпринимательстве // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2012. – № 1 (5). – С. 109–113.

3. Лытнева Н.А., Парушина Н.В. Компетентностный подход в подготовке профессиональных экономистов для малого предпринимательства // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25719

4. Парушина Н.В. Методология экономического анализа развития субъектов малого и среднего бизнеса: практическая реализация и профессиональная подготовка кадров // Вестник ОрелГИЭТ. – 2011. – № 3 (17). – С. 3–9.

5. Парушина Н.В., Бутенко И.В. Статистическая оценка дифференциации регионов Центрального федерального округа по уровню демографического развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2010. – № 3. – С. 45–49.

6. Российский статистический ежегодник. 2015: Стат. сб. / Росстат. – М., 2015. – 728 с.

7. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат. сб. / Росстат. – Р76 М., 2016 – 725 с.

8. Статистический ежегодник. Орловская область 2010–2015 гг. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://orel.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/orel/resources/3fcf400049b9853faae5eaf2e93b570e/ %D1 %81 %D0 %B1 %D0 %BE %D1 %80 %D0 %BD %D0 %B8 %D0 %BA+2015.pdf.

УДК 338.439.6

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ВСТУПЛЕНИЯ РОССИИ В ВТО НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОНОМИКИ РФ И РАЗВИТИЕ ЕЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Попов В.В., Цыпин А.П.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: popovvv1@ya.ru

В данной научной работе проведено эконометрическое моделирование влияния результатов от вступления России в ВТО на эффективность развития экономики Российской Федерации, а также на динамику основных показателей ее экономического потенциала. Выдвинута рабочая гипотеза исследования, состоящая в том, что при вступлении РФ в ВТО количественному изменению подверглись определенные категории количественных показателей. Проведен значительный литобзор мнений российских и зарубежных ученых на предмет развития экономического потенциала страны и основных показателей, его характеризующих. Предложены основные показатели развития экономического потенциала страны и факторы, характеризующие изменение внутреннего курса экономики вследствие вступления России в ВТО. На основе данных мер построены эконометрические модели, отобраны значимые из них и предложены сценарии для развития экономического потенциала страны вследствие членства в ВТО.

Ключевые слова: таможенная статистика, экономический потенциал, внешняя торговля, ВТО

ECONOMETRIC MODELS DEVELOPMENT IMPACT OF RUSSIA'S ACCESSION TO WTO ON THE EFFICIENCY OF THE RUSSIAN ECONOMY AND DEVELOP ITS ECONOMIC POTENTIAL

Popov V.V., Tsypin A.P.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg, e-mail: popovvv1@ya.ru

This scientific work carried out econometric modeling of the impact of the results of Russia's accession to the WTO on the efficiency of the Russian economy, as well as the dynamics of the main indicators of its economic potential. It puts forward a working hypothesis of research, consisting in the fact that the accession of Russia to the WTO, quantitative change undergone certain categories of quantitative indicators. Considerable litobzor opinions of Russian and foreign scientists for the development of the economic potential of the country and the main indicators characterizing it. The basic indicators of development of the country's economic potential and the factors that characterize the change in the internal rate of the economy as a result of Russia's WTO accession. On the basis of these measures are constructed econometric models, selected significant of them and proposed scenarios for the development of the economic potential of the country as a result of WTO membership.

Keywords: customs statistics, economic potential, foreign trade, WTO

В настоящее время происходит процесс интеграции России в мировые сообщества и союзы, основанные как на региональной, так и на экономико-политической близости стран-участниц. При этом, как показывает исторический опыт, далеко не всегда подобные процессы происходят безболезненно для страны. В случае РФ процессы подготовки к вступлению в ВТО и ЕАЭС начались еще в 2000-х гг., и предполагалось, что участие в обеих региональных группировках не будет носить взаимоисключающего характера. Цель участия была одна – обеспечить выход российских товаров на внешние рынки и последующую их конкурентоспособность по отношению к зарубежным товарам. Переквалификация России из наблюдателя в полноценного участника в формате ВТО предполагала, что наряду со снижением ставок вывозных таможенных пошлин российские товары получат выход на мировой рынок, с перспективой найти и занять свою нишу. Однако на деле никаких «бонусов» Россия пока не получает, кроме вышеупомянутых сниженных ставок таможенных пошлин и увеличенной открытости внутреннего рынка перед зарубежными товарами.

Цель исследования

Основной целью настоящей статьи можно считать проведение комплексного анализа на основе существующих собственных научных работ, а также критического обзора работ сторонних авторов в части моделирования оценки влияния вступления России во Всемирную торговую организацию, а также членство в ЕАЭС.

Материалы и методы исследования

Основной рабочей гипотезой проводимого нами исследования является допущение того, что при вступлении РФ в ВТО количественному изменению подверглись следующие категории: производство ос-

новных продуктов питания, а также его импорта в РФ (молоко и мясо), реальные доходы населения, его покупательная способность, а также экспорт зерна из РФ. В качестве итогового показателя, характеризующего экономический потенциал РФ, можно предложить валовой внутренний продукт, инвестиции в уставный капитал, доходы федерального бюджета, объем национального богатства.

В связи с использованием стоимостных показателей и их подверженности инфляционным процессам, а следовательно, значительной несопоставимости уровней во времени, период исследования составляет 8 лет: 2008–2015 гг.

В ходе исследования были применены методы корреляционно-регрессионного анализа, эконометрического моделирования, сводки и группировки данных.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проработки данной темы коллектив авторов изучил мнения российских и зарубежных ученых, высказанные в научных публикациях, относящихся к интеграции России в Евразийский экономический союз и ВТО, с целью более глубокого понимания состояния в данном аспекте. Результатом стало отражение мнения авторов в ряде публикаций в открытой печати. Так, в частности, в работе [9] был проведен литературный обзор относительно вступления России в ВТО с выделением плюсов и минусов данного процесса. Например, Т.Ю. Сидорова и Э.А. Павельева в своем труде «Перспективы создания общего экономического пространства между Таможенным союзом и ЕС» придерживаются той позиции, что усиленное взаимодействие между ЕАЭС, Россией и Европейским союзом приведет к созданию лучших условий в части развития их экономик [6].

Надо отметить, что ряд ученых проводил анализ лишь некоторых аспектов функционирования ВТО и ЕАЭС с участием России. В.А. Горячев рассматривал механизм применений разновидностей особых таможенных пошлин некоторых стран ЕС и ЕАЭС [2]; С.А. Дроздова рассмотрела историю создания Евразийского экономического союза с учетом России в целом [3]; Г.В. Башлаков и О.С. Башлаков поднимают вопросы, связанные с выявлением проблем, а также разработкой перспективных вариантов развитий Евразийского экономического союза [1].

Что касается развития экономического потенциала страны, то в некоторых авторских исследованиях коллектив авторов также подробно останавливался на этом. Так, в публикации «Эконометрическое моделирование влияния внешнеторговых товаропотоков на развитие экономического потенциала субъектов Российской Федерации» [10] рассмотрены работы ряда зарубежных ученых по данному вопросу.

Например, Л.Г. Матвеева и В.В. Матыцын в работе «Модель системной динамики управления экономическим потенциалом регионального агропромышленного кластера» [5] рассматривают формирование экономического потенциала региона на основе деятельности предприятий агропромышленной направленности.

Т.В. Кушнаренко в работе «Типологизации территорий регионов по экономическому потенциалу хозяйственных укладов» рассматривает структуру экономического потенциала как совокупность следующих элементов: технологический потенциал, трудовой потенциал, инвестиционный потенциал и потенциал организационно-управленческих взаимодействий [4].

Также следует отметить, что экономический потенциал рассматривают вкупе с социальным потенциалом, образуя промежуточную категорию «социально-экономический потенциал». Так, Ю.С. Положенцева в работе «Формирование инновационных стратегий кластерных образований на основе управления социально-экономическим потенциалом территорий» делает заключение, что «…основными факторами, влияющими на социально-экономический потенциал региона, являются уровень жизни населения, уровень развития социальной сферы, уровень развития производства, малого предпринимательства (во всех сферах экономики), бюджетно-финансовый уровень, уровень инвестиционной привлекательности, уровень демографического развития» [8].

Также проблема формирования экономического потенциала попадала под пристальное внимание ряда зарубежных ученых, рассмотрены в работе «Моделирование влияния динамики структуры взаимной торговли на развитие экономического потенциала Российской Федерации» [7].

Среди множества публикаций, посвященных разрабатываемой теме, стоит выделить работы ряда зарубежных авторов, в рамках которых были предприняты попытки взаимоувязки развития экономического потенциала страны вкупе с состоянием внешней торговли и таможенного дела [12–15].

Учитывая значимость исследования в эпоху продолжающихся международных преобразований, сопровождающихся нестабильностью на политической арене с участием России, развитие ее экономического потенциала с учетом вышеназванных условий приобретает особый смысл. Поэтому будем придерживаться системы показате-

лей формирования экономического потенциала страны, основанной на предыдущих работах коллектива авторов [7, 9–11], с учетом рассмотренных ранее позиций российских ученых-экономистов.

Любое статистическое исследование целесообразно начинать с определения системы показателей, посредством анализа которой будут получены значимые результаты.

Считаем, что основным показателем, на котором отражается вступление России в ВТО, является ее экономический потенциал, в связи с этим можно предложить следующую систему показателей (рисунок).

Нами были выбраны факторы и сгруппированы по принципу разделения зависимых и независимых величин. В качестве зависимых величин (результирующих показателей) были выбраны показатели эффективности российской экономики, характеризующие экономический потенциал, которые, по мнению авторов, наиболее полно могут характеризовать развитие экономического потенциала нашей страны с учетом ее интеграционных связей в современных условиях. Что касается факторов (независимых переменных), то здесь были предложены основные показатели, которые, на наш взгляд, могут существенно измениться в условиях членства России в ВТО (в основном это сельскохозяйственная направленность, однако есть также показатели доходов населения).

Анализ публикаций по теме исследования приводит нас к выводу, что в качестве итогового показателя состояния экономического потенциала страны можно рассматривать национальное богатство, которое складывается из совокупности основных фондов, человеческих ресурсов и природных ресурсов.

Если говорить о состоянии внутреннего производства данных товаров, то следует сравнивать следующие «пары» показателей: экспорт зерна из РФ – производство мяса в РФ; ВВП – реальные доходы населения и т.д. Как было замечено ранее, данные показатели являются наиболее чувствительными к процессу членства России в ВТО и ЕАЭС, поскольку связаны с внешней торговлей основных категорий товаров.

На первом этапе исследования следует провести выявление первичных показателей зависимости результативных переменных от факторов, посредством использования корреляционных матриц. Результаты представим ниже.

Следует сказать, что теснота связи в виде коэффициента корреляции между вышеуказанными величинами наблюдается очень высокая, более 0,9, поэтому следует выбрать наиболее значимый показатель развития экономики, и на основе него произвести факторный анализ. Таким показателем будем считать национальное богатство (табл. 2).

Так как параметры при переменных X2 и X3 статистически не значимы, в итоговом уравнении регрессии оставим лишь один фактор – «Производство мяса в РФ»:

$$Y = – 156377 + 39{,}01*X1.$$

Выявлено, что полученная модель значима по t и F критериям, следовательно, она может быть пригодна для прогнозирования.

Предположительные факторы-результаты вступления РФ в ВТО

- Производство молока, тыс. тонн
- Импорт молока, тыс. тонн
- Среднедушевые денежные доходы населения, рублей в месяц
- Средняя номинальная заработная плата, рублей в месяц
- Экспорт пшеницы из РФ, млн тонн
- Валовый сбор зерна, млн тонн
- Производство мяса в РФ, тыс. тонн
- Импорт мяса в РФ, тыс. тонн

Показатели эффективности российской экономики, характеризующие экономический потенциал

- ВВП, млрд рублей
- Доходы федерального бюджета, млрд руб.
- Инвестиции в уставный капитал, млрд руб.
- Национальное богатство, млрд руб.

Система наиболее чувствительных показателей, подверженных изменению при вступлении РФ в ВТО

Таблица 1

Результаты первичной оценки выбора значимых факторов последствий вступления РФ в ВТО на развитие основных показателей экономики страны

Показатели состояния и развития экономического потенциала страны	Факторные величины
Y1 – ВВП, млрд руб. Y2 – Доходы федерального бюджета, млрд руб. Y3 – Инвестиции в уставный капитал, млрд руб. Y4 – Национальное богатство, млрд руб.	X1 – Производство мяса в РФ, тыс. тонн X2 – Среднедушевые денежные доходы населения, рублей в месяц X3 – Средняя номинальная заработная плата, рублей в месяц

Таблица 2

Итоги параметров регрессионной модели со всеми регрессорами

	B	Стандартная ошибка B	t(4)-статистика Стьюдента	p-уровень значимости
Свободный член	575857,80	202347,60	2,85	0,05
X1	– 189,10	63,10	– 3,00	0,04
X2	12,20	5,10	2,38	0,08
X3	33,50	12,10	2,76	0,05
Примечание. $R = 0,993$; $R^2 = 0,985$; $F(3,4) = 90,228$				

Таблица 3

Предсказанные значения показателя национального богатства в 2016 г. при условии роста производства мяса в РФ

	B-Веса (значение коэффициента при независимой переменной)	Значение	B-Веса – * знач. (значение коэффициента при независимой переменной, умноженное на значение X)
X1	39,07855	10000,00	390785
Св. член			– 156377
Предсказанные			234408
– 95,0% ИС			209552
+ 95,0% ИС			259264

Предположив, что в 2016 г. производство мяса в РФ возрастет до 10000 тыс. тонн (при допущении, что показатель будет расти), получим следующие результаты прогноза:

Видим, что с вероятностью 95% величина национального богатства РФ попадет в диапазон от 209552 млрд руб. до 259264 млрд руб., что является благоприятным развитием событий.

Выводы

Не последнюю роль в развитии экономического потенциала страны играет здоровье работоспособного населения России. Поскольку новый политический курс должен строиться в максимальном отказе от иностранных товаров в пользу российских, то сфера продовольствия наиболее чувствительна в данном вопросе. Логика проста: нет здорового сытого работоспособного населения – нет экономического роста внутри страны, за счет ее собственных сил. И одним из важнейших показателей роста национального благосостояния и экономического потенциала страны является величина обеспечения населения собственными продуктами питания. Выдвинутая авторами гипотеза (в том числе и построенные прогнозные модели) подтвердилась, что на величину экономического потенциала страны могут оказывать влияние результаты членства России в ВТО, тем самым дает основания сделать вывод о необходимости стимулирования развития отечественного сельского хозяйства для стабильности развития государства и укрепления его экономического потенциала.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ. Грант № 15-32-01291.

Список литературы

1. Башлаков Г.В., Башлакова О.С. Таможенный союз России, Беларуси и Казахстана: проблемы и перспективы /

Г.В. Башлаков, О.С. Башлакова // Проблемы безопасности российского общества. – 2014. – № 1. – С. 66–75.

2. Горячев В.А. Анализ применения особых пошлин в таможенном союзе и Европейском союзе / В.А. Горячев // Ученые записки Санкт-Петербургского им. В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. – 2013. – № 3. – С. 129–149.

3. Дроздова С.А. Таможенный союз, Единое экономическое пространство, Евразийский экономический союз: историко-правовой аспект этапов интеграции /С.А. Дроздова // Таможенное дело. – 2013. – № 1. – С. 2–4.

4. Кушнаренко Т.В. Типологизации территорий регионов по экономическому потенциалу хозяйственных укладов / Т.В. Кушнаренко // Крымский научный вестник. – 2015. – № 4–1. – С. 124–138.

5. Матвеева Л.Г., Матыцын В.В. Модель системной динамики управления экономическим потенциалом регионального агропромышленного кластера / Л.Г. Матвеева, В.В. Матыцын // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2006. – № 17 (72). – С. 245–249.

6. Павельева Э.А., Сидорова Т.Ю. Перспективы создания общего экономического пространства между Таможенным союзом и ЕС / Э.А. Павельева, Т.Ю. Сидорова // Сибирский юридический вестник. – 2014. – № 1. – С. 107–114.

7. Панкова С.В., Попов В.В. Моделирование влияния динамики структуры взаимной торговли на развитие экономического потенциала Российской Федерации / С.В. Панкова, В.В. Попов // Экономический анализ: теория и практика. – 2016. – № 12. – С. 4–13.

8. Положенцева Ю.С. Формирование инновационных стратегий кластерных образований на основе управления социально-экономическим потенциалом территорий / Ю.С. Положенцева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2011. – № 2. – С. 68–75.

9. Попов В.В. Россия, Всемирная торговая организация и Евразийский экономический союз: ретроспективный анализ правовых и внешнеэкономических аспектов деятельности / В.В. Попов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – № 45 (330). – С. 44–54.

10. Попов В.В., Цыпин А.П. Эконометрическое моделирование влияния внешнеторговых товаропотоков на развитие экономического потенциала субъектов Российской Федерации / В.В. Попов, А.П. Цыпин // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 12–3 (65–3). – С. 391–394.

11. Цыпин А.П. Влияние состояния промышленности на продовольственную безопасность региона / А.П. Цыпин // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2016. – Т. 5, № 3 (16). – С. 209–211.

12. Wang Zh.K. Join the club: China and the World trade organization / Zh.K. Wang // World Today. – 2001. – Vol. 57. – № 10. – P. 26–27.

13. Deckers W. China, globalisation and the World trade organization /W. Deckers // Journal of Contemporary Asia. – 2004. – Vol. 34. – № 1. – P. 102.

14. Petersmann E.U. The transformation of the world trading system through the 1994 agreement establishing the world trade organization / E.U. Petersmann // European Journal of International Law. – 1995. – Vol. 6. – № 1. – P. 161.

15. Ruggiero R. The world trade organization: three priorities /R. Ruggiero// World Trade Review. – 2005. – Vol. 4. – № 3. – P. 355–357.

УДК 330.4

ПОСТАНОВКА ОБЩЕЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВОЙ СЕТИ

Собко Э.О.

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (РЭУ им. Г.В. Плеханова), Москва, e-mail: mr.eddi.13@gmail.com

В статье исследуется эффективность логистики предприятия розничной торговой сети. Задачи оптимизации управления запасами предприятия, планирования перевозок и маршрутов доставки рассматриваются как независимые, в результате чего зачастую общие затраты на логистику не минимальны. Целью работы является изучение постановки задачи общей оптимизации логистики предприятия розничной торговой сети. Методологическую базу исследования составили анализ и синтез как общелогические методы научного познания, а также моделирование и формализация как методы теоретического познания. В работе также использовались метод потенциалов и симплекс-метод, метод ветвей и границ. В результате работы была доказана неэффективность подхода к оптимизации логистики рассматриваемого предприятия по отдельным направлениям логистической деятельности. Определены критерии оптимизации поставленной задачи, а также смоделирована её целевая функция при оптимизации по критерию минимальных издержек. Для задачи изложенного типа проведен анализ факторов, влияющих на итоговое решение в разрезе сегментов логистики рассматриваемого предприятия. По результатам работы можно сделать вывод об актуальности поиска методов решения общей задачи оптимизации логистики рассматриваемого предприятия. Кроме того, можно предположить, что полученный метод решения не удастся формализовать в виде математических функций и неравенств.

Ключевые слова: логистика, общая задача, оптимизация, логистическая модель

FORMULATION OF COMMON OPTIMIZATION PROBLEM OF RETAIL CHAIN LOGISTICS

Sobko E.O.

Russian Economic University, named G.V. Plehanov (REU of G.V. Plehanov), Moscow, e-mail: mr.eddi.13@gmail.com

The paper investigates the efficiency of retail chain logistics. Inventory management optimization problems, transport planning and delivery routes are considered like independent as a result, general logistics costs are often not minimal. The aim is to study the formulation of the problem overall optimization of retail chain logistics. The methodological base of the research was the analysis and synthesis as general-logical methods of scientific knowledge, and modeling and formalization as methods of theoretical knowledge. The paper also used the method of potentials, simplex method, and branch and bound method. As a result of investigating there has been proven inefficiency of approach to optimizing logistics enterprise reporting in certain areas of logistics activities. The optimization criteria of investigating problem have identified, and there have been modeled objective function in the optimization criteria of minimal costs. For the problem of the above type there has been analysis of factors influencing the final decision in the context of the reporting segments of enterprise logistics. According to the results, there is relevance of search methods for solving the problem of optimizing the overall logistics of the enterprise under consideration. In addition, it can be assumed that the resulting method of solution may not be formalized in the form of mathematical functions, and inequalities.

Keywords: logistics, common task, optimization, logistic model

Общеизвестным является факт, что логистические издержки составляют значительную долю добавленной стоимости конечного продукта. Предприятия стараются снизить свои издержки и повысить эффективность операционной деятельности [3, с. 11].

С другой стороны, в процессе развития бизнес претерпел множество изменений, а бизнес-процессы стали более сложными. Исключением не стала и логистическая структура предприятий. В связи с этим не теряет актуальности поиск решения задачи снижения общих логистических издержек предприятия с учетом происходящих в нем изменений [2, с. 8].

1. Предприятие розничной торговли

Рассмотрим предприятие розничной торговли в структуре, в которого присутствуют:

● Поставщики. Доставка грузов поставщиков на склады предприятия осуществляется за счет поставщика и включена в стоимость заказа.

● Склады. Склады имеют зону приемки, зону хранения, зону комплектации и зону отгрузки. При этом товарный ассортимент на складах может отличаться. Склады могут как принадлежать предприятию, так и арендоваться в крупных логистических центрах.

● Транспорт. Доставка на магазины предприятия осуществляется транспортными средствами – грузовыми автомобилями. Рассматриваемое предприятие осуществляет доставку как средствами собственного грузового автопарка, так и посредством аутсорсинга. Грузоподъемность и грузовместимость используемых транспортных

средств различается как в собственном автопарке, так и в автопарке подрядчиков [6, с. 17–18].

● Подрядчики. Для доставки товаров на магазин предприятие может пользоваться услугами нескольких подрядчиков [7, с. 35–40].

● Магазины. Предприятие осуществляет торговлю посредством большого количества магазинов. Формат магазинов может различаться, что означает наличие различий в ассортименте представленных в нем товарных позиций.

● Потребители. С точки зрения логистической сети, разумеется, потребители не участвуют в процессах снабжения, приемки, хранения и распределения товаров, однако они формируют спрос, который обуславливает заказы магазинов на доставку товаров и, естественно, количество этих товаров.

Приблизительная схема рассматриваемого предприятия представлена на рис. 1.

Логистика рассматриваемого розничного предприятия включает в себя следующие сегменты логистической деятельности:

● Логистика снабжения
● Складская логистика
● Транспортная логистика

2. Парадигмы логистики

Общеизвестно, что развитие логистики сопровождалось сменой парадигм, первой из которых была функциональная парадигма. В её рамках оптимизация затрат на логистику была локальной. К примеру, поиск наилучшего объема запасов склада проводился без учета ценовой политики поставщиков и параметров используемого транспорта. Математический аппарат применяемый для решения рассматриваемых в рамках данной парадигмы задач, задач по сути изолированных, стал классикой.

Для решения задач транспортной логистики применялись:

– Задача коммивояжера, для оптимизации маршрутов доставки грузов.

– Транспортная задача, для оптимизации набора доставок покупателю.

Для решения задач складской логистики применялись:

– Задача управления запасами.

– Теория массового обслуживания.

С середины 1980-х гг. в мире утвердилась идея, толчок которой дали работы Майкла Портера: целостное рассмотрение и оптимизация цепей деятельности (цепей создания ценностей) на практике приводит к лучшим результатам, чем изолированная оптимизация таких областей, как снабжение, производство, хранение, распределение [1, с. 43].

На смену функциональной парадигме пришла ресурсная. В рамках данной парадигмы логистическая система рассматривается с точки зрения принципа общих затрат. Иными словами, в рамках одной логистической цепи происходит поиск компромиссов в части затрат. Период распространения ресурсной парадигмы логистики в мире охватывает 1980–2000-е гг., продолжаясь во многих странах и организациях бизнеса и по настоящее время [1, с. 33].

Инновационная парадигма логистики стала дальнейшим логическим продолжением ее эволюции в разрезе передовой концепции Supply Chain Management (Управление цепями поставок) [8, с. 10].

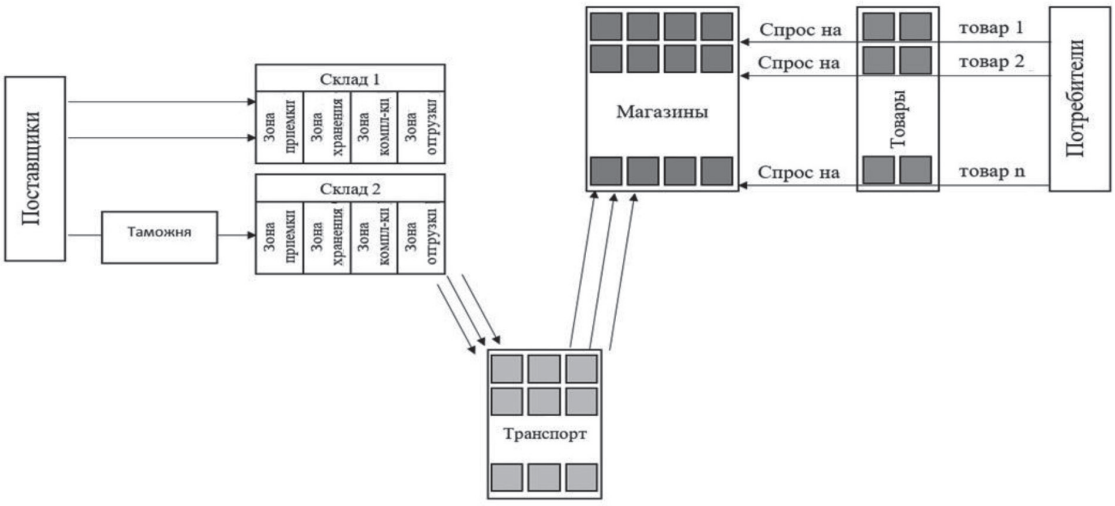


Рис. 1. Схема розничного предприятия

С точки зрения математических моделей и методов, используемых для решения задач оптимизации, переход к данной парадигме означает, что оптимизация практических задач будет в большей части проводиться посредством компьютерных ресурсов. Для поиска оптимальных решений в ЭВМ на вход требуется подать 3 элемента:

- критерии;
- алгоритм;
- входные данные.

Естественно, что общая задача является многокритериальной и получить решение, оптимальное по всем критериям, можно далеко не всегда, потому что критерии зачастую находятся в обратной зависимости. Для решения таких задач уже разработаны методы, которые либо сводят задачу к задаче с одним критерием, либо решаются методами, не использующими этот прием. Ввиду общеизвестности данных методов в рамках данной статьи они рассматриваться не будут.

Любая математическая модель может быть представлена в виде алгоритма. Однако обратное утверждение неверно. В связи с этим модель минимизации общих логистических издержек, как правило, может и не быть поставлена в виде задачи математического программирования.

Третьим элементом, необходимым для решения исходной задачи, являются входные данные, которые обуславливаются рассматриваемой моделью предприятия, а также детализацией изучаемого набора факторов, влияющих на суммарные логистические издержки компании.

3. Критерии

Первым, но далеко не единственным критерием оптимизации логистики розничного предприятия, естественно, можно назвать минимизацию операционных издержек. Исходя из классификации логистики предприятия по сегментам получим следующую целевую функцию:

$$C_{\text{снаб}} + C_{\text{скл}} + C_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^{n} C_i \to mind, \qquad (1)$$

где C_i – логистические издержки вида i.

Однако данный вид детализации издержек нельзя назвать подробным. В частности, транспортная логистика решает вопросы связанные с организацией доставки товаров и других материальных ценностей из пункта отправки в пункт назначения. В связи с этим в ведение транспортной логистики попадает задача оптимизации маршрутов доставки товара, загрузки транспортного средства (далее ТС), определения склада отправителя для магазина

В условиях рассматриваемой подзадачи поиска оптимального набора маршрутов перевозки суммарные затраты можно детализировать до уровня одного рейса, как это представлено в модели ниже:

$$z(t_1, t_2, \ldots, t_n) = \sum_{n=1}^{N} \sum c_{ij}, \qquad (2)$$

где $(i, j) \in t_n$, а N – количество маршрутов в наборе, которое заранее не известно.

Интерес представляет не только поиск минимального значения издержек, но и сам набор маршрутов:

$$z(T^*) = \min z(T), \qquad (3)$$

где $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_n\}$.

В более детализированном виде целевую функцию общей задачи можно записать в следующем виде:

$$C_{\text{снаб}} + C_{\text{скл}} + C_{\text{тр}} + \sum_{n=1}^{N} \sum c_{ij} \to \min. \qquad (4)$$

Как уже отмечалось нами ранее, оптимизация может производиться по нескольким параметрам, и вторым критерием оптимальности логистики предприятия является уровень сервиса. В него входят:

- время доставки;
- качество поставки (минимальный риск недопоставки и прочих отклонений от плана).

Соответствие времени доставки товара планируемому времени, а также величина отклонения одного значения от другого также является критерием качества сервиса логистической службы предприятия, при условии неизменности качества товара.

Под качеством доставки понимается целостность груза и осуществление самого факта доставки [4, с. 3–8]. Автомобиль, к примеру, может сломаться и не доставить товар в магазин.

4. Доказательство

С точки зрения минимизации общих затрат привлекательной выглядит идея минимизации компонентов эти затраты составляющих. Однако даже в условиях одного критерия – минимизации издержек данный подход не сможет гарантировать результат.

Для этого рассмотрим следующую логистическую задачу. Имеется торговая сеть, состоящая из 9 магазинов, 2 складов и 2 грузовых автомобилей. Каждый автомобиль обслуживает свой склад и, соответственно, один находится на складе А, другой на складе Б. На рис. 2 изображена схема расположения магазинов и складов.

Решение задачи состоит в том, чтобы составить оптимальный план доставки и маршрут перевозок товаров со складов в магазины. Для простоты задачи принимается однородность грузов и равенство потребностей магазинов в товаре. Найдем оптимальный план перевозок.

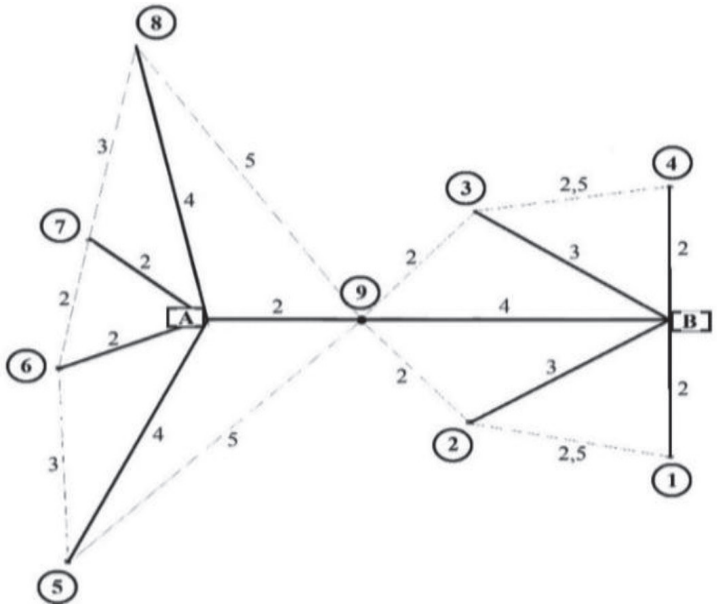


Рис. 2. Схема расположения складов и магазинов рассматриваемой логистической задачи

Таблица 1

Таблица стоимостей перевозок грузов, потребности магазинов и запасы складов рассматриваемой логистической задачи

	Магазины									
Склады	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Запасы
A	6,5	3,5	4	6	4	2	2	4	2	700
B	2	3	3	2	8,5	8	7,5	8	4	700
Потребность	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

В табл. 1 представлена стоимость в тыс. рублей перевозки 100 единиц груза с соответствующих складов в определенные магазины. Также для простоты в условие задачи входит и тот факт, что грузоподъемность имеющихся в распоряжении грузовых автомобилей – 1000 единиц однородного товара.

Решая данную задачу, получаем следующий результат. Магазины с 1-го по 4-й должны получить свои заказы со склада B, все остальные со склада A.

Затем необходимо определить оптимальные маршруты развоза товаров. Для решения получаем две задачи коммивояжера. Первая, для склада B, имеет в условии следующую матрицу расстояний, представленную в табл. 2.

При решении данной задачи получаем гамильтонов цикл (B; 1) (1; 2) (2; 3) (3; 4) (4; B) [5, с. 232–233]. Издержки данного маршрута составляют по условию задачи 12 тыс. руб. [9 с. 753]. Условие второй задачи представлено в табл. 3.

Таблица 2

Матрица стоимостей перевозок между складом B и магазинами 1–4, тыс. руб.

	B	1	2	3	4
B	M	2	3	3	2
1	2	M	2,5	4,5	4
2	3	2,5	M	3	3,5
3	3	4,5	3	M	2,5
4	2	4	3,5	2,5	M

Таблица 3

Матрица стоимостей перевозок между складом A и магазинами 5–9, тыс. руб.

	A	5	6	7	8	9
A	M	4	2	2	4	2
5	4	M	3	4	7,5	5
6	2	3	M	2	5	4
7	2	4	2	M	3	3,5
8	4	7,5	5	3	M	5
9	2	5	4	3,5	5	M

При решении второй задачи получаем гамильтонов цикл (А; 5) (5; 6) (6; 7) (7; 8) (8; 9) (9; В). Издержки данного маршрута составляют по условию задачи 19 тыс. руб. В решении данной задачи есть и другой гамильтонов цикл, однако на результате это никак не сказывается.

Подведем итоги. В результате решения общей задачи путем решения двух оптимизационных задач как части исходной мы получили издержки равные 31 тыс. руб.

Рассмотрим частный случай развоза грузов в исходной задаче. Пусть автомобиль со склада В развезет груз по магазинам в следующей последовательности: (В; 1) (1; 2) (2; 9) (9; 3) (3; 4) (4; В). Со склада А другой автомобиль осуществит развоз товара по маршруту: (А; 5) (5; 6) (6; 7) (7; 8) (8; А).

В результате суммарные издержки в рассмотренном частном случае получаются равными 13+16 = 29 тыс. руб.

Полученный результат является доказательством того, что сумма двух оптимальных решений частей исходной задачи не является оптимальным решением всей задачи.

Из вышеизложенного необходимо сделать вывод, что актуальной представляется разработка методов оптимизации комплексной логистической задачи, состоящей в минимизации затрат на транспортировку и хранение с учетом внешних для логистической системы факторов, а также набора критериев для определения оптимальности полученного решения.

5. Входные данные

Отметить, что на оптимальное решение влияет множество факторов, таких как: модельный ряд собственного автопарка (расход топлива, стоимость ремонта, вероятность поломки), ставки по привлеченным наемным ТС, пробки, ремонт дорог, график работы магазинов, скоростные ограничения, ограничения на въезд на определенные территории ТС определенной тонажности, и другие.

Немаловажным является тот факт, что транспортные средства, участвующие в транспортировке, должны быть оптимальным образом заполнены товаром исходя из следующих параметров:

- грузоподъемность ТС;
- кубатура ТС;
- время разгрузки ТС.

В данном случае последний параметр находится в некоем конфликте с первыми двумя. Дело в том, что многие торговые сети на практике заполняют паллеты, к примеру, на которых осуществляется доставка на магазин, исходя из заказа магазина не полностью. Соответственно с учетом принадлежности паллето-места исключительно к одному заказу возникает пустое пространство в кузове грузового автомобиля.

Формулировка поставленной в статье задачи общей оптимизации логистики может быть использована для разработки методов и алгоритмов, а также непосредственно решения обозначенной проблемы. Для дальнейшей разработки проблематики и решения поставленной задачи планируется использование имитационного моделирования и средств машинного обучения.

Список литературы

1. Дыбская В.В. Логистика: учебник / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлигова; под ред. В.И. Сергеева. – М.: Эксмо, 2011. – 944 с. – (Полный курс МВА).

2. Дыбская В.В. Рынок логистических услуг России в условиях рецессии // Логистика и управление цепями поставок. – 2015. – № 6(71). – С. 8–15.

3. Дыбская В.В. Стратегические задачи логистики для компаний сетевой розницы // Логистика и управление цепями поставок. – 2014. – № 4. – С. 10–21.

4. Лубенцова В.С. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособ. / В.С. Лубенцова. Под редакцией В.П. Радченко. – Самара. самар. гос. техн. Ун-т, 2008. – с.: ил.

5. Мастяева И.Н. Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике: учеб. пособие / И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина. – М.: Из дат. центр ЕАОИ, 2011. – 422 с.: ил. – Библиогр.: С. 421–422.

6. Моисеева Н.К. Экономические основы логистики: Учебник. – М74М.: ИНФРА-М, 2008. – 528 с.

7. Сергеев В.И. Логистика снабжения: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.И. Сергеев, И.П. Эльяшевич; под общ. ред. В.И. Сергеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 398 с. – Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс.

8. Сергеев В.И., Проценко О.Д. Эволюция логистического планирования в цепях поставок// Логистика и управление цепями поставок. – 2015. – № 3. – С. 8–19.

9. Таха Хэмди А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.: ил. – Палал. тит. англ.

УДК 338

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Трофимов О.В., Саакян А.Г.

ИЭП ННГУ ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: oleg_trofimov@mail.ru

Научная статья посвящена исследованию проблем развития инновационной деятельности предприятий Нижегородской области в современных условиях. В статье авторы выделяют два уровня проблем: первый уровень – общероссийские проблемы, которые характерны для предприятий всех отраслей и связаны с макроэкономическим регулированием в Российской Федерации; второй уровень – проблемы, которые мешают предприятиям региона нормально функционировать и развиваться в инновационной сфере. Все проблемы на уровне предприятия авторы разделили на три группы: проблемы ресурсов, проблемы регулирования инновационной деятельности и организационные проблемы. С целью преодоления или хотя бы минимизации выявленных проблем авторами статьи разработаны первоочередные мероприятия государственной поддержки: развитие финансовых инструментов, стимулирование экономической активности, обеспечение интеллектуальной кадровой составляющей, расширение спроса на инновационную продукцию, обеспечение открытости национальной инновационной системы и экономики.

Ключевые слова: экономика, регион, отрасль, предприятие, инновации, инновационная деятельность, инновационный сектор, проблемы

PROBLEMS OF INNOVATION ACTIVITY OF ENTERPRISES NOVGOROD REGION IN MODERN CONDITIONS

Trofimov O.V., Saakyan A.G.

Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod, e-mail: oleg_trofimov@mail.ru

The scientific article is devoted to research of problems of development of innovative activity of the enterprises of the Nizhny Novgorod region in modern conditions. The authors distinguish two levels of problems: the first level – all-Russian problems that are typical for enterprises of all sectors and are associated with macroeconomic regulation in the Russian Federation; the second level – problems that prevent companies in the region to function and develop in the sphere of innovations. All the problems at the enterprise level the authors divided into three groups: resources, problems, problems of management innovation and organizational problems. In order to overcome or at least minimize the problems identified by the authors worked out priority measures of the state support: the development of financial instruments to stimulate economic activity, providing the intellectual component of personnel, expansion of demand for innovative products, to ensure the openness of the national innovation system and the economy.

Keywords: economy, region, industry, enterprise, innovation, innovation, innovation sector, problems

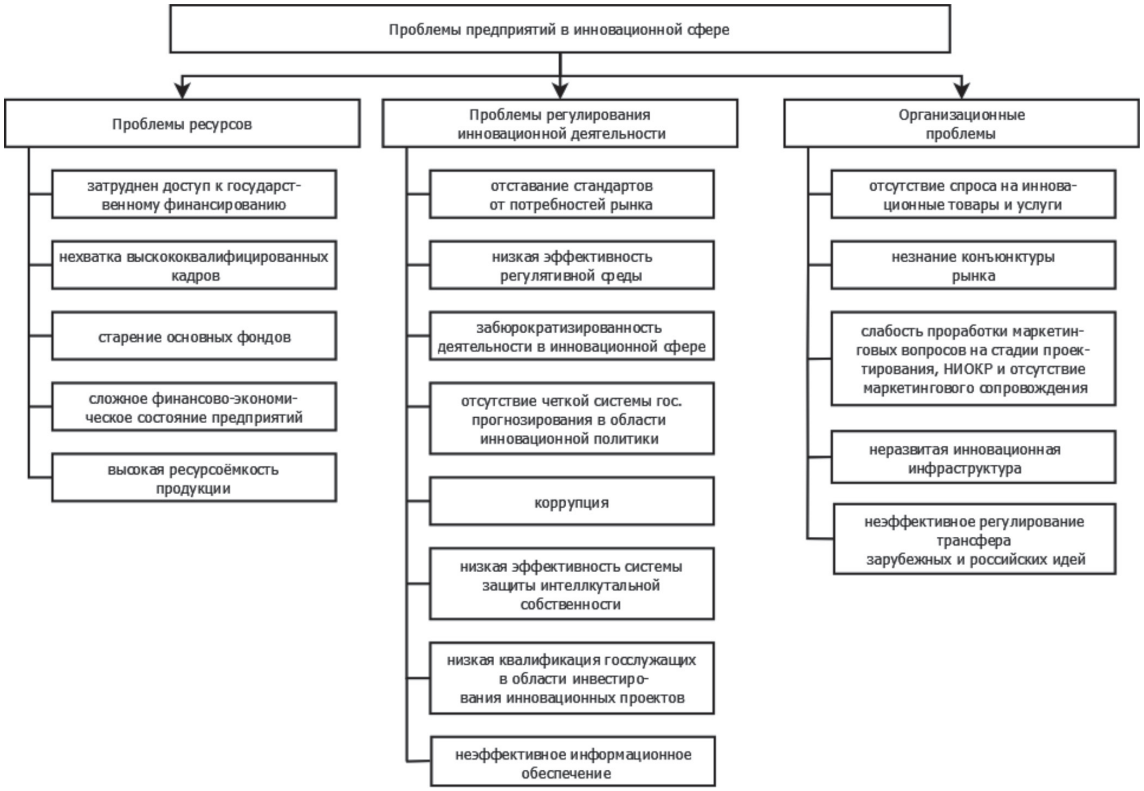
Нижегородская область – крупный промышленный центр с развитым машиностроительным комплексом, нефтехимией, металлургией, химией, фармацевтикой. Кроме этого, в регионе имеется высокий научно-технический потенциал оборонно-промышленных предприятий. Ассоциация инновационных регионов России проводит ежегодный мониторинг инновационной деятельности регионов, показывающий уровень инновационного развития. Данные за 2015 год показали, что область делит четвертое место вместе с Республикой Татарстан по показателям индикаторов инновационной деятельности, превышая на 54 % средний показатель [4, с. 522]. Уникальные промышленные производства и научно-исследовательские подразделения, благоприятное геополитическое положение, мононациональный состав населения делают Нижегородскую область достаточно инвестиционно и инновационно привлекательной. Однако существует ряд проблем, которые негативно сказываются на инновационной деятельности предприятий в регионе.

По мнению авторов, эти проблемы имеют многоуровневый характер.

1 уровень – общероссийские проблемы.

Проблемы, входящие в данный блок, характерны для предприятий всех отраслей и связаны с макроэкономическим регулированием в Российской Федерации. К этой группе проблем можно отнести: рост безработицы, низкий уровень жизни населения, высокий курс валют, инфляция, высокие ставки по банковским кредитам и налогам, несовершенство законодательства.

2 уровень проблем – проблемы предприятий в инновационной сфере (см. рисунок).



Проблемы предприятий Нижегородской области в инновационной сфере

Проблемы ресурсов:

● Нехватка высококвалифицированных кадров (наиболее остро эта проблема стоит перед крупными предприятиями) [5, с. 888; 6, с. 125]. Необходимо отметить, что данная проблема актуальна также и для многих других стран с инновационно-ориентированной экономикой.

● Затруднен доступ к государственному финансированию, что является серьёзным барьером для более чем 50% предприятий. Необходимо отметить, что за последние три года наблюдается положительная динамика выделения государством средств на поддержку инноваций.

● Сложное финансово-экономическое состояние предприятий [2, с. 260; 5, с. 888]. Из-за нехватки финансирования большинство законченных и готовых к внедрению результатов НИОКР, необходимых предприятиям для модернизации производства и выпуска конкурентоспособной продукции, остаются невостребованными, а со временем и морально устаревают.

Организационные проблемы:

● Неэффективное регулирование трансфера российских и зарубежных идей. Регулирование трансфера зарубежных и российских идей, технологий, продукции между странами является одним из важных моментов обеспечения открытости инновационной системы. Перед крупными предприятиями реже встаёт проблема экспорта своих товаров, а вот проблема импортирования технологий существует как для крупных, так и малых предприятий. Сегодня Россия входит в состав четвертой группы из шести по трансферу идей и продукции вместе с такими странами, как Бразилия, Турция, Южная Африка, Ирландия, Малайзия, ОАЭ (в первую группу входят такие страны, как США, Германия, Япония). Большинство российских компаний готовы к международному сотрудничеству в области инноваций, так, более 70% руководителей предприятий считают международное сотрудничество в области технологий и кадров залогом успеха. С введением политических и экономических ограничительных мер в отношении Российской Федерации в той или иной мере пострадали и понесли ущерб от санкций большинство компаний, в первую очередь это отразилось на рынке сбыта, отказ иностранных поставщиков поставлять компоненты или сырье для производства, задержки поставок оборудования и приборов. Также ряд компаний, около 10%, потеряли зарубежное финансирование.

● Низкий уровень спроса на товары и услуги инновационной сферы. По мнению руководителей предприятий, отсутствует достаточный уровень спроса со стороны государства и со стороны рынка: «b2b» и «b2c». Одной из причин этой ситуации является неготовность потребителей и предприятий на ментальном уровне, что является серьезным барьером для внедрения инноваций на рынок.

● Слабость проработки маркетинговых вопросов на стадии проектирования, НИОКР и отсутствие маркетингового сопровождения [5, с. 890; 7, с. 35].

● Неразвитая инновационная инфраструктура. Современная инновационно-ориентированная экономика базируется на инновационной, научной и научно-технической деятельности. Стратегия развития Российской Федерации обусловливает инновационное развитие приоритетных отраслей, о чем свидетельствует увеличение объема бюджетных поступлений, принятие и реализация государственных программ, строительство научных центров и многое другое. Все это свидетельствует о необходимости формирования эффективной инновационной инфраструктуры в целях стимулирования не только инновационной деятельности, но и социально-экономического развития в целом.

Необходимо отметить, что Нижегородская область занимает далеко не последнее место по развитию инновационной инфраструктуры в РФ. Например, внутренние затраты на научные исследования и разработки в Нижегородской области на протяжении последних лет остаются почти неизменными и достигают уровня в 4,8% от ВРП, что более чем в 3 раза выше, чем средний уровень данного показателя по России. Такой показатель, как удельный вес инновационно-активных организаций, ведущих свою деятельность на территории области, составляет 14,3%, что примерно в полтора раза превышает среднее его значение по России. А по такому показателю, как число лиц, которые заняты деятельностью по осуществлению научных исследований и разработок, Нижегородская область занимает третье место в рейтинге регионов РФ.

Такое положение Нижегородской области во многом связано с тем, что правительство региона проводит грамотную и последовательную политику в данной сфере. Законодательное собрание, а также Правительство области формирует целостную и эффективную систему управления инновационными процессами в регионе, в рамках которой реализуется достаточно обширный спектр управляющих воздействий, направленных на развитие инновационной деятельности.

На сегодняшний день на территории региона располагаются 7 инновационных бизнес-инкубаторов, 5 технопарков, инновационно-технологические центры и другие структуры, обеспечивающие инновационную деятельность. Например, в рамках технопарка при ННГУ им. Н.И. Лобачевского функционирует инновационно-технологический центр, который оказывает помощь в разработке бизнес-планов, в поиске инвестиций и получении кредитов, создании базы данных заказов и проектов, оказании маркетинговых и юридических услуг, организации конференций и выставок. Всё это способствует поиску новых заказчиков и покупателей.

Проблемы регулирования инновационной деятельности:

● Отставание стандартов от потребностей рынка. Прослеживается затянутость внесения изменений, переработки государственных стандартов (СниПы, ГОСТы, и т.п.), а без них невозможно внедрить некоторые группы инновационных товаров, например, в сфере пожарной безопасности и прочее.

● Отсутствие четкости и ясности государственного прогнозирования в области инновационной политики, что является серьёзным барьером на пути развития инноваций для малых предприятий, в то время как крупные предприятия считают это менее серьёзным барьером [3, с. 13; 5, с 890].

● Низкая эффективность регулятивной среды. С целью повышения активности предприятий в инновационном секторе необходимо создать действенную регулятивную среду. Например, использование комплекса мер тарифного, налогового, таможенного и антимонопольного регулирования может являться эффективным стимулом и условием для технологической модернизации предприятий.

● Низкая эффективность системы защиты интеллектуальной собственности является серьёзным барьером для развития деятельности в инновационном секторе.

● Забюрократизированность деятельности в инновационном секторе. Бюрократизм на сегодняшний день проявляется в большом количестве отчетности и опросов, необходимости прохождения многих, иногда малозначимых согласований, часто наблюдается дублирование документации разными структурами,, непрозрачность критериев оценки степени инновационности проекта и принятия решений о его финансировании, задержка исполнения обязательств на 3–7 месяцев и более, а также многое другое.

Мероприятия государственной поддержки с целью повышения эффективности деятельности предприятий в инновационном секторе

№ п/п	Направление	Мероприятия
1	Развитие финансовых инструментов	● увеличить объемы грантовой поддержки; ● расширить субсидирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ за счет увеличения перечня тем; ● расширить программы финансовой поддержки инновационных компаний на начальных стадиях проекта; ● учредить фонды целевых стипендий поддержки молодежных инициатив
2	Стимулирование экономической активности	● снизить налогообложение на ввозимые на территорию Российской Федерации высокотехнологичное оборудование, комплектующие и материалы; ● снизить уровень отчисления и страховых взносов в различные фонды предприятиям, занимающимся инновационными разработками; ● сделать более доступным инвестиционный налоговый кредит; ● снизить ставки по доходам
3	Обеспечение интеллектуальной кадровой составляющей	● совершенствовать механизмы мотивации выпускников вузов по устройству на работу в промышленный сектор; ● повысить квалификацию персонала и топ-менеджеров, в том числе и стажировки за рубежом; ● развивать систему региональных университетов подготовки кадров; ● развивать систему начальной подготовки школьников; ● создать специализированные учебно-производственные центры доступа к передовым технологиям
4	Расширение спроса на инновационную продукцию	● организовать «Государственную биржу инноваций»; ● создать специализированную информационно-торговую площадку; ● проводить популяризацию инноваций; ● совершенствовать техническое регулирование и стандартизацию
5	Обеспечение открытости национальной инновационной системы и экономики	● развивать инструменты продвижения продукции на зарубежные рынки, например, отечественной инновационной продукции, необходимо создавать зонтичный бренд; ● снизить таможенные барьеры на ввоз из-за рубежа материалов и технологического оборудования

● Одной из серьёзных проблем при получении государственной поддержки в инновационном секторе остаётся коррупция.

● Низкая квалификация государственных служащих в области инвестирования инноваций, что проявляется в плохой осведомленности о различных программах, механизмах, формах и институтах развития, отсутствие реальной экспертизы проектов на «инновационность», низкий смысл понимания коммерческого смысла инновационных проектов и другое.

● Неэффективное информационное обеспечение (слабая информированность о действующих механизмах в регионе). Необходимо отметить, что несмотря на существование ряда рейтингов по измерению уровня инновационного развития регионов (например, Ассоциация инновационных регионов Российской Федерации), находящейся в открытом доступе информации о территориальном распределении ключевых организаций по осуществлению инновационной, научной и образовательной деятельности объектов, тем не менее на сегодняшний день прослеживается пассивность со стороны региональных властей при оказании помощи предприятиям по развитию деятельности в сфере инноваций. Руководители многих крупных предприятий считают, что региональные власти не помогают при ведении деятельности в инновационном секторе.

Для преодоления или хотя бы минимизации выявленных проблем первоочередными мероприятиями государственной поддержки с целью повышения эффективности деятельности предприятий в инновационном секторе должны быть следующие (см. таблицу).

Таким образом, на сегодняшний день в Нижегородской области существуют определенные трудности по ведению предприятиями деятельности в инновационном секторе. При этом выявленные выше проблемы должны иметь комплексное решение. Необходимо постоянно разрабатывать

и внедрять мероприятия по регулированию и совершенствованию инновационной деятельности предприятий региона, которые будут закреплять достигнутый рост и стимулировать их дальнейшее развитие.

Список литературы

1. Глобальный индекс инноваций [Электронный ресурс]: Режим доступа: www.globalinnovationindex.org, свободный (дата обращения: 16.09.2016). – Загл. с экрана.

2. Ефимычев Ю.И., Трофимов О.В., Трофимова Т.В. Проблемы формирования и реализации стратегий инновационного развития промышленных предприятий/ Вектор науки ТГУ. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2011. – № 2. – С. 250–263.

3. Микулъчик А.А., Воронцова А.В. Методология комплексной оценки рисков в инновационном процессе научно-производственного комплекса / Экономика и производство. – 2003. – № 3. – С. 13.

4. Российский статистический ежегодник. 2015: Стат. сб. / Росстат. – Р76. – М., 2015. – 728 с.

5. Трофимов О.В., Трофимова Т.В. Определение факторов, влияющих на развитие промышленных предприятий / Российский экономический интернет-журнал. – 2009. – № 4. – С. 888–896.

6. Трофимов О.В. Методология формирования стратегии инновационного развития промышленных предприятий в условиях модернизации экономики: диссертация ... доктора экономических наук: 08.00.05 / Трофимов Олег Владимирович; [Место защиты: Нижегород. гос. ун-т]. – Нижний Новгород, 2011. – 305 с.

7. Трофимова Т.В., Ломовцева А.В. Кластерное взаимодействие предприятий как механизм повышения конкурентоспособности региона (на примере нижегородской области) / Российское предпринимательство. – 2013. – № 14. – С. 35.

УДК 332.012.36

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ЖКХ

Федоровых Е.Р., Мазница Е.М.

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: vera131189@mail.ru, Dilemaz@mail.ru

В статье рассматривается такая часть жилищно-коммунального хозяйства, как его основные фонды. Состояние основных фондов ЖКХ является ключевой проблемой. Поддержание фондов в действующем состоянии, а также их скорейшая модернизация сегодня остро необходимы в большинстве регионов России, и даже в ее столице. Эта проблема и побудила авторов к исследованию самой значимой составляющей сферы коммунального хозяйства. Для комплексного рассмотрения были выделены следующие методические подходы: социальные, административные, экономические, технологические. В статье подробно характеризуются данные методические подходы, дается их авторское определение и кратко намечаются основы применения каждого из подходов. Жилищно-коммунальная реформа становится не просто реформой ЖКХ как отрасли, но и социальной реформой, затрагивающей все уровни управления и все группы населения страны.

Ключевые слова: основные фонды ЖКХ, ресурсосбережение, реконструкция, восстановление, методические подходы

METHODICAL APPROACHES TO A PROBLEM OF RECONSTRUCTION AND RESTORATION OF FIXED ASSETS OF HOUSING AND PUBLIC UTILITIES

Fedorovykh E.R., Maznitsa E.M.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: vera131189@mail.ru, Dilemaz@mail.ru

In article such part zhilishchno – municipal services as its fixed assets is considered. The condition of fixed assets of housing and public utilities is a key problem. Maintenance of funds in the operating condition, and also their fastest upgrade are sharply necessary in the majority of regions of Russia today, and even in its capital. This problem also induced the author to a research of the most significant component of the sphere of municipal services. For complex consideration the following methodical approaches were allocated: social, administrative, economic, technological. In article these methodical approaches in detail are characterized, their author's definition is given and bases of application of each of approaches are briefly planned. Housing-and-municipal reform becomes not just reform of housing and public utilities as industries, but also the social reform mentioning all levels of management and a vsegruppa of the population of the country.

Keywords: fixed assets of housing and public utilities, resource-saving, reconstruction, recovery, methodical approaches

Основной проблемой жилищно-коммунального хозяйства в регионах России сегодня является состояние основных фондов ЖКХ и необходимость их срочного восстановления. Для этого считаем необходимым комплексно подходить к данному вопросу и рассмотреть методические подходы к проблеме реконструкции и восстановления основных фондов ЖКХ.

Методические подходы – это способы всестороннего воздействия на проблему с целью разработки оптимального решения. Выделим следующие методические подходы (рис. 1):

1) социальные подходы – методы морального воздействия. В современных условиях необходима действенная программа реформирования системы жилищно-коммунального хозяйства.

2) административные подходы, основанные на реформировании системы управления, выполнение которого осуществляется с использованием механизма государственного контроля;

3) экономические подходы – основываются на экономической заинтересованности субъектов инвестирования реконструкции и восстановлению основных фондов ЖКХ;

4) технологические подходы – значительным потенциалом развития жилищно-коммунального хозяйства является ресурсосбережение.

Социально-психологические методы или меры морального стимулирования. В основу этих программ закладывается формирование партнерских отношений между муниципальными органами власти, обслуживающими предприятиями и населением, что требует пересмотра сложившихся традиций и существенного изменения всей системы жилищных отношений [4, с. 8] (рис. 2).

В условиях рыночной экономики обеспечение необходимого уровня, качества услуг и обслуживания населения и других потребителей, а также нормального функционирования жилищно-коммунального хозяйства должны предопределяться четким разграничением функций управления,

форм прав собственности, системой договорных отношений, объективным сочетанием технологических, экономических и административных методов воздействия. На сегодняшний день одним из приоритетных направлений реформы становится совершенствование системы управления, эксплуатации и контроля в жилищно-коммунальном хозяйстве, переход на договорные отношения, а также предоставление потребителям возможности влиять на объем и качество потребляемых услуг [1].

Именно на улучшение качества жизни человека направлено действие такой авторской программы, как «Подготовка управляющих товариществами собственников жилья». Программа должна способствовать инновационному развитию всей системы ЖКХ региона, для чего предполагается готовить специалистов-управленцев новой формации. Кроме того, программа способствует освоению нового для нашей страны бизнес-направления – управление системой жизнедеятельности населенных пунктов, которая давно нуждается в новых управленческих подходах и в приходе нового менеджмента. Цель данного курса – освоение практических навыков подготовки документации для формирования ТСЖ, изучение полного состава бухгалтерской отчетности для предприятий различных форм управления жильем, приобретение необходимых знаний по эксплуатации недвижимости а также по психологии управления. Эта бизнес-программа – одна из многих, подготовленных в Центре экономических исследований ВолгГТУ [5].

Рис. 1. Классификация методических подходов (источник: разработка авторов)

Рис. 2. Модель социального взаимоотношения при реформировании ЖКХ (источник: [8], разработка авторов)

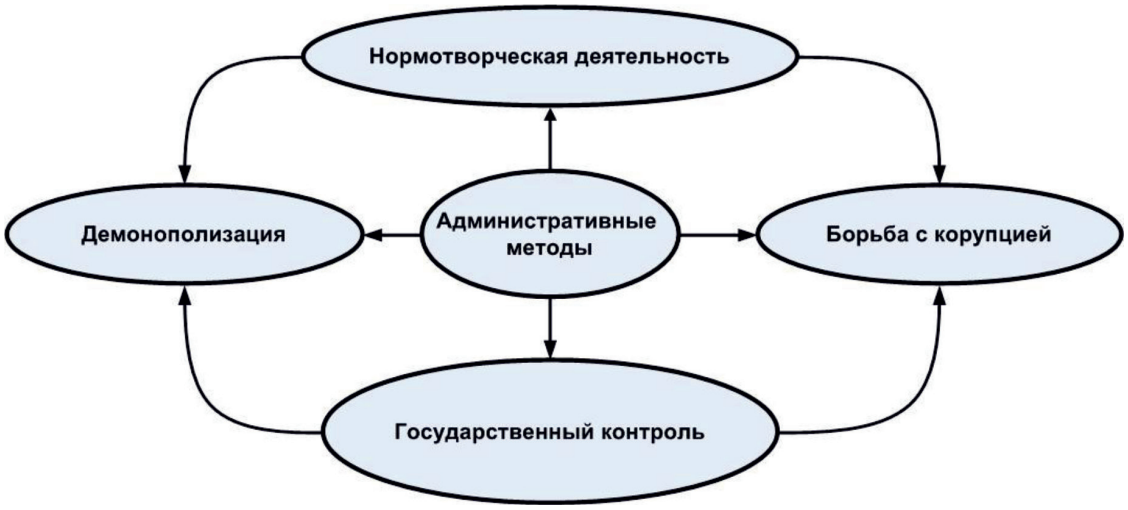


Рис. 3. Административные методы реформирования ЖКХ с использованием механизма государственного контроля (источник: разработка авторов)

Таблица 1

Рейтинг регионов РФ по уровню развития государственно-частного партнерства, % – 10 лидеров и 10 аутсайдеров [3]

Регион	%
1. Москва	60,2
2. Санкт-Петербург	59,9
3. Самарская область	59,6
4. Новосибирская область	57,4
5. Нижегородская область	53,6
6. Свердловская область	49,7
7. Ленинградская область	48,4
8. Московская область	47,9
9. Ульяновская область	44,6
10. Республика Татарстан	43,0
1. Ненецкий АО	8,0
2. Республика Хакасия	7,8
3. Магаданская область	6,0
4.Севастополь	5,7
5. Республика Ингушетия	5,0
6. Республика Адыгея	4,5
7. Чеченская республика	2,1
8. Карачаево-Черкесская республика	1,8
9. Чукотский АО	1,8
10. Республика Северная Осетия – Алания	0,0

Таким образом, жилищно-коммунальная реформа становится не просто реформой ЖКХ как отрасли, но и социальной реформой, меняющей систему жилищных отношений в обществе и требующей современных представлений о социальном управлении. Необходимо подготавливать население к изменениям и необходимости реформирования, а также вовлекать его в эти процессы. Проводить разведывательные исследования, с их помощью получают предварительную социологическую информацию об изучаемом социальном явлении, уточняют наиболее важные гипотезы или делают апробацию инструментария. Пилотажное исследование, как правило, предваряет глубокое изучение той или иной проблемы. Этот вид исследования особенно необходим, когда способы ее решения неизвестны или недостаточно описаны методы адаптации стандартных способов. Информация, полученная с помощью подобного исследования, анализируется только по наиболее значимым критериям.

Административные подходы основываются на реформировании системы управления ЖКХ. Выполнение данного подхода осуществляется с использованием механизма государственного контроля (рис. 3).

Большое значение с точки зрения административного воздействия играет внедрение опыта развитых стран по управлению и модернизации основными фондами ЖКХ, а также использование государственно-частного партнерства (табл. 1).

Непосредственный контроль за деятельностью предприятий и организаций ЖКХ, качеством обслуживания, наличием и соблюдением договорных обязательств

сторон осуществляют муниципальные службы заказчика и региональные жилищные инспекции. К сожалению, нормативная база здесь совершенно не дает административным органам всех уровней никаких прав и не делает их ни за что ответственными. Результаты работы этих инспекций таковы, что если их не останется, жители не заметят.

Экономические подходы основываются на экономической заинтересованности субъектов инвестирования в реконструкцию и восстановление основных фондов ЖКХ.

Для формирования классификации экономических подходов необходимо:

– провести анализ состояния отрасли;

– выявить проблемы и тенденции развития жилищно-коммунального хозяйства;

– исследовать формы и методы привлечения инвестиционных ресурсов для реализации проектов реконструкции и обновления инфраструктуры ЖКХ;

– сформировать модель определения наиболее приоритетных с точки зрения инвестиционной привлекательности проектов реконструкции и обновления инфраструктуры ЖКХ;

– разработать механизм поиска и привлечения источников инвестирования проектов реконструкции и обновления инфраструктуры ЖКХ;

– сформировать алгоритм мониторинга эффективности использования источников инвестирования проектов реконструкции и обновления инфраструктуры ЖКХ.

Неопределенность относительно технического состояния и стоимости основных фондов не позволяет с приемлемой точностью оценить затраты, необходимые для достижения предусмотренных контрактом эксплуатационных показателей. Одной из причин данной неопределенности и невозможности ее снижения до приемлемого уровня является то, что часть объектов сетевой коммунальной инфраструктуры скрыта под землей, в результате чего трудовые и материальные затраты на оценку их текущего состояния и восстановительной стоимости нередко весьма велики. Решение вопроса качественного управления жилого хозяйства неизбежно упирается в отсутствие общепринятых методов оценки качества эксплуатации жилья. Нет утвержденных параметров оценки состояния отдельных зданий, эффективности эксплуатируемых систем зданий, самой системы управления жилищным фондом [6].

Теоретические положения и практические инструменты формирования и реализации механизма поиска, привлечения и эффективного использования источников инвестирования проектов реконструкции и обновления основных фондов ЖКХ, который заключается в сочетании таких методов стимулирования притока инвестиций, как концессионные соглашения, государственные гарантии возврата инвестиций, компенсация части процентных выплат по кредитам из средств бюджета и направлен на создание предпосылок дальнейшей модернизации инфраструктуры ЖКХ в соответствии с концепцией федеральной целевой программы его реформирования.

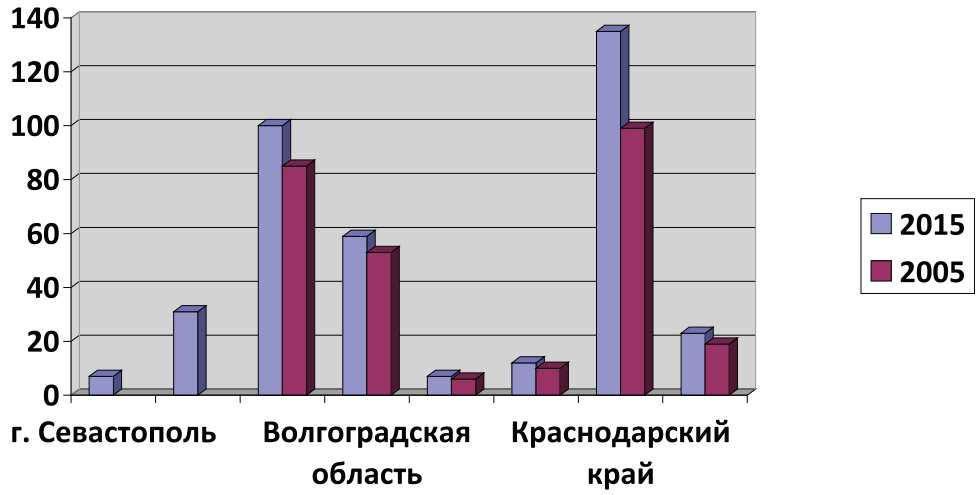


Рис. 4. Общая площадь жилых помещений в ЮФО в 2005 и 2015 гг., млн. кв. м [3]

Таблица 2

Темпы прироста площади жилых помещений ЮФО в 2005 и 2015 годах, млн кв. м [3]

Регион ЮФО	2005 г.	2015 г.	Темп прироста, %
Астраханская область	19	23	21,05
Краснодарский край	99	135	36,36
Республика Адыгея	10	12	20,0
Республика Калмыкия	6	7	16,66
Волгоградская область	53	59	11,32
Ростовская область	85	100	17,64
Республика Крым	Нет данных	31	–
г. Севастополь	Нет данных	7	–

Технологические методы включают в себя разработку новых способов обеспечения эффективного функционирования жилищно-коммунальной сферы.

В целом анализ и оценка деятельности по реконструкции и восстановлению основных фондов ЖКХ в Российской Федерации позволяет заключить: ситуация в настоящее время может быть аттестована как предкризисная. При этом особую озабоченность вызывает тот факт, что принимаемых сегодня усилий – осуществляемых реконструкционных и восстановительных мероприятий, выделяемых средств – недостаточно не только для того, чтобы в рассматриваемой сфере начались положительные тренды, но даже для того, чтобы ситуация перестала регрессировать. Все сказанное выше актуализирует вопрос о перспективах деятельности по восстановлению и реконструкции основных фондов ЖКХ в кратко- и среднесрочном временных горизонтах. В данном ключе отметим: в настоящее время на стадии принятия находится комплексный документ – «Стратегии инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2030 года» [7].

Единственный элемент отрасли ЖКХ, который не почувствовал отсутствия инвесторов – жилищное строительство. Новые жилые дома строятся повсеместно, площадь жилых помещений неуклонно растет, причем не только в столицах и инвестиционно привлекательных регионах.

Темпы прироста площади в жилых помещений ЮФО отразим в табл. 2.

Как видно, без сравнения с вновь присоединившимися к ЮФО РФ регионами (г. Севастополь и республика Крым), наша Волгоградская область по темпам прироста площади жилых помещений значительно отстает даже от менее крупных и обладающих значительно меньшим промышленным потенциалом республик Калмыкия и Адыгея. А ведь рост именно этого элемента отрасли ЖКХ не является проблемным. Реализация других мероприятий по реконструкции и восстановлению основных фондов ЖКХ – всех видов коммуникаций и сетей, зданий нежилого назначения, жилых ветхих зданий, и т.д. – не является настолько привлекательной для инвесторов.

На наш взгляд, предлагаемые в статье методические подходы к реконструкции и восстановлению основных фондов ЖКХ используются в стране и в Волгоградской области недостаточно. Не удается добиться того, чтобы изменения в эксплуатации основных фондов ЖКХ проходили строго по намеченной программе. Только в этом году дважды менялись правила оплаты услуг ЖКХ – общедомовые платежи выделялись отдельной строкой и входили в общий платеж, а ведь год только начался. Воспроизводство жилищно-коммунальных услуг в количественном и качественном аспектах может быть достигнуто лишь при условии, что ЖКХ будет представлять собой производственный комплекс, опирающийся в своём развитии на индустриальную материально-техническую базу. Развитие производственных процессов в ЖКХ по этим направлениям призвано также упорядочить ценообразование, ограничивать тенденции повышения цен и тарифов, по которым те или иные услуги реализуются потребителю [10, с. 774].

Список литературы

1. Арьков С.В. Проблемы управления жилым хозяйством: факторы влияющие на эффективность управления жилищным фондом и методические подходы к его управлению // Экономика строительства. – 2016. – № 6 (42). – С. 72–77.

2. Жукова А. Хозяин медной трубы // Российская газета № 71 (6939) 5.04.16.

3. Ковалевская Е., Карасев И., Мельников Р. «Пожар в …» РГ 21.02.17 № 38 (7204).

4. Кочнев В.Н. Социальные технологии управления жилищно-коммунальным комплексом: автореферат диссертации ... кандидата социологических наук: 22.00.08 / В.Н. Кочнев. – Тюмень, 2008.

5. Мазница Е.М. Бизнес – образование и его роль в инновационном развитии экономики региона // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. № 4 (77). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – 264 с. – (Сер. Актуальные проблемы реформирования российской экономики. Вып. 11) – С. 218.

6. Мазница Е.М., Овчинцева О.С., Проблемы организации государственно-частного партнерства в жилищно-коммунальном хозяйстве регионов / «Бюджет и финансы». – 2010. – № 1 (7). – С. 54.

7. Проект «Стратегии инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2030 года»// Электронный ресурс:http://nopriz.ru (дата доступа: 10.12 2016).

8. Федоровых Д.А. Микроэкономика борьбы с коррупцией / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2015. – № 1. – С. 172–179.

9. Федоровых Е.Р. Основные фонды жилищно-коммунального хозяйства различных форм собственности / Экономика строительства. – 2016. – № 5. – С. 66–71.

10. Щукин А.Е. Анализ и оценка деятельности по реконструкции и восстановлению основных фондов ЖКХ в Российской Федерации // Молодой ученый. – 2016. – № 9. – С. 771–773.

УДК 338.246.2

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Черданцев В.П.

ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, e-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru

Инновационное развитие территорий субъектов Российской Федерации можно считать одним из важных направлений развития российской инновационной системы. Чтобы осуществить поставленную задачу, необходимо разработать механизм, который позволит перестроить сферы общественных отношений в поддержку развития инновационной экономики. Важным элементом механизма инновационного развития определенных территорий является используемый ими механизм финансирования инновационной деятельности, включающий в себя обеспечение постоянного оборота финансовых средств, перераспределение финансовых ресурсов в соответствии с потребностями отдельных субъектов хозяйствования, снижение риска потерь финансовых ресурсов субъектами хозяйствования. Слабая активность бизнеса в финансировании научно-опытных и конструкторских работ в большой степени определена слабым внедрением в России системы государственно-частного партнерства для реализации бизнес-проектов инновационной направленности. Государству важно создать условия, при которых бизнесмены склонялись бы к принятию решения входить в инновационные проекты.

Ключевые слова: инновации, инновационная деятельность, активность бизнеса, государственно-частное партнерство, инвестиции, развитие территорий

INNOVATION IS AN IMPORTANT COMPONENT OF TERRITORIAL DEVELOPMENT

Cherdantsev V.P.

Perm State Agricultural Academy named after academician D.N. Pryanishnikov, Perm, e-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru

Innovative development of territories of subjects of the Russian Federation can be considered one of the important directions of development of the Russian innovation system. To meet the objective, it is necessary to develop a mechanism that will allow you to rebuild areas of public relations in support of development of innovative economy. An important element of the mechanism of innovative development of certain areas is the use of the mechanism of financing of innovative activities, including ensuring continued flow of funds, the redistribution of financial resources in accordance with the needs of individual businesses, reducing the risk of loss of financial resources by the entities. Weak business activity in financing of scientific-experimental and engineering works to a large extent determined by the weak implementation of the public-private partnership for the implementation of business projects of innovation orientation. The state must create conditions in which businessmen would be inclined to deciding to enter in innovative projects.

Keywords: innovation, innovation activity, business activity, public-private partnership, investment, he development of the territories

Развитие регионов России осложняют факторы, объединение которых образует «механизм торможения», происходит сдерживание социально-экономического развития территорий. Сегодня известны неблагоприятные условия, формирующие данный механизм в регионах. Прежде всего, это неразвитость инфраструктуры, снижение численности населения, уменьшение человеческого капитала. Главный фактор, препятствующий инновационному развитию территорий, – это сегодняшняя модель экономики, которая не позволяет обеспечить конкурентоспособность территорий в рыночных условиях. Сегодняшняя база потенциалов регионов не соответствует требованиям, предприятия не производят продукцию, соответствующую международным требованиям.

Цель. Цель исследования заключается в анализе направления развития и отражения условий инновационного развития территорий.

Задачи. Данная цель обусловила следующие задачи: обобщение теоретических положений для определения инновационного пути развития территорий; проведение анализа социально-экономического состояния территорий; разработка методологических закономерностей построения механизма финансирования инновационной деятельности по развитию территорий.

Методы. При анализе и обобщении представленного материала использовались следующие методы исследования: общенаучный (абстрактно-логические, анализа и синтеза), монографический, экономико-статистический, математический, экспертного прогнозирования.

Международная организация «Грант Торнтон Интернэшнл» проводила во многих странах мира исследования (респондентами выступили порядка 6000 компаний), которые показали, что главное препятствие для развития бизнеса – это излишнее госу-

дарственное регулирование, а также неэффективная бюрократия (табл. 1) [3].

Слабая активность бизнеса в финансировании научно-опытных и конструкторских работ в большой степени определена слабым внедрением в России системы государственно-частного партнерства для реализации бизнес-проектов инновационной направленности. Эффективной моделью для совместного с государством продвижения инновационных проектов можно считать, если продукт на рынке не нужен или идея не подготовлена к реализации, бизнес не будет вкладывать деньги [5]. Государству важно создать условия, при которых бизнесмены склонялись бы к принятию решения входить в инновационные проекты. В настоящее время хозяйственное партнерство частного бизнеса и государства заключается в институциональном и организационном альянсе между бизнесом и властью для реализации международных и национальных общественно значимых крупных проектов в различных сферах деятельности. Требуется стратегическое развитие отраслей народного хозяйства и НИОКР до реализации общественных услуг. В качестве инновационного инструмента регионального и территориального экономического развития, а также планирования социальных проектов муниципальными образованиями может широко использоваться государственно-частное партнерство.

Система партнерских отношений может охватывать объекты, субъекты и денежные средства участников процесса при взаимодействии партнеров для достижения результатов и реального исполнения взятых обязательств.

В базе данных Всемирного банка имеются сведения о более чем четырех тысячах контрактов, выполненных в течение двух десятилетий через систему ГЧП в странах с небольшим доходом на душу населения, в том числе в России. Самыми приоритетными на сегодняшний день проектами по объему и количеству инвестиций являются отрасли телекоммуникаций, транспорта и энергетики [2].

Наиболее успешен в реализации инновационных проектов Китай – более 800. Следом идут Бразилия – 328, Россия – 310 и Индия – 306 [2].

Практика показывает, что созданная национальная система ведения инновационных проектов может стать главным фактором повышения конкурентного потенциала и фактором экономической безопасности территорий. Хотя обеспечение конкурентоспособности российского товаропроизводителя тесно связано с оценкой сегодняшнего состояния финансово-коммерческого и производственного потенциала предприятий, необходимо учитывать потребность производимой продукции в товарах, работах и услугах на рынках различного уровня.

Таблица 1

Препятствия для развития бизнеса

Препятствия	В среднем по миру	Россия
Бюрократия/госрегулирование	33	49
Нехватка квалифицированного персонала	28	31
Недостаток оборотных средств	25	31
Недостаток долгосрочного финансирования	23	31
Стоимость финансирования	24	35
Недостаток заказов/сокращение спроса	33	37
Транспортная инфраструктура	13	24
Информационно-коммуникационные технологии	16	15

Таблица 2

Классификация проектов государственно-частного партнерства
(по объему инвестиций, по отраслям инфраструктуры)

Отрасли	Количество проектов, шт	Объем инвестиций, млрд долл
Энергетика	1587	369,939
Транспорт	1097	210,272
Телекоммуникации	807	604,811
Водоснабжение и канализация	597	56,166

Примечание. По данным Всемирного банка.

Таблица 3

Страны по количеству проектов ГЧП (ТОП-10)

Страны	Количество проектов (ед.)
Китай	805
Бразилия	328
Российская Федерация	310
Индия	306
Аргентина	193
Мексика	176
Колумбия	132
Чили	107
Малайзия	96
Тайланд	96

Примечание. По данным Всемирного банка.

Таблица 4

Страны по объему инвестиций в проекты ГЧП (ТОП-10)

Страна	Объем инвестиций (млрд долл. США)
Бразилия	196,308
Китай	99,953
Индия	96,13
Мексика	86,126
Аргентина	78,42
Российская Федерация	61,53
Малайзия	50,204
Филиппины	42,243
Индонезия	40,676
Турция	36,851

Примечание. По данным Всемирного банка.

В Центре макроэкономических исследований проводились работы, направленные на изучение деятельности промышленных предприятий по внедрению инноваций для модернизации производства. Был проведен опрос порядка 700 топ-менеджеров предприятий в 10 отраслях и в 70 регионах страны. В результате исследования было выявлено, что только 6% руководителей дают оценку качеству станков и оборудования на предприятиях как соответствующих мировому уровню. При этом половина руководителей оценивают оборудование своих предприятий как устаревшее и плохого уровня [1].

Современную модернизацию за последние десятилетия провели порядка 1/3 предприятий, а еще у 1/3 комплексная модернизация была проведена более 30 лет назад. Большинство предприятий ориентировано на российский рынок, некоторые на рынок стран СНГ – 20%, и лишь 8% в качестве направлений сбыта рассматривают зарубежные рынки. Данное распределение свидетельствует о неконкурентоспособности продукции российских производителей на мировом рынке. Внедрение инновационных технологий на промышленных предприятиях – это залог успеха бизнеса. Многие предприятия, например, работающие в химической промышленности, металлургии, нефтехимии, проводят собственные или заказные научно-исследовательские разработки, что позволяет им иметь зарубежные контракты.

Активизирование инновационной способности регионального бюджета, привлечение в регион нанотехнологий – это передовой инструментарий для дальнейшего укрепления его экономики.

Торгово-промышленная палата России провела оценку инновационной продукции. Она составляет порядка 1% от общего объема выпуска. Согласно данным Роснано, к 2015 г. доля продукции, производимой в России, составила 4% на мировом рынке гражданской наукоемкой продукции. В то же время доля США составляет 36%, Японии – 30%.

Российский бизнес сильно уступает зарубежным компаниям по расходам на научные и конструкторские разработки. В рейтинге 1400 крупнейших компаний мира по затратам на НИОКР Россия представлена тремя участниками: Газпром, АвтоВАЗ, Лукойл. Внедрение инновационных проектов для российского бизнеса, привлечение современных технологий в регионы может стать перспективным инструментарием региональной экономики. Но могут возникнуть серьезные ограничения в социально-экономическом, административном плане, что может снизить инновационное развитие территорий.

В инновационном развитии регионов важную роль играет позиция бизнес-сообщества. В сегодняшних условиях неустойчивости внешней среды отсутствие конкуренции сдерживает бизнес от вложения инвестиций в рискованные инновационные проекты. Здесь важен вопрос внутренней мотивации бизнеса, а также создание условий, в которых бизнес будет работать. Главным инициатором современной инновационной деятельности должно стать государство, которое вкладывает бюджетные средства в стимулирование спроса на инновации. Ему необходимо вовлечь бизнес в данный процесс. Для этого требуются гарантии безубыточности совместных

проектов и мотивация инновационной деятельности [4].

На данном этапе развития нашей страны требуется ускорение процессов инновационной активности экономики. Для этого важна договоренность органов региональной власти и бизнес-сообщества по формированию взаимовыгодных условий для выполнения инновационных проектов. Федеральный закон ФЗ № 131 «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» послужил драйвером реализации диалога власти и бизнеса.

Мировой финансовый кризис обострил проблему финансовой обеспеченности при становлении современной системы муниципальной власти. Главное – это снижение доходной части местных бюджетов, зависимость местного самоуправления от бюджетов других уровней и, как следствие, замедление решения вопросов местного самоуправления. Социально-экономическое развитие территорий может попасть в зависимость от взаимодействия бизнес-структур с органами местного самоуправления. Необходимо формирование и определение показателей эффективности взаимодействия предпринимательских структур и органов власти. Нужны ориентиры для дальнейшего совершенствования процессов, взаимоотношений бизнеса и власти, определения перспектив инновационного развития территорий.

Органам местного самоуправления необходимо мобилизовать ресурсы как для решения первоочередных задач, так и комплексного развития территории. Для успешного выполнения своих полномочий они должны направить усилия на увеличение уровня финансовой обеспеченности и собственных доходов муниципального образования. Необходимо повысить эффективность расходной части местных бюджетов, добиться стабильности их доходов, создать условия для собираемости налогов для качественного и доступного предоставления муниципальных услуг. Основным налогом в доходной части бюджета остается налог на доходы физических лиц. Его удельный вес составляет почти 70%. Продуманная экономическая политика позволит увеличить налоговые поступления в местный бюджет от субъектов бизнеса. Эффективное сотрудничество бизнеса и власти поможет улучшить результативность механизма взаимодействия для улучшения социально-экономического развития территории. Необходимо выводить предпринимателей из тени, увеличивая тем самым число зарегистрированных субъектов малого бизнеса. Оформление наемных работников в соответствии с трудовым законодательством приведет к выплате официальной заработной платы и, как следствие, к своевременной уплате налогов в полном объеме. Органам местного самоуправления необходимо обеспечить позитивные условия для деятельности предпринимателей, защите интересов бизнеса через уменьшение административных барьеров, содействие в получении финансовых ресурсов – кредитов, дотаций, субсидий, земельных ресурсов, производственных площадей [5].

Заключение

У муниципальных образований на реализацию обязательств в социальной сфере не хватает бюджетных ресурсов. Для органов местного самоуправления хорошим сценарием взаимоотношений с бизнес-сообществом может стать модель, при которой предприниматели обеспечивают занятость местного населения, увеличивают наполняемость местных бюджетов, принимают участие в дофинансировании территорий. Хотя для бизнес-сообщества это приведет к снижению рентабельности производства, то есть увеличению финансовой нагрузки на бизнес.

Для максимизации полезности при участии в инвестиционных программах и определении преференций в своем бизнесе может сложиться институциональная модель взаимоотношений органов власти и предпринимательского сообщества, которое характеризуется неформальным обменом различных ресурсов при появлении дополнительной инвестиционной нагрузки, связанной с выполнением инновационных программ развития территорий.

Список литературы

1. Максимов В.В. Государственно-частное партнерство в транспортной инфраструктуре: критерии оценки концессионных конкурсов. – М.: Альпина Паблишерс, 2010. – 178 с.

2. Официальный сайт Всемирного банка [Электронный ресурс]: http://www.vsemirnyjbank.org.

3. Официальный сайт «Грант Торнтон Интернэшнл [Электронный ресурс]: http://www.gtrus.com; «Российский бизнес сильно насторожен» Экономика и жизнь № 14(9380) от 15.04.11.

4. Шавлюк М.В. Роль регионов в инновационном развитии России // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 12 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2016/12/74885 (дата обращения: 12.03.2017).

5. Экономическая безопасность России: уроки кризиса и перспективы роста / Под ред. В.А. Черешнева, А.И. Татаркина, М.В. Федорова. Т. 1. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2012. – 1312 с.

УДК 336.233.2

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕНСИОННОГО СТРАХОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Юзвович Л.И., Кузнецова Е.П.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: yuzvovich@bk.ru

Настоящая статья посвящена исследованию государственной системы управления, обеспечивающей базовые социальные гарантии стабильного развития общества. Пенсионная система Российской Федерации является одной из составляющих системы социальной защиты. Необходимость реформирования социальной сферы приобрела особое значение в период модернизации экономических процессов в России. В связи с этим основной целью научной статьи является выявление и изучение основных проблем Пенсионного фонда РФ, такие как дефицит бюджета Пенсионного фонда РФ и причины его возникновения, мораторий на использование накопительной части пенсии, повышение пенсионного возраста. Предметом исследования выступают экономические отношения, возникающие в процессе формирования пенсионного обеспечения в России. Методами научного исследования выступают приемы теоретического и эмпирического познания функционирования пенсионной системы России. В заключение обозначены рекомендации для успешного развития пенсионного обеспечения в России.

Ключевые слова: Пенсионный фонд РФ, индексация пенсий, негосударственный пенсионный фонд, дефицит бюджета, пенсионный возраст

MODERN PROBLEMS OF PENSION INSURANCE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Yuzvovich L.I., Kuznetsova E.P.

Ural Federal University, Ekaterinburg, e-mail: yuzvovich@bk.ru

This article is devoted to the study of state governance, providing basic social guarantee of sustainable development of society. The pension system of the Russian Federation is one of the components of the social protection system. The need to reform the social sector has assumed special importance in a period of modernization of economic processes in Russia. In this regard, the main purpose of this scientific article is to identify and study the main problems of the pension Fund of the Russian Federation, such as the budget deficit of the Pension Fund of the Russian Federation and its causes, the moratorium on the funded part of pensions, raising the retirement age. The subject of the research are economic relations arising in the process of formation of pension provision in Russia. Methods research are the methods of theoretical and empirical knowledge of the functioning of the pension system in Russia. In conclusion, the labeled recommendations for the successful development of pension provision in Russia.

Keywords: pension Fund, pension indexation, private pension Fund, the budget deficit, the retirement age

В настоящее время многие ученые-экономисты занимаются проблематикой пенсионного обеспечения, функционирования пенсионной системы Российской Федерации, негосударственных пенсионных фондов, и это является закономерным и естественным процессом, поскольку пенсионная система является одним из основных элементов социальной защиты населения [1, 7–9].

Пенсионная система России претерпела уже множество реформ. Последние глобальные изменения берут свое начало в 2012 г. с разработки Стратегии развития пенсионной системы Российской Федерации до 2030 г., где прописан постепенный план перехода к новой модели пенсионного обеспечения, целью которой является осуществление четкого разграничения страховой и накопительной частей пенсионных накоплений для удобства и качества регулирования их источников финансирования, а также переход на трехуровневый механизм формирования пенсионных прав (солидарная часть, корпоративная, индивидуально-накопительная), которая обеспечит сбалансированность и финансовую устойчивость пенсионной системы. Но сложная экономическая ситуация в стране сильно сократила темпы преобразований.

На сегодняшний день главной проблемой Пенсионного фонда РФ является дефицит бюджета, который на 2016 г. составляет 175,1 млрд руб. По предварительным прогнозам в 2017 г. дефицит составит 220,4 млрд руб., но для его сокращения было принято несколько дискуссионных решений, таких как:

- неполная индексация пенсий;
- отказ от индексации пенсий работающим пенсионерам;
- продление моратория на размещение накопительной части пенсии;
- упрощение процедуры розыска нелегальных рабочих путем расширения информационного взаимодействия между различными государственными ведомствами;

● повышение пенсионного возраста для госслужащих.

Индексация страховых пенсий в 2016 г. проходила в 2 этапа: первая индексация прошла в феврале, в ходе которой пенсии неработающим пенсионерам увеличили на 4%. От второй индексации Правительство РФ отказалось, заменив ее компенсационными выплатами в размере 5000 рублей в январе 2017 г. Денежные средства на данные компенсации были выделены из президентского резерва, сформированного в 2016 г. Принятые меры положительно отразились на пенсионерах, получающих минимальную пенсию, т.к. данная выплата покрывает индексацию, которая должна была быть проведена в 2016 г. Также единовременную выплату получили работающие пенсионеры, индексация пенсий которых была приостановлена с 2016 г. Но в минусе остались те, кто получает пенсию выше среднего уровня, т.к. при индексации их пенсий в полном объеме компенсационная выплата не покрывает инфляцию. Кроме того, единовременная выплата не изменит размер базы пенсионных выплат, подлежащих индексации в 2017 г. Вышеуказанные меры помогли сэкономить бюджету около 160 млрд руб., но при этом были нарушены права граждан на сохранность их сбережений, т.к. страховая пенсия каждый год должна индексироваться как минимум на уровень инфляции, то есть на 12,9% за 2016 г.

С 1 февраля 2017 г. страховые пенсии более 31,4 млн неработающих пенсионеров увеличились на 5,4% исходя из роста потребительских цен за 2016 г. По данным Росстата, инфляция в 2016 г. составила 5,4%, и ровно на эту величину индексируются страховые пенсии неработающих пенсионеров. Индексация пенсий на уровень инфляции за предыдущий год обеспечит сохранение покупательной способности страховой пенсии неработающих пенсионеров. Стоимость индивидуального пенсионного коэффициента (пенсионного балла), с учетом которого назначаются страховые пенсии, составляет 78,28 рубля (до 1 февраля 2017 г. – 74,27 рубля). Вместе со страховой пенсией на 5,4% проиндексирована фиксированная выплата к ней, ее размер составляет 4805,11 рубля [6].

Одновременно с индексацией страховых пенсий с 1 февраля на 5,4% индексируется ежемесячная денежная выплата (ЕДВ), самая массовая социальная выплата в России. В настоящее время Пенсионный фонд выплачивает ее 15,6 млн федеральных льготников, включая инвалидов, ветеранов боевых действий, граждан, подвергшихся воздействию радиации, Героев Советского Союза и России, Героев Социалистического Труда и других граждан. Размер индексации ЕДВ определен исходя из роста потребительских цен за 2016 г. Средства на увеличение ЕДВ, предусмотренные в бюджете ПФР на 2017 г., составляют 21,3 млрд рублей. Общие расходы на выплату всех видов ЕДВ с учетом индексации запланированы в бюджете ПФР в размере 450,9 млрд рублей [6].

Таким образом, с февраля 2017 г. Пенсионный фонд России перешел к выплате повышенных на 5,4% всех видов страховых пенсий: по старости, по инвалидности, по случаю потери кормильца неработающим пенсионерам. Работающие пенсионеры будут получать пенсию с учетом индексации после завершения трудовой деятельности. В бюджете Пенсионного фонда РФ на 2017 г. заложена индексация на 5,8%, поэтому решено провести индексацию в 2 этапа: первая – в феврале 2017 г. на 5,4%, вторая – в апреле на 0,4%. Для работающих пенсионеров прибавка к пенсии в 2017 г. не предусмотрена, в августе 2017 г. добавят к страховой пенсии не более 3 пенсионных баллов. После окончания трудовой деятельности Пенсионный фонд проведет индексацию страховой пенсии на все пропущенные индексации.

В 2016 г. продлен мораторий на размещение накопительной части пенсии. Все поступающие от работодателей средства в течение 2016 г. будут продолжать поступать на формирование страховой части. За счет «заморозки» пенсионных накоплений правительство планирует получить 342,2 млрд рублей. Данные меры также помогут сбалансировать бюджет ПФР, но в то же время лишают экономику «длинных» денег: в результате изъятия пенсионных накоплений в 2014–2016 гг. в распределительную систему экономика недополучит около 1 трлн рублей.

Мораторий на использование накопительной части пенсии негосударственными пенсионными фондами (НПФ) был связан еще и с тем, что к концу 2015 г. фонды с лицензией по обязательному пенсионному страхованию должны были акционироваться, пройти проверку ЦБ РФ и вступить в систему гарантирования. В результате основная часть фондов, и в первую очередь крупнейшие участники рынка, доказали свою надежность и эффективность. По итогам проверок со стороны ЦБ РФ в систему гарантирования пенсионных накоплений вступили 38 НПФ.

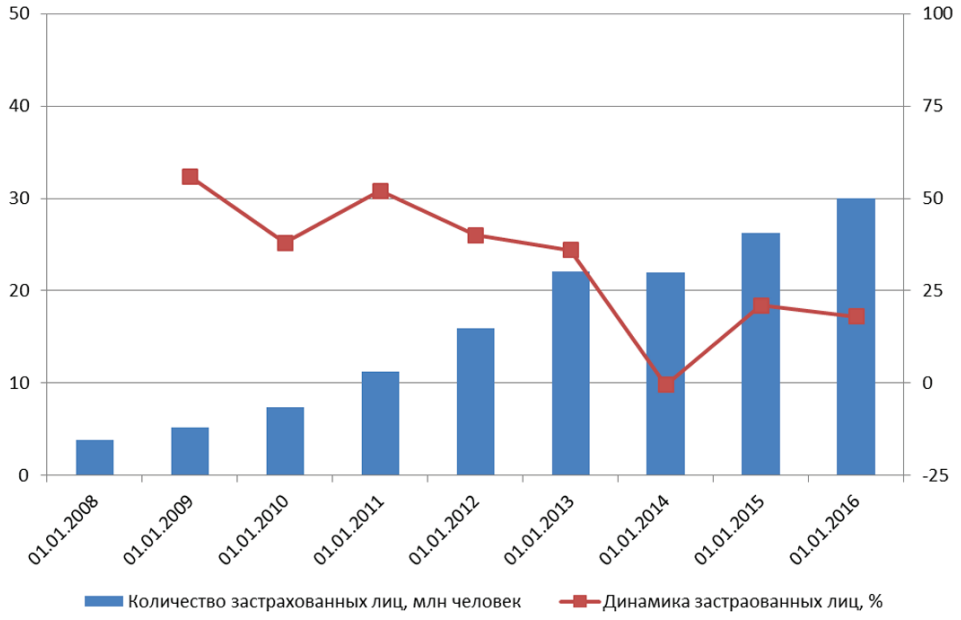
В конце декабря 2015 г. был зафиксирован ажиотажный спрос на перевод пенсионных накоплений в НПФ, после того,

как правительство решило не продлевать право на выбор накопительной пенсии. За 2015 год число застрахованных лиц – клиентов негосударственных пенсионных фондов увеличилось на 19% и составило на 31.12.2015 26,3 млн чел., или 33,5% от всех занятых (рисунок).

Значительное увеличение заявлений о переходе в негосударственный пенсионный фонд было связано не только с заинтересованностью граждан, но и с активизацией продажных кампаний в страховых компаниях и отделениях банков. Как показала практика, та часть населения, которая заинтересована и осведомлена о пенсионных реформах, к концу 2015 г. уже перевела свои накопления в выбранный негосударственный пенсионный фонд или управляющую компанию. Благодаря активным продажам удалось заключить договор в основном с теми, кто еще не задумывался о своей будущей пенсии, и главным аргументом служило то, что 2015 г. является решающим для выбора способа дальнейшего формирования будущей пенсии.

Малая заинтересованность и информированность граждан о формировании пенсионных накоплений и нюансах их перевода из Пенсионного фонда России в негосударственный пенсионный фонд или между негосударственными пенсионными фондами увеличивает потери как компаний, так и граждан. По принятому в 2013 г. закону пенсионные накопления можно переводить из фонда в фонд не раньше, чем раз в пять лет, если гражданин хочет сохранить накопленный инвестиционный доход. Фонд можно менять и чаще, но в этом случае инвестиционный доход остается у предыдущего фонда, а в новый фонд переводится номинал накоплений. По данным Пенсионного фонда России миллион человек из написавших заявление о переводе своих пенсионных накоплений в 2015 г. потеряли инвестиционный доход, их общие потери составили 3,8–4 млрд руб. Из них около 2 млрд руб. осталось в Пенсионном фонде [4, 5].

Также одной из важнейших проблем пенсионной системы является вопрос о повышении пенсионного возраста. На сегодняшний день в России самый низкий возраст выхода на пенсию – женщины 55 лет, мужчины 60 лет. С 1 января 2017 г. вступили в силу первые изменения по данному вопросу: предусмотрено постепенное, ежегодно по полгода, увеличение пенсионного возраста, дающего право на назначение и выплату страховой пенсии по старости государственным гражданским служащим, муниципальным служащим, а также лицам, которые занимают государственные должности РФ, государственные должности в регионах, а также муниципальные должности [3]. Таким образом, пенсионный возраст мужчин будет увеличен до 65 лет, у женщин – до 63 лет. Также предусматривается постепенное увеличение минимального стажа государственной гражданской службы, дающего право на назначение пенсии за выслугу лет и определение её размера, с 15 до 20 лет.



По итогам переходной кампании 2015 г. число застрахованных лиц, формирующих свои накопления в НПФ, достигло 30 млн [2]

Кроме того, увеличивается минимальная продолжительность исполнения полномочий депутатов Госдумы и членов Совета Федерации для получения права на доплату к страховой пенсии по старости в размере 55% с одного года до пяти лет, а также увеличение срока исполнения полномочий, необходимого для получения выплаты в повышенном размере – 75% – с 3 лет до 10 лет и более.

Неофициальное трудоустройство также является одной из основных проблем Пенсионного фонда РФ. За 2016 год количество неофициально трудоустроенных граждан составило 1,6 млн чел. (выявленные факты нарушения законодательства). Потери Пенсионного фонда от неофициального трудоустройства оцениваются в 1,3–1,5 трлн руб. [3]. Проект по легализации неофициально устроенных граждан возглавляет Федеральная служба по труду и занятости РФ, в регионах созданы межведомственные комиссии, а в муниципалитетах рабочие группы. Перечисленные органы взаимодействуют с местными отделениями пенсионных фондов, фондов социального страхования, налоговых служб и службами занятости населения для выявления фактов неофициального трудоустройства. Также они следят за вызывающими подозрения предприятиями. Проект легализации трудового рынка уже позволил пополнить бюджет Пенсионного фонда на 15 млрд руб.[3], но процесс взаимодействия органов между собой очень бюрократизирован и отнимает много времени, т.к. муниципальные органы власти не имеют доступа к персональным данным граждан, в том числе сведениям о фактах их работы, хранящихся в базах Пенсионного фонда. Для решения данной проблемы был разработан законопроект о расширении информационного взаимодействия между различными ведомствами, что упростит процедуру выявления нелегальных трудовых отношений. Рассмотрение и принятие данного законопроекта останавливает лишь то, что доступ к персональным данным граждан получит большая группа лиц, находящихся на государственных должностях, и, несмотря на предусмотренную ответственность за незаконное использование персональных данных, есть риск, что данная информация окажется в распоряжении третьих лиц, например коллекторских агентств.

Проблему неофициального трудоустройства также помогает решить новая формула расчета будущей пенсии. С 1 января 2015 г. было введено понятие «Индивидуальный пенсионный коэффициент» (пенсионный балл). В самом общем плане «балльная формула» формирования пенсионных прав сводится к тому, что за каждый год трудового стажа застрахованное лицо приобретает определенное количество баллов, общая сумма которых после завершения трудового этапа в жизни человека и наступления права на соответствующий вид пенсии конвертируется в денежный эквивалент путем умножения на актуальную стоимость одного балла [8]. На данный момент для получения гарантированной пенсии необходим трудовой стаж в 5 лет. В связи с ухудшением демографической ситуации и увеличением дефицита бюджета Пенсионного фонда планируется увеличить минимальное значение трудового стажа до 15 лет. Данные меры вынуждают граждан, заинтересованных в получении и накоплении будущей пенсии, заключать официальные трудовые договоры с работодателем.

Новая формула также стимулирует население к более позднему выходу на пенсию, т.к. работающим пенсионерам начисляется большее количество баллов. Как было указано выше, в 2017 г. им будет начислено до 3 дополнительных балла. Данные преобразования позволяют увеличить поступления страховых взносов в бюджет Пенсионного фонда и временно сократить расходы на выплату текущих пенсий.

Сложная экономическая ситуация в стране кардинально изменила намеченные цели постепенного перехода к новой модели пенсионного обеспечения, одной из основных задач которой было стимулирование наемных рабочих и самозанятого населения к личному участию в формировании пенсионных накоплений. Все вышеперечисленные меры сокращают дефицит бюджета ПФР, но формируют негативное настроение и недоверие со стороны населения. Государству на данный момент удалось выполнить лишь одну из поставленных задач: усиление государственного регулирования и непосредственного участия государства в гарантировании финансовой обеспеченности выплаты всех видов пенсий. В рамках новой пенсионной реформы была создана двухуровневая система гарантирования сохранности пенсионных накоплений [8]: каждый страховщик обязан создавать внутренний фонд гарантирования пенсионных накоплений, который предназначен для покрытия убытков от деятельности фонда, также создана государственная система гарантирования пенсионных накоплений, которая позволяет негосударственному пенсионному фонду получить лицензию

на осуществление своей деятельности и сохранить сумму всех отчислений застрахованных (без сохранения полученного дохода) в случае отзыва у негосударственного пенсионного фонда лицензии, банкротства фонда либо недостаточности пенсионных накоплений.

Также одной из основных стратегических целей реформы была сбалансированность и долгосрочная финансовая устойчивость бюджета Пенсионного фонда путем создания трехуровневой системы отчисления пенсионных накоплений, но, как было отмечено выше, принятые за последние годы меры сильно тормозят формирование корпоративной и индивидуально-накопительной частей.

Таким образом, для продолжения реализации намеченных целей в первую очередь необходимо повысить доверие граждан к системе пенсионного страхования, путем соблюдения законодательства и реализации прав населения на сохранность их пенсионных сбережений. Кроме того, необходимо повышение финансовой грамотности граждан для сокращения потерь в результате воздействия на них при помощи агрессивных техник продаж со стороны менеджеров банков и страховых компаний, которые ввиду ограниченности времени переходной кампании озвучивают клиенту только положительные стороны перехода в новый негосударственный фонд.

Список литературы

1. Абылова А.М., Яруллин Р.Р. Пенсионный фонд России, современные проблемы его функционирования // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2016. – № 5. – С. 13–14.

2. Будущее пенсионного рынка: НПФ стали стратегическими инвесторами. Официальный сайт рейтингового агентства «ЭкспертРа» [электронный путеводитель]. Режим доступа: http://raexpert.ru (дата обращения: 18.01.2017).

3. Максим Топилин «Неверно считать пенсионную систему дефицитной». Официальный сайт информационного агентства «РосБизнесКонсалтинг» [электронный путеводитель]. Режим доступа: http://www. rbc.ru (дата обращения: 27.01.2017).

4. О бюджете Пенсионного фонда Российской Федерации на 2016 год: федеральный закон от 14.12.2015 N 364-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http//consultant.ru.

5. Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации: федеральный закон от 15.12.2001 № 167-ФЗ (ред. от 14.12.2015) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http//consultant.ru (дата обращения: 12.05.2015).

6. Официальный сайт Пенсионного фонда Российской Федерации [электронный путеводитель]. Режим доступа: http://www.pfrf .ru (дата обращения: 01.02.2017). С 1 февраля страховые пенсии и социальные выплаты россиян увеличиваются на 5,4 %. http://www.pfrf.ru/press_center.

7. Ситдикова А.Р. Современное состояние и проблемы пенсионного обеспечения в Российской федерации // Материалы международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития». – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 210–212.

8. Соловьев А.К. Проблемы эффективности пенсионной системы России в условиях реформы // Мир новой экономики. – 2014. – № 4. – С. 39–50.

9. Тётушкин В.А. Маркетинговый анализ рынка негосударственных пенсионных фондов: проблемы и прогнозы // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – № 29. – С. 23–37.