ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 4 2017
Часть 2

ISSN 1812-7339

Журнал издается с 2003 г.

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

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

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

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

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

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Журнал «Фундаментальные исследования» зарегистрирован 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 26.04.2017

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. 23,38
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)

СИНТЕЗ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕТКИ СВЕТОПРОВОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ
Архипов С.В., Дамдинов Б.Б. *237*

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ДЕХЛОРИРОВАНИЯ ПХБ МАСЛА («СОВТОЛ-10») В ПРИСУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ
Джаванширова А.А., Искендерова З.И., Абдуллаев Э.Т., Гурбанов М.А. *242*

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ОСНОВЕ БИОЦИДНЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ С АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ
Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Карпушин С.Н., Воронов П.В., Родин А.И., Болдина И.В. *247*

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ И СИЛОВОЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНШЕЕКОПАТЕЛЕМ
Карташова Т.П., Лазариди К.М., Шошиашвили М.Э., Шошиашвили И.С. *257*

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ У ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА
Кокарев А.С., Решетников Д.В., Дьяков А.Н., Шунин И.В. *262*

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЭСТАКАД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
Кувыкин В.И., Кувыкина Е.В. *266*

О НЕКОТОРЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ ИНСТРУМЕНТАРИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФУНКЦИЙ В СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРАХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
Медведев А.В., Муравьев С.А., Пинаев В.А., Славолюбова Я.В. *271*

ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ НА ПРИМЕРЕ KUKA KR 10
Невмержицкий М.Н., Вара А.В., Ноткин Б.С., Змеу К.В. *276*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИНЫ ПЛАВАЮЩЕГО ДЕФЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КРИТЕРИЯ ХИ-КВАДРАТ И ОДНОФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ANOVA
Петросян Г.С., Титов В.А. *285*

ЛОКАЛЬНО АНИЗОТРОПНОЕ ГАУССОВСКОЕ СГЛАЖИВАНИЕ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СНЕЖНО-ЛЕДОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ АРКТИКИ
Путинцев Д.Н., Арлазаров Н.В., Слугин Д.Г. *291*

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНГИБИТОРЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ АСФАЛЬТО-СМОЛИСТЫХ И ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
Фарлеева А.Ф., Гараськина М.Н., Сидоров Г.М., Грохотова Е.В., Габдулхаков Р.Р. *297*

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ – МОДИФИКАТОРЫ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ
Чернышова А.В., Лаптиева В.С., Филатова В.В., Пугачева И.Н. *305*

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРОДА В ЭЛЕКТРОДАХ НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ
Язвинская Н.Н. *310*

Экономические науки (08.00.00)

АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕНОВАЦИИ ЗДАНИЙ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ
Бабенко Г.В., Лукин М.В. 314

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЛОГОВЫХ ОРГАНОВ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН
Билалова И.М., Мамедова А.Р. 320

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ С РАЗВИТИЕМ ТУРИСТСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА
Бушуева И.П., Климова Т.В. 325

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИЙ КОНКУРЕНЦИИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКЕ
Волошин А.В., Александров Ю.Л. 330

СУЩНОСТЬ, СПЕЦИФИКА И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ
Гатауллин Р.Ф., Каримов А.Г., Аслаева С.Ш. 339

АНАЛИЗ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ КОРПОРАЦИИ ПО СТРАХОВАНИЮ ВКЛАДОВ США
Земцов А.А., Цибульникова В.Ю. 344

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА НАЛОГА НА ДОХОДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В РЕГИОНАХ РФ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ
Исмиханов З.Н., Ремиханова Д.А., Рабаданова З.Р. 351

АНАЛИЗ ОТРАСЛЕВЫХ ТРЕНДОВ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ БАЗОВЫХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ОТРАСЛЕЙ
Кожевина О.В., Трифонов П.В. 358

К ВОПРОСУ О РОЛИ ПРОФСОЮЗОВ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ
Лукьянчикова Т.Л., Ямщикова Т.Н., Суханов Д.А. 363

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВ: СПЕЦИФИКА И ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА
Нанакина Ю.С. 369

ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ И КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕНЕВОЙ ЗАНЯТОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
Пескова Д.Р. 374

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РОССИИ
Подопригора И.В., Золотарева Г.А. 379

К ВОПРОСУ О РАЗМЕЩЕНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Попов П.В., Шевченко О.В., Морозов А.В., Скачков Д.А. 384

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕНЕЖНОГО ПОТОКА
Приображенская В.В., Шабалина У.М. 388

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Сиднина В.Л. *396*

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИЙ ПРИГОРОДНЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)
Соколова С.А., Игнатова В.И., Антонова Е.А., Савина А.А. *401*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАК ТИП СИСТЕМЫ, КАК ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ И КАК ОБРАЗ
Федин С.В. *406*

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКЦИОНЕРНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Якупова Н.М., Левачкова С.Ю. *411*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

SYNTHESIS OF THE FINITE ELEMENT MESH OF PHOTOCONDUCTIVE MATERIAL BY NEURAL NETWORK METHODS
Arkhipov S.V., Damdinov B.B. *237*

KINETICS OF RADIATION-CHEMICAL DECHLORINATION OF PCB OIL («SOVTOL-10») IN THE PRESENCE OF ORGANIC SOLVENTS
Dzhavanshirova A.A., Iskenderova Z.I., Abdullaev E.T., Gurbanov M.A. *242*

CORROSION RESISTANCE OF CEMENT COMPOSITES MADE ON THE BASIS OF BIOCIDAL PORTLAND CEMENT WITH ACTIVE MINERAL ADDITIVES
Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Karpushin S.N., Voronov P.V., Rodin A.I., Boldina I.V. *247*

KINEMATIC AND POWER ANALYSIS MECHANISM OF MOVING THE WORKING BODY OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TRENCHERS
Kartashova T.P., Lazaridi K.M., Shoshiashvili M.E., Shoshiashvili I.S. *257*

REQUIREMENTS FOR THE PROGRAM OF FORMATION OF SKILLS OF LOCALIZATION OF EQUIPMENT FAILURES AT THE TECHNICAL STAFF
Kokarev A.S., Reshetnikov D.V., Dyakov A.N., Shunin I.V. *262*

QUEUEING THEORY APPLICATION FOR OIL REFINERY RAILWAY RACK MODELLING
Kuvykin V.I., Kuvykina E.V. *266*

ON SOME APPLICATIONS OF FUNCTION'S MULTIPARAMETER ANALYSIS IN THE SITUATION CENTERS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT
Medvedev A.V., Muravev S.A., Pinaev V.A., Slavolyubova Ya.V. *271*

PRACTICAL ISSUES OF EXPERIMENTAL STRUCTURAL DYNAMICS ANALYSIS OF INDUSTRIAL ROBOTS USING KUKA KR 10
Nevmerzhitskiy M.N., Vara A.V., Notkin B.S., Zmeu K.V. *276*

INTERMITTENT SOFTWARE DEFECTS LOCALIZATION USINGCHI-SUARED TEST AND ONE-WAY ANOVA
Petrosyan G.S., Titov V.A. *285*

LOCAL ANISOTROPIC GAUSSIAN SMOOTHING COLOR IMAGE OF SNOW-ICE SURFACE OF THE ARCTIC
Putintsev D.N., Arlazarov N.V., Slugin D.G. *291*

INTEGRATED INHIBITORS FOR REMOVING ASPHALT AND PARAFFIN SEDIMENTS TARRY
Farleeva A.F., Garaskina M.N., Sidorov G.M., Grokhotova E.V., Gabdulkhakov R.R. *297*

MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES – MODIFIERS EMULSION RUBBERS
Chernyshova A.V., Laptieva V.S., Filatova V.V., Pugacheva I.N. *305*

CONTENT OF HYDROGEN IN THE ELECTRODES OF NICKEL-CADMIUM BATTERIES WITH DIFFERENT TIMING OF THEIR OPERATION
Yazvinskaya N.N. *310*

Economic sciences (08.00.00)

ANALYSIS OF WORLD TENDENCIES AND FOREIGN EXPERIENCE OF ECONOMIC PROVIDING SOLUTION OF TASKS OF RENOVATION OF BUILDINGS OF CITY AGGLOMERATIONS
Babenko G.V., Lukin M.V. *314*

EFFICIENCY EVALUATION OF ACTIVITIES OF TAX AUTHORITIES IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN
Bilalova E.M., Mamedova A.R. *320*

INTERRELATION OF FUNCTIONING OF SOCIAL POLICY WITH DEVELOPMENT OF THE TOURIST ENTITIES IN THE REGION
Bushueva I.P., Klimova T.V. *325*

THE EVOLUTION OF THEORIES OF COMPETITION AND COMPETITIVENESS IN THE ECONOMIC SCIENCE
Voloshin A.V., Aleksandrov Yu.L. *330*

ESSENCE, SPECIFICITY AND KEY FACTORS POLARIZATION OF TERRITORIAL SYSTEMS
Gataullin R.F., Karimov A.G., Aslaeva S.Sh. *339*

FEDERAL DEPOSIT INSURANCE CORPORATION STAGES DEVELOPMENT ANALYSIS IN THE USA
Zemtsov A.A., Tsibulnikova V.Yu. *344*

ESTIMATES INCOME TAX OF INDIVIDUALS IN RUSSIAN REGIONS THROUGH REGRESSION MODEL
Ismikhanov Z.N., Remikhanova D.A., Rabadanova Z.R. *351*

ANALYSIS OF INDUSTRY TRENDS OF THE RUSSIAN ECONOMY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE BASIC PRINCIPLES OF DIFFERENT TYPES OF INDUSTRIES
Kozhevina O.V., Trifonov P.V. *358*

THE QUESTION OF THE ROLE OF TRADE UNIONS: A REGIONAL PERSPECTIVE
Lukyanchikova T.L., Yamschikova T.N., Sukhanov D.A. *363*

MACROECONOMIC INDICATORS OF CONSUMER ACTIVITY OF HOUSEHOLDS: SPECIFICS AND PROBLEMS OF THE ACCOUNT
Nanakina Yu.S. *369*

PECULIARITIES OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE EVALUATION OF SHADOW EMPLOYMENT IN AGRICULTURE
Peskova D.R. *374*

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE ECONOMIC GROWTH OF RUSSIA
Podoprigora I.V., Zolotareva G.A. *379*

THE ISSUE OF PLACEMENT LOGISTICS CENTRES IN THE RUSSIAN FEDERATION
Popov P.V., Shevchenko O.V., Morozov A.V., Skachkov D.A. *384*

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE ENTERPRISE PRODUCTION SCOPE BASED ON INDICATORS OF THE CASH FLOW
Priobrazhenskaya V.V., Shabalina U.M. *388*

FEATURES RESEARCH METHODOLOGY SUSTAINABILITY
REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS
Sidnina V.L. *396*

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE INNOVATIVE
POTENTIAL OF TERRITORIES OF SUBURBAN ZONES
(ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION)
Sokolova S.A., Ignatova V.I., Antonova E.A., Savina A.A. *401*

TYPE-MODELS, INSTRUMENT-MODELS AND IMAGE-MODELS IN ECONOMICS
Fedin S.V. *406*

THE MODEL OF INVESTMENT DECISION MANAGEMENT COMPANY
STATE JOINT STOCK OWNERSHIP
Yakupova N.M., Levachkova S.Yu. *411*

УДК 004.89: 519.6

СИНТЕЗ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕТКИ СВЕТОПРОВОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Архипов С.В., Дамдинов Б.Б.

ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», Улан-Удэ, e-mail: svarkh@bsu.ru, dababa@mail.ru

Работа посвящена проблеме синтеза конечно-элементных сеток светопроводящих материалов на основе нейросетевых алгоритмов самоорганизующихся карт Кохонена (SOM). Приведен улучшенный композиционный алгоритм и его программная реализация построения конечно-элементной сетки для пространственной области, характеризующейся наличием узких светопроводящих каналов. поперечные размеры которых несоизмеримо меньше размеров области, а длина сопоставима с ее диаметром. В композиционном алгоритме выделены четыре этапа соответствующие предварительному уточнению области, уточнению области относительно внешней границы, удалению узлов сети и упорядочения. Обсуждены особенности адаптации границ светопроводящих каналов и пересчета матрицы расстояний между узлами сети. Для получения лучшего результата в композиционном алгоритме после этапа удаления узлов, вышедших за границу области, предлагается вместо сеточного расстояния использовать кратчайшее расстояние между узлами графа. Полученная конечно-элементная сеть найдет свое применение в задачах численного моделирования физических свойств светопроводящих материалов с использованием современных CAE-систем инженерного анализа.

Ключевые слова: конечно-элементная сетка, светопроводящий материал, нейросетевые алгоритмы, самоорганизующиеся карты SOM

SYNTHESIS OF THE FINITE ELEMENT MESH OF PHOTOCONDUCTIVE MATERIAL BY NEURAL NETWORK METHODS

Arkhipov S.V., Damdinov B.B.

Federal Government Budget Educational Institution of Higher Education Buryat State University, Ulan-Ude, e-mail: svarkh@bsu.ru, dababa@mail.ru

The paper deals with the problem of finite element mesh generation of photoconductive materials on the basis of neural network model of Kokhonen Self-Organizing Maps (SOM). The improved composite algorithm and its program realization of finite element mesh generation for spatial domain are presented here. In addition this spatial domain is characterized by narrow photo/light conducting channels which cross dimensions are much smaller than spatial domain size and its length is comparable to domain's diameter. The composite algorithm includes four stages corresponding to preliminary specification of domain, specification of domain relatively outline border, and deleting nodes from the mesh and sorting. The paper analyses adaptation trends of domain boundary of photo/light conducting channels and recalculation of a matrix of distances between mesh nodes. For best result, it is recommended to use the shortest distance between graph nodes instead of grid distance at the stage of deleting nodes which are out of outline border. The received finite element mesh will find the application in tasks of numerical modeling of physical properties of photoconductive materials with use of the modern CAE (computer-aided engineering analysis) sytems.

Keywords: finite element mesh, photoconductive material, algorithms of neural network, self-organizing maps (SOM)

Развитие новых технологий солнечной энергетики [4] инспирирует исследования в области численного моделирования физических свойств светопроводящих материалов с использованием современных CAE-систем инженерного анализа.

Расчетная часть современных CAE-пакетов чаще всего базируется на методе конечных элементов. Как известно, решение задач МКЭ требует дискретизации исследуемого объекта на конечное множество элементов. Требования к точности вычислений подразумевают создание не менее десятка тысяч конечных элементов, поэтому в дополнение к основным расчетным модулям создаются и алгоритмы генерации разбиения.

В настоящее время высокую эффективность построения адаптивных сеток с заданной плотностью на сложной физической области демонстрируют нейросетевые алгоритмы [1–3], в основе которых лежат идеи чередования базового алгоритма [5] SOM для внутренних и внешних узлов сетки, а также усовершенствования функции соседства нейронов.

Применение существующих нейросетевых алгоритмов для задачи синтеза конечно-элементной сетки пространственной области, характеризующейся наличием узких светопроводящих каналов, поперечные размеры которых несоизмеримо меньше размеров области, а длина сопоставима с ее диаметром, приводит к вырезу лишних узлов сети и наличию самопересечений сети на этапе упорядочения.

В данной работе предложены улучшенный композиционный нейросетевой алгоритм построения конечно-элементной сетки про-

странственной области, характеризующейся наличием узких светопроводящих каналов, длина которых сопоставима с диаметром области, программная реализация и апробация предложенных алгоритмов, рекомендации по выбору параметров обучения.

Краткое описание нейросетевых алгоритмов

Пусть в многосвязной области G выделены внутренние границы $G_1, G_2, \ldots, G_{n-1}$, внешняя граница G_n и внутренность G_{n+1}. $W_{ijk} = N \times N \times N$ – равномерная кубическая сетка. Подмножество W_n описывает узлы G_n, $W_{n+1} - G_{n+1}$, $W_1, W_2, \ldots, W_{n-1} - G_1, G_2, \ldots, G_{n-1}$.

В этих обозначениях модифицированный алгоритм [2] представлен последовательностью:

1. Устанавливаются начальные веса w_{ijk} всех нейронов в вершинах трех-мерной сетки.

2. На первой макроитерации ($s = 1$) дискретного времени $t \in [1, t_0]$ выполняется:

2.1. Генерируется случайная точка $x(t)$ во всей области G.

2.2. Определяется нейрон победитель в евклидовой метрике d. Фиксируются сеточные координаты нейрона победителя $i_{BMU}, j_{BMU}, k_{BMU}$ (*BMU – best matching unit*) для образца $x(t)$.

2.3. Настраиваются новые весовые значения нейронов сети по формуле

$$w_{ijk}(t+1) = w_{ijk}(t) + \theta(t, i_{BMU}, j_{BMU}, k_{BMU}, i, j, k)(x(t) - w_{ijk}(t)), \quad (1)$$

где

$$\theta(t, i_{BMU}, j_{BMU}, k_{BMU}, i, j, k) = \delta(t) h(d, t) \quad (2)$$

– функция соседства нейронов, $\delta(t)$ – скорости обучения, $h(d,t)$ – расстояния.

3. Осуществление вырезов:

3.1. Удаление нейронов, попавших в полости области G.

3.2. Определение внутренних границ сетки $W_1, W_2, \ldots, W_{n-1}$.

4. На каждой макроитерации $s > 1$ выполняется:

4.1. В течение $T_1(s)$ итераций:

4.1.1. Генерируется случайная точка $x(t)$ на одной из границ $G_1, G_2, \ldots, G_n$.

4.1.2. Определяется *BMU* из граничных узлов сетки, индексы которых входят в W_i.

4.1.3. Настраиваются новые весовые значения граничных узлов W_i по формуле (1).

4.2. В течение $T_2(s)$ итераций:

4.2.1. Генерируется случайная точка $x(t)$ во всей области G.

4.2.2. Определяется нейрон победитель *BMU* среди всех узлов сетки.

4.2.3. Если в шаге 4.2.2 победил нейрон сетки, индексы которого входят в $W_i, i = \overline{1,n}$, то случайно сгенерированная точка $x(t)$ заменяется на этот нейрон.

4.2.4. Настраиваются новые весовые значения внутренних узлов W_{n+1} по формуле (1).

5. Повторяются макроитерации до тех пор, пока изменения положений узлов не станут достаточно малыми.

Здесь и в работе [2] рассмотрена упрощенная функция соседства (2). За скорость обучения выбрана убывающая степенная функция $\delta(t) = t^{-0,2}$, за функцию расстояния – функция Гаусса $h(d,t) = e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2(t)}}$, где $\sigma(t) = a \cdot t^{-0,2}$ – радиус обучения,

$$a(t) = \begin{cases} \dfrac{a(t_0) - a(1)}{t_0}(t_0 - t) + a(1), \text{ при } 1 \le t \le t_0 \\ a(t_0)\left(1 - e^{\frac{5(t - t_{\max} - t_0)}{t_{\max} + t_0}}\right)(0,005)^{\frac{t - t_0}{t_{\max} - t_o}} + a_{\min}, \text{ при } t_0 < t \le t_{\max} \end{cases}. \quad (3)$$

В представленном алгоритме в качестве расстояния d в формуле (2) используется сеточное расстояние

$$d^2 = (i_{BMU} - i)^2 + (j_{BMU} - j)^2 + (k_{BMU} - k)^2. \quad (4)$$

Постановка задачи

Применение изложенного алгоритма для области, характеризующейся наличием узких светопроводящих каналов, приводит к некачественному построению сети еще на этапе уточнения (рис. 1).

Как видно из рис. 1, при оптимальных значениях радиуса обучения [2] сеть не покрывает всю длину светопроводящих каналов. Значительное уменьшение радиуса обучения исправляет эту ошибку, однако при больших перемещениях характерных для этапа уточнения, это приводит к нарушению гладкости и ухудшению качества построения сети.

Кроме того, на этапе упорядочения в области внутренних границ световых каналов возникают самопересечения сети и артефакты. Это объясняется тем, что латеральные связи произвольной пары узлов внутренней границы $W_i, i = \overline{1,n-1}$, разделенных узким светопроводящим каналом,

остаются такими же сильными, как и для узлов внутренней области W_{n+1} с тем же сеточным расстоянием. Вполне естественно предположить, что при ослаблении латеральных связей между такими узлами можно снизить указанный негативный эффект.

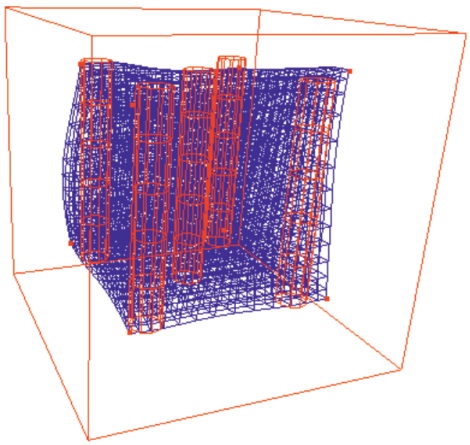


Рис. 1. Итоговое расположение сетки на этапе уточнения

Таким образом, для решения проблемы качественного построения конечно-элементной сетки светопроводящего материала необходимо:

1. Разработать алгоритм, позволяющий покрыть светопроводящие каналы до этапа удаления узлов при условии сохранения оптимального значения радиуса обучения.

2. Разработать способ ослабления латеральных связей между узлами, разделенными узким светопроводящим каналом.

Основные идеи

Для правильной адаптации светопроводящих каналов предлагается ввести дополнительный этап обучения, состоящий в уточнении области относительно внешней границы.

3. Уточнение области относительно внешней границы:

3.1. В течении $T_1(0)$ итераций:

3.1.1. Генерируется случайная точка $x(t)$ на внешней границе области G.

3.1.2. Определяется нейрон победитель *BMU* из граничных узлов W_n.

3.1.3. Настраиваются новые весовые значения граничных узлов по формуле (1).

3.2. В течение $T_2(0)$ итераций:

3.2.1. Генерируется случайная точка $x(t)$ во всей области G.

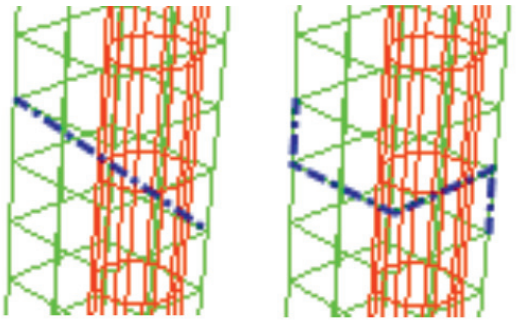
3.2.2. Определяется нейрон победитель *BMU* среди всех узлов сетки.

3.2.3. Если в шаге 3.2.2 победил нейрон, индексы которого входят в W_n, то случайно сгенерированная точка $x(t)$ заменяется на этот нейрон.

3.2.4. Настраиваются новые весовые значения W_{n+1} по формуле (1).

Данный этап вводится перед удалением лишних узлов сетки при рекомендованных [2] значениях радиуса обучения. Таким образом, в новом композиционном алгоритме выделяются четыре этапа обучения соответствующих предварительному уточнению области, уточнению области относительно внешней границы, удалению лишних нейронов и упорядочения.

Корректировка латеральных связей. Удаление нейрона относительно начальной топологии сети влечет к удалению всех смежных связей нейрона. В измененной таким образом сети уже неестественно использовать формулу сеточного расстояния (4), т.к. она не представляет собой функцию кратчайшего расстояния (рис. 2, *а*).



а *б*

Рис. 2. Схема расчета сеточного расстояния для узлов внутренней границы: а – без учета топологии сети, б – с учетом топологии сети

Изменим функцию d из (4), так чтобы она представляла собой функцию кратчайшего расстояния между двумя узлами сети на многосвязной области (рис. 2, *б*).

В отличие от односвязной области, определение расстояния между точками многосвязной области не является тривиальной задачей и требует отдельного решения.

Поскольку количество узлов сети конечно, это позволяет поставить задачу в терминах теории графов. В такой интерпретации нейрон – это вершина графа, его связи – ребра. Если для пары узлов существует соединяющий отрезок, лежащий в пределах многосвязной области, соответствующей топологии нейросети, то в графе существует ребро, вес которого равен длине отрезка. Отметим, что построенный таким образом граф, при умеренном коли-

честве вырезов и достаточно большом N, является плотным.

Таким образом, под функцией d будем подразумевать кратчайшее расстояние в графе между вершинами соответствующими узлу-победителю и узлу, выбранному в процессе пересчета весов нейронной сети.

В данной работе для расчета кратчайшего расстояния выбран алгоритм Флойда – Уоршела [4]. Это динамический алгоритм для нахождения кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа со сложностью $O(n^3)$.

Расчет кратчайших расстояний в графе осуществляется после удаления узлов, вышедших за границы области.

Результаты вычислений

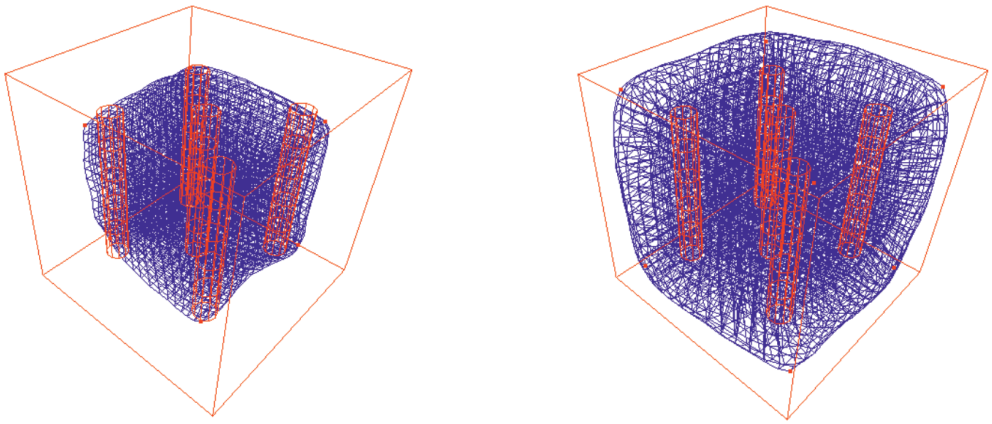
Вычисления проводились на симметричной выпуклой области G – куб с пятью полыми включениями в форме узких цилиндров, длина которых сопоставима с длиной ребра куба. Полости в форме цилиндров моделируют светопроводящие каналы материала. Выбор симметричной формы светопроводящего материала обусловлен очевидностью выбора правильного расположения конечно-элементной сетки в процессе вариаций параметров обучения и не накладывает никаких ограничений на внешнюю форму материала.

Вычислительные эксперименты показали эффективность введения этапа уточнения внешней границы области (рис. 3).

На рис. 3, а приведен результат обучения на этапе предварительного уточнения области. Как видно на рис. 3, *б,* этап уточнения внешней границы полностью исправил ошибку покрытия светопроводящих каналов, сохраняя рекомендуемый [2] достаточно большой радиус обучения ($t = 10001, a = 24,488$) для дальнейшего обучения нейросети.

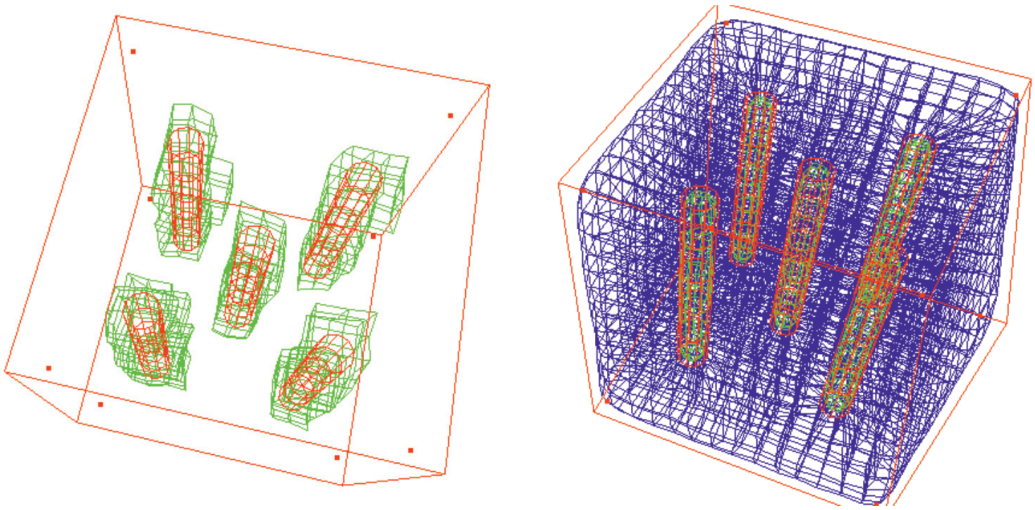
Проводился анализ качества построения сети от вариации параметров a – коэффициент радиуса обучения (3) и t – числа итераций на каждой стадии обучения. Результаты хорошо согласуются с работами [1, 2]. Так, уменьшение нижнего предела параметра $a(t_0)$ на этапе упорядочивания при неизменных t_0 и $a(1)$ приводит к ухудшению качества предварительного построения сетки. Это объясняется тем, что с уменьшением радиуса обучения основное смещение узлов происходит в окрестности сгенерированных точек. В результате нарушается не только гладкость сетки, но и увеличивается ее размер, что значительно ухудшает качество адаптации на этапе упорядочения. Для поставленной задачи положительные результаты построения сети получены при использовании нижнего предела параметра a не ниже 25.

При уменьшении верхнего предела a качество адаптации сетки значительно снижается. Вычислительные эксперименты показали, что при оптимальном значении начального радиуса обучения $a(1) = 100$ в первых итерациях сеть «сжимается» к случайно сгенерированным точкам, уменьшаясь в размерах. После чего медленно разворачивается, адаптируясь к особенностям области. При уменьшении начального радиуса сеть минует стадию «сжатия», и начальные размеры сети уменьшают возможности правильной адаптации.



а *б*

Рис. 3. Расположение нейросети на этапах предварительного уточнения (а) и уточнения внешней границы (б)



а *б*

Рис. 4. Результаты применения алгоритма: а) внутренние границы после удаления узлов; б) результат построения сети

На стадии уточнения ($t_0 < t < t_{max}$) радиус обучения определялся экспоненциально убывающей функций (3). При этом пересчет кратчайших расстояний на основе измененной топологии сети показал высокую эффективность для задачи адаптации в окрестности светопроводящих каналов. Пример построения конечно-элементной сетки приведен на рис. 4.

Выводы

Разработанный композиционный алгоритм позволяет автоматизировать процесс генерации конечно-элементной сетки пространственной области, характеризующейся наличием узких светопроводящих каналов, длина которых сопоставима с ее диаметром. В новом композиционном алгоритме выделены этапы предварительного уточнения области, уточнения внешней границы, удаления узлов сети и упорядочения. Разработан способ ослабления латеральных связей между узлами, разделенными узким светопроводящим каналом на основе расчета кратчайших расстояний между узлами сети. Вычислительные эксперименты по синтезу конечно-элементной сетки светопроводящего материала подтвердили рекомендации по выбору параметров обучения нейросети на односвязной плоской области. Результаты исследований будут использованы при численном моделировании физических свойств светопроводящих материалов с использованием современных CAE-систем инженерного анализа.

Список литературы

1. Архипов С.В. Модифицированные алгоритмы построения нейронной сети SOFM // Вестник БГУ. Математика и информатика. Вып. 9. – 2011. – С. 61–68.

2. Архипов С.В., Цыренов Ц.В. Дискретизация полой трехмерной области нейросетевыми методами // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10–2. – С. 248–253.

3. Нечаева О.И. Композиционный алгоритм для построения адаптивных сеток произвольной структуры // Сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции Нейроинформатика-2007. – М.: МИФИ, 2007. – С. 72–79.

4. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1296 с.

5. Manevitz L., Yousef M. Finite-Element Mesh Generation Using Self-Organizing Neural Networks. // Microcomputers in Civil Engineering 12, 1997, p. 233–250.

УДК 66.085.3/.5

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ДЕХЛОРИРОВАНИЯ ПХБ МАСЛА («СОВТОЛ-10») В ПРИСУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Джаваншировa А.А., Искендерова З.И., Абдуллаев Э.Т., Гурбанов М.А.

Институт радиационных проблем Национальной АН Азербайджана, Баку,
e-mail: afa_javanshirova@yahoo.com, zenfira_iskenderova@mail.ru,
elsad_abdullayev@hotmail.com, m_gurbanov@mail.ru

Изучен процесс радиолитического дехлорирования ПХБ масла в смеси с гексаном и изопропиловым спиртом. Исследована кинетика деградации отдельных изомеров ПХБ в диапазоне поглощенных доз до 350 кГр. Установлено, что характер кинетических кривых зависит от растворителя. В случае наличия гексана общая концентрация ПХБ изомеров сначала уменьшается с ростом дозы, а дальнейшее повышение дозы приводит к медленному росту концентрации. В случае радиолиза системы ПХБ + гексан + изопропиловый спирт зависимость общей концентрации ПХБ изомеров от поглощенной дозы носит антибатный характер. Определены радиационно-химические выходы деградации ПХБ изомеров. Установлено, что радиационно-химический выход деградации ПХБ изомеров составляет примерно 1,5 молекул/100 эВ. Обсуждена роль сольватированных электронов в процессе деградации ПХБ изомеров.

Ключевые слова: трансформаторное масло, «Совтол-10», гексан, изопропиловый спирт, γ-излучение

KINETICS OF RADIATION-CHEMICAL DECHLORINATION OF PCB OIL («SOVTOL-10») IN THE PRESENCE OF ORGANIC SOLVENTS

Dzhavanshirova A.A., Iskenderova Z.I., Abdullaev E.T., Gurbanov M.A.

Institute of Radiation problems of National Science Academy of AR, Baku,
e-mail: afa_javanshirova@yahoo.com, zenfira_iskenderova@mail.ru,
elsad_abdullayev@hotmail.com, m_gurbanov@mail.ru

This article is dedicated to the study of the radiolytical dechlorination of PCB oil in the mixture with hexane and isopropyl alcohol. The kinetics of degradation of the PCB isomers in the range of absorbed dose till 350 kGy was established. It is found that the character of the kinetic curves is dependent on solvent type. In the presence of hexane the total concentration of PCBs isomers decreases initially with increasing dose, and further dose increasing leads to a slow rise of PCB concentration. In the case of radiolysis of the system PCB + hexane + isopropyl alcohol dependence of the total concentration of PCB isomers of the absorbed dose has antibate character. The radiation-chemical yields degradation of PCB isomers were determined. It was found that the radiation-chemical yield degradation of PCB isomers is about 1,5 molecules / 100 eV. The role of solvated electrons in the process of degradation of PCB isomers was discussed.

Keywords: transformer oil, «Sovtol 10», hexane, isopropyl alcohol, γ-radiation

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) относятся к числу опасных веществ и являются довольно устойчивыми в окружающей среде. Они включены в список Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, и их производство остановлено с конца 1980-х гг. Но до сих пор в мире в энергетическом секторе используется оборудование, (трансформаторы, электрические ключи, конденсаторы и другие) с перекрестно загрязненным ПХБ маслом. Проведенная в разных странах инвентаризация трансформаторов, содержащих ПХБ масло, показала, что около 10% трансформаторов распределительной сети содержат полихлорбифенилы. Имеется ряд технологий, основанных на разложении (высокотемпературные процессы) и дехлорировании (низкотемпературные процессы с участием химических реагентов) ПХБ содержащего трансформаторного масла. Но каждый из них имеет весьма существенные недостатки, такие как образование диоксинов (при горении) и взрывоопасность при использовании химических реагентов. Учитывая вышеизложенное, перспективным для процесса дехлорирования ПХБ содержащих трансформаторных масел является применение радиационной технологии (ускорители электронов, изотопные источники). С точки зрения простоты технологии, пожарной и химической безопасности этот процесс является более приемлемым. В настоящее время имеются многочисленные работы [4–14], направленные на изучение возможности очистки трансформаторных масел, в которых изучено влияние мощности поглощенной дозы, различных растворителей, влияние среды и исходной концентрации на процесс дехлорирования ПХБ. Исследовано в основном ПХБ масло, содержащее отдельные компоненты – ПХБ изомеры.

Целью данной работы является изучение особенностей кинетических закономерностей дехлорирования отдельных изомеров ПХБ в техническом трансформаторном масле «Совтол-10» под действием γ-излучения изотопа Co^{60}. Исследован радиолиз систем ПХБ + гексан и ПХБ + гексан + изопропиловый спирт. Техническое масло «Совтол-10» содержит смесь изомеров, в основном три- и тетра-, пента- и гексахлорбифенилы (более 50 изомеров) и 10 % трихлорбензола.

Материалы и методы исследования

Образцы исследованных систем подвергались воздействию гамма-излучения от изотопа Co^{60} в стеклянных ампулах объемом 20 мл при комнатной температуре в статических условиях. Перед облучением ампулы держали в жидком азоте, откачивали до давления 10^{-3} мм рт. ст. и отпаивали. Мощность поглощенной дозы определяли по феросульфатной дозиметрии по стандартной методике [2]. После облучения ПХБ изомеры экстрагировали и провели хроматографический анализ на хроматографе марки Agilent Technologies 7820A с детектором электронного захвата (ДЭЗ) [1]. Идентификация и расчет концентраций изомеров ПХБ проводили по времени выхода соответствующих пиков стандартного раствора ПХБ. Время выхода для ПХБ 18 составляло 13.167 мин, ПХБ 28 + 31–15.289 мин, ПХБ 52 – 16.935 мин, ПХБ 44 – 17.906 мин, ПХБ 101 – 21.056 мин, ПХБ 118+149 – 23.990 мин, ПХБ 153 – 25.060 мин, ПХБ 138 – 26.345 мин, ПХБ 180 – 29.117 мин, ПХБ 194 – 31.564 мин.

Результаты исследования и их обсуждение

Мы следили за образованием следующих изомеров в составе «Совтол-10»: ПХБ-149 + 118 (2, 3', 4, 4', 5 пентахлорбифенил + 2, 2', 3, 4' , 5', 6-гексахлорбифенил), ПХБ-153 (2, 2', 4, 4', 5, 5'- гексахлорбифенил), ПХБ-101 (2, 2', 4, 5, 5' пентахлорбифенил), ПХБ-138 (2, 2', 3, 4, 4', 5'- гексахлорбифенил), ПХБ-52 (2, 2', 5, 5'-тетрахлорбифенил), ПХБ-18 (2, 2', 5трихлорбифенил), ПХБ-31 + 28 (2, 4, 4'- трихлорбифенил + 2, 4', 5- трихлорбифенил), ПХБ-44 (2, 2', 3, 5'- тетрахлорбифенил), ПХБ-180 (2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' гептахлорбифенил). Следует отметить, что указанные изомеры содержат три-, тетра-, пента-, гекса-, гепта- и октохлорбифенилы в ортоположении. Кроме этих изомеров в составе технического масла имеются изомеры, содержащие хлор в других положениях.

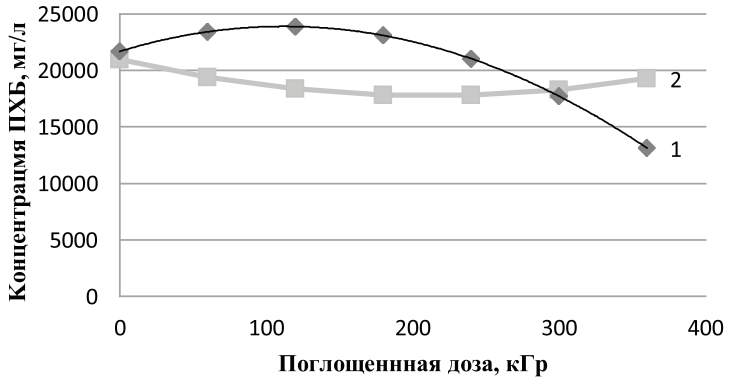


Рис. 1. Кинетика изменения общей концентрации ПХБ в растворе гексан + изопропиловый спирт (1) и гексана (2) от поглощенной дозы

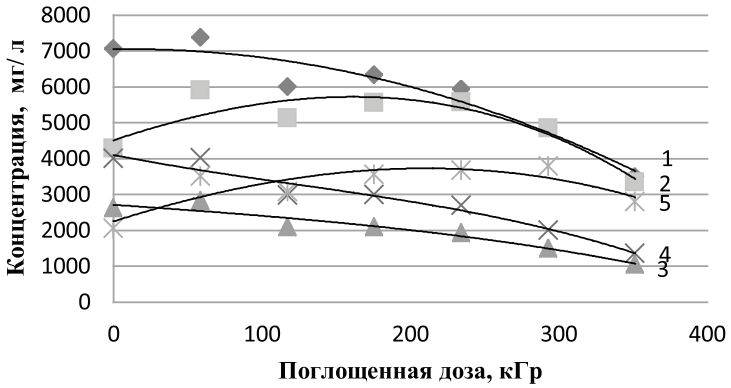


Рис. 2. Кинетика изменения концентрации изомеров ПХБ 1-(149 + 118), 2-ПХБ (101), 3-ПХБ (153) 4-ПХБ (138) и 5-ПХБ (52) от поглощенной дозы

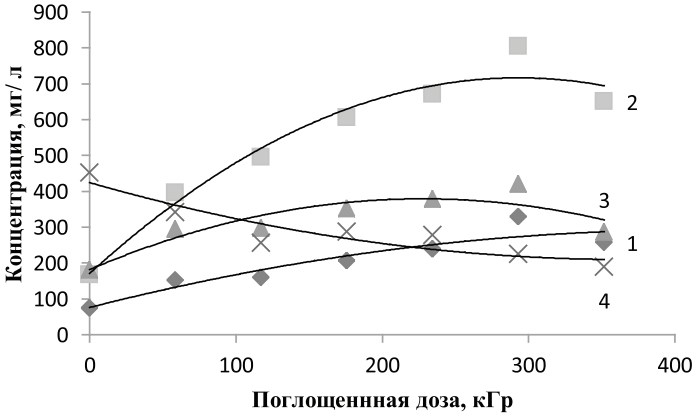


Рис. 3. Кинетика изменения концентрации изомеров 1-ПХБ (18), 2-ПХБ (31 + 28), 3-ПХБ (44) и 4-ПХБ (180) от поглощенной дозы при радиолизе системы ПХБ + гексан + изопропиловый спирт

Исследованы две системы, содержащие ПХБ + гексан и ПХБ + гексан + изопропиловый спирт. На рис. 1 представлена кинетика изменения общей концентрации идентифицированных изомеров ПХБ в растворе гексана (0,25 г + 8 мл) и изопропилового спирта + гексана (0,25 г + 0,5 мл + 8 мл) в зависимости от поглощенной дозы. Во всех случаях использована одинаковая концентрация ПХБ 21000 мг/л (в масле). Как видно, характер кинетической кривой зависит от состава системы. В случае системы ПХБ + гексан рост поглощенной дозы приводит к уменьшению концентрации ПХБ.

В случае радиолиза системы ПХБ + гексан + изопропиловый спирт общая концентрация изомеров сначала увеличивается с ростом поглощенной дозы, а затем рост поглощенной дозы приводит к уменьшению концентрации ПХБ изомеров. С учетом относительной доли концентрации рассчитан средний молекулярный вес смеси изомеров. Повышение общей концентрации ПХБ в случае радиолиза ПХБ + гексан + изопропиловый спирт может быть связано с дополнительным образованием изомеров ПХБ за счет радиолитической деградации других имеющихся ПХБ изомеров в масле, не идентифицированных в данной работе. Нами подробно изучены особенности кинетики деградации отдельных изомеров в тройной системе ПХБ + гексан + изопропиловый спирт.

На рис. 2 и 3 представлено изменение концентрации отдельных изомеров в зависимости от поглощенной дозы при радиолизе системы ПХБ + гексан + изопропиловый спирт.

Как видно, характер изменения концентрации изомеров в зависимости от дозы различен для отдельных изомеров в смеси. Концентрация изомеров ПХБ-(18) (2, 2', 5 трихлорбифенил), ПХБ-(31 + 28) (2, 4, 4'- трихлорбифенил + 2, 4', 5- трихлорбифенил), ПХБ- (44) (2, 2', 3, 5'- тетрахлорбифенил), ПХБ (101) (2, 2', 4, 5, 5' пентахлорбифенил), ПХБ- (52) (2, 2', 5, 5'-тетрахлорбифенил) повышается с ростом поглощенной дозы. В отличие от них концентрация изомеров ПХБ (149 + 118) (2, 3', 4, 4', 5 пентахлорбифенил + 2, 2', 3, 4' , 5', 6-гексахлорбифенил), ПХБ-(153) (2, 2', 4, 4', 5, 5'- гексахлорбифенил), ПХБ-(138) (2, 2', 3, 4, 4', 5'- гексахлорбифенил), ПХБ-180 (2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' гептахлорбифенил) от поглощенной дозы монотонно снижается. Для других изомеров снижение концентрации наблюдается только при дозах больше 240 кГр. Вероятно, что при начальных дозах происходит дополнительное образование ПХБ изомеров с низким содержанием хлора. Из наклона начальной части кинетических кривых рассчитаны радиационно-химические выходы соответствующих процессов при радиолизе смеси ПХБ + гексан + изопропиловый спирт, которые представлены в таблице.

Как видно из таблицы, радиационно-химические выходы образования ПХБ изомеров, с относительно низким содержанием хлора находятся в пределах 0,094–0,32 молекул/100 эВ. Радиационно-химические выходы разложения ПХБ изомеров с более высоким содержанием хлора находятся в пределах 0,02–0,16 молекул/100 эВ. Суммарный выход образования ПХБ изомеров составляет 1,19 молекул/100 эВ, а разложения 0,28 молекул/100 эВ, что свидетельствует об образовании ПХБ изомеров с низким содержанием хлора из неидентифицированных ПХБ изомеров с высоким содержанием хлора. Следует отметить, что использованное техническое масло «Совтол-10» содержит ~ 55–60 конгенеров, мы следили за процессом деградации только 11 из них.

Радиационно-химические выходы соответствующих процессов при радиолизе смеси ПХБ + гексан + изопропиловый спирт

ПХБ изомеры	Радиационно-химический выход, молекул/100 эВ
ПХБ-18	0,280
ПХБ-31 + 28	0,094
ПХБ-44	0,32
ПХБ-101	0,210
ПХБ-149 + 118	– 0, 024
ПХБ-153	– 0,081
ПХБ-138	– 0,156
ПХБ-180	– 0,023
ПХБ-52	0,28
Общий выход деградации ПХБ	1,47

Основным компонентом рассматриваемой системы является гексан, в результате энергия ионизированного излучения поглощается в основном молекулами гексана, что приводит к его радиолизу. С применением различных физико-химических методов и методов акцепторов установлены выходы активных продуктов радиолиза гексана. Установлено, что выходы свободных радикалов при γ-радиолизе н-гексана G ($C{\cdot}H_3$) = 0,7 радикал/100 эВ, G ($C_2{\cdot}H_5$) = 0,3 радикал/100 эВ, G ($C_3{\cdot}H_7$) = 0,3 радикал/100 эВ, G ($C_4{\cdot}H_9$) = 0,27 радикал/100 эВ, G ($C_6{\cdot}H_{13}$) = 4,1 радикал/100 эВ [5]. Выход свободных электронов для гексана G = 0,12 электрон/100 эВ, что обусловлено низкой подвижностью электронов. Исследование радиолитического разложения полихлорбифенилов в различных растворах (метаноле, н-гексане, водной суспензии и 2-пропаноле) [4] показало, что при содержании 0,3 % ПХБ радиационно-химические выходы разложения составляют ~ 1 молекула/100 эВ. Применительно к полученным в нашей работе результатам можно предположить, что разложение молекул ПХБ в присутствии гексана происходит в реакциях с радикалами, образующихся при радиолизе гексана, а электроны захватываются молекулами кислорода или рекомбинируют с малоактивными тяжелыми углеводородными радикалами, учитывая малую подвижность электронов в неполярной среде – гексане. Но их участие в деградации ПХБ молекул изучено слабо. Этим объясняется различие в характере кинетики изменения концентрации ПХБ в случае радиолиза гексан + ПХБ и гексан + ПХБ + изопропиловый спирт.

Методом импульсного радиолиза [4] и электронных акцепторов [8] было установлено, что молекулы хлорированных бифенилов разлагаются в реакциях сольватированных электронов ($k = 0{,}5\cdot10^9 – 5\cdot10^9$ $M^{-1}c^{-1}$) [6] и в реакциях переноса электрона от анион-радикалов, образующихся при захвате сольватированных электронов молекулами бифенила ($k = 1{,}8 \pm 0{,}3\ 10^8$ M^{-1} c^{-1}) и других полициклических ароматических соединений, таких как флуорен ($10^7–10^8$ M^{-1} c^{-1}), фенантрен ($k = 4{,}5 \pm 0{,}7\cdot10^7$ $M^{-1}c^{-1}$) и других, являющиеся компонентами трансформаторного масла. В исследуемой нами системе электроны могут захватываться молекулами ПХБ, молекулами трихлорбензола, которые присутствуют в составе технического масла «Совтол-10» в количестве 10 %, и молекулами растворенного кислорода, количество которых составляет $4{,}5\cdot10^{-3}$ моль/л [3]. Как показано в работе [14], трихлорбензол не влияет на процесс дехлорирования ПХБ в составе «Совтол-10». Относительная скорость процесса дехлорирования определяется соотношением констант скоростей соответствующих реакций и концентраций ПХБ изомеров, трихлорбензола (ТХБ) и растворенного кислорода [6, 4, 10] по нижеприведенным реакциям:

$$e^-_{\text{сольв}} + C_{12}H_6Cl_4 \rightarrow C_{12}H_6Cl_3 + Cl^- \qquad k_1 = 3\cdot10^9\ M^{-1}\ c^{-1}$$

$$e^-_{\text{сольв}} + C_6H_3Cl_3 \rightarrow C_6H_3Cl_2 + Cl^- \qquad k_2 = 5\cdot10^8\ M^{-1}\ c^{-1}$$

$$e^-_{\text{сольв}} + O_2 \rightarrow O_2^- \qquad k_3 = 2\cdot10^{10}\ M^{-1}\ c^{-1}$$

Оценим относительные скорости каждой вышеприведенной реакции:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{3*10^9 * 2{,}1*10^{-3}}{5*10^8 * 2{,}1*10^{-4}} = 60,$$

$$\frac{w_1}{w_3} = \frac{3*10^9 * 2{,}1*10^{-3}}{1{,}9*10^{10} * 4{,}5*10^{-3}} = 0{,}07.$$

Как видно, в условиях экспериментов ([ПХБ] = $2{,}1\cdot10^{-3}$ моль/л, [ТХБ] = $2{,}1\cdot10^{-4}$ моль/л), электроны в основном захватываются молекулами растворенного кислорода, что значительно уменьшает скорость дехлорирования ПХБ. Если принять радиационно-химический выход электронов примерно за 3 частиц/100 эВ, тогда, используя вышеприведенные значения, получим $0{,}07\cdot3 = 0{,}21$ электрон/100 эВ, что близко к выходу дехлорирования ПХБ изомеров (0,024 + 0,081 + 0,156 + 0,023 = 0,18 молекул/100 эВ). При наличии кислорода триплетное состояние молекул ПХБ, которые образуются в процессах рекомбинации положительных ионов ПХБ с электронами или отрицательными ионами могут тушиться молекулами растворенного кислорода, который имеет 4 низколежащих возбужденных уровня. Согласно данным [9] цепной процесс дехлорирования ПХБ в щелочной среде подавляется при наличии растворенного кислорода.

Выводы

1. Показано, что характер зависимости изменения концентрации ПХБ изомеров от поглощённой дозы зависит от количества хлора в молекуле ПХБ, что связано с высоким значением сродства к электрону высокохлорированных бифенилов, так как они разлагаются быстрее, чем низкохлорированные бифенилы. В отличие от высокохлорированных бифенилов, кинетические кривые изменения концентрации низкохлорированных бифенилов в зависимости от поглощенной дозы характеризуются максимумом.

2. Отличие дозной зависимости концентрации хлорированных бифенилов в случае радиолиза раствора ПХБ + изопропиловый спирт от радиолиза системы ПХБ + гексан связано, по-видимому, с образованием анион-радикалов $(CH_3)CO^-$, которые эффективно реагируют с молекулами хлорированных бифенилов.

Список литературы

1. Джаванширова А.А., Искендерова З.И., Абдуллаев Э.Т., Курбанов М.А. Влияние щелочи на процесс радиационно-химического дехлорирования полихлорбифенилов // «Проблемы и перспективы современной науки» 4-ая Международная научно-практическая конференция. (Москва 25.02. 2016 г.). – М., 2016. – № 4. – С. 142–146.

2. Иванов В.И. Курс дозиметрии. – М.: «Энергоатомиздат», 1988. – 167 с.

3. Нерубацкая Ю.Д.. Радиационное окисление изопропилового спирта в углеводородных средах. / Нерубацкая Ю.Д., Сазонов А.Б // Успехи в химии и химической технологии. – 2013. – Т. 27, № 6. – С. 50–54.

4. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Радиолиз газов и жидкостей. – М.: Наука, 1986. – 439 с.

5. Calinescu I., Trifan A., Martin D., Ighigeanu D., Calinescu R. Dechlorination of polychlorinated biphenyls (PCBs) by electron beam or microwave treatment. // 11th International Conference on Environmental Science and Technology. (Crete 3–5 September 2009). – Crete, 2009. – P. 107–113.

6. Chaychian M., Silverman J., Al-Sheikhly M., Poster D.L., Neta P. Ionizing radiation Induced degradation of tetrachlorbiphenyl in transformer oil. // Environmental Science Technologies. – 1999. – Vol. 33. – P. 2461–2464.

7. Golden J., Coeur C. Process for the solvent extraction for the radiolysis and dehalogenation of halogenated organic compounds in soils, sludges, sediments and slurries. Patent No:. US 7, 175, 816 B2. 2007.

8. Mincher B. J. Decomposition of PCBs in oils using gamma radiolysis./ Mincher B.J., Arbon R.E. 1996. – P. 13–21.

9. Sawai T., Shinozaki Y. Radiolytical dechlorination of polychlorinated biphenyls (PCB) in organic solutions. // Chemistry letters. – Tokyo, 1972. – P. 865–868.

10. Sawai T., Shimokawa T., Shinozaki Y. The Radiolytic-chain dechlorination of polychlorinated biphenyls in alkaline 2-propanol solutions. // Bulletin of the chemical society of Japan. – 1974. – Vol. 47, № 8. – P. 1889–1893.

11. Singh R.K., Khandal R.K. and Gurdeep S. Effect of gamma radiation on destruction of toxic polychlorinated biphenyls (PCBs) in hydraulic oils. // J. Appl. Sci. Environ. Manage. – 2007. – Vol. 11, № 4. – P. 143–146.

12. Singh R.K., Khandal R.K. and Singh S.G. Radiation induced degradation of polychlorinated biphenyls (PCBs) pollutants in paint scrapings. // Journal of Environ. Science and ENGG. – 2009. – Vol. 51, № 1. – P. 73–80.

13. Singh R.K., Poonam Nayak, U.K. Niyogi, Khandai R.K. and Singh G. Gamma radiation process for destruction of toxic polychlorinated biphenyls (PCBs) in transformer oils. // Journal of Environmental Science and Eng. – 2006. – Vol. 48, № 1. – P. 45–50.

14. Tajima N., Hasegawa J. and Horioka K. An approach of reuse of PCB-contaminated transformer oil using gamma radiolysis. Basic decomposition property of PCB and 1, 2, 4 –Trichlorbenzene under Gamma Ray Irradiation. // Journal of Nuclear Science and Technology. – 2008. – Vol. 45, № 7. – P. 601–609.

УДК 620.1:691.32

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ОСНОВЕ БИОЦИДНЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ С АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ

Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Карпушин С.Н., Воронов П.В., Родин А.И., Болдина И.В.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: karpushin1990snk@mail.ru

Рассмотрены результаты сравнительных исследований стойкости цементных композитов, изготовленных с применением портландцемента общего назначения и цементов с биоцидными свойствами. Для получения цементного камня использовали пять видов вяжущих, приготовленных в лабораторных условиях: рядовой портландцемент, биоцидный портландцемент, биоцидный портландцемент с активной минеральной добавкой. При исследовании коррозионной стойкости материалов в качестве агрессивных сред рассматривали водные растворы кислот, бензин АИ-92, машинное масло, воду. Установлены зависимости изменения массосодержания и коэффициента стойкости исследуемых составов после испытания в агрессивных средах. Проведена математическая обработка результатов эксперимента с целью установления кинетических зависимостей стойкости.

Ключевые слова: биоцидные цементы, активные минеральные добавки, цементные композиты, химическая стойкость, агрессивные среды

CORROSION RESISTANCE OF CEMENT COMPOSITES MADE ON THE BASIS OF BIOCIDAL PORTLAND CEMENT WITH ACTIVE MINERAL ADDITIVES

Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Karpushin S.N., Voronov P.V., Rodin A.I., Boldina I.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk, e-mail: karpushin1990snk@mail.ru

The results of comparative studies resistance cement composites made using a general purpose portland cements and biocidal properties. For cement stone used five kinds of binders prepared in laboratory conditions: ordinary Portland cement, Portland cement biocide, biocide Portland cement with an active mineral additive. When the corrosion resistance of materials research as aggressive media treated aqueous solutions of acids, gasoline AI-92 engine oil, water. The dependence of mass content and the coefficient of resistance studied composition after the test in aggressive environments. The mathematical processing of the experimental results to determine the kinetic dependences of resistance.

Keywords: biocidal cements, active mineral additives, cement composites, chemical resistance, aggressive environments

Обеспечение надежной работы бетонных и железобетонных изделий и конструкций в условиях воздействия агрессивных сред является одной из наиболее актуальных задач в области строительного материаловедения. Это обусловливается тем, что снижение долговечности бетона сопровождается значительными экономическими затратами. Общий ущерб от коррозии строительных материалов, изделий и конструкций в зданиях и сооружениях достигает 4% валового национального дохода. При этом значительная доля разрушений в зданиях обусловлена биологической коррозией [2, 4–6]. Ежегодный ущерб от биоповреждений составляет многие миллионы долларов.

Как у нас в стране, так и за рубежом многие ученые работают над изучением процессов биодеградации материалов и разработкой биостойких материалов [2–4, 6, 7]. В работах [2, 3, 6] предложены биоцидные цементы, позволяющие изготавливать биостойкие бетоны и другие цементные композиты. Кроме высоких показателей биологического сопротивления разработанные портландцементы отвечают стандартным требованиям технологических свойств и улучшенными показателями прочности.

Значительное количество железобетонных изделий и конструкций эксплуатируются в условиях химических агрессивных сред, поэтому вновь разрабатываемые материалы должны удовлетворять требованиям химической стойкости. Среда эксплуатации материалов, в частности бетонов, может быть очень агрессивна. Практически все бетоны, используемые в строительстве, подвержены коррозионному воздействию [11]. Скорость их взаимодействия с окружающей средой зависит не только от состава и строения материалов, но и от среды [4, 9–10].

Агрессивные среды по их воздействию на материал можно подразделить на физически, химически и одновременно физически и химически активные среды. Действие физически активных сред в большинстве случаев вызывает обратимые изменения структуры, прочности. Однако в некоторых

случаях возможны и необратимые процессы, например вымывание составных частей материала, растворение связующего и т.д. Химически агрессивные среды вызывают, как правило, необратимые изменения структуры материалов и могут привести к изменению прочности [11].

При воздействии агрессивных сред у цементных бетонов снижается прочность, что приводит в некоторых случаях к их разрушению за малый срок эксплуатации. К настоящему времени стойкость цементных композитов на основе биоцидных портландцементов с активными минеральными добавками в химических агрессивных средах не исследована.

В этой связи важным является установление кинетических зависимостей изменения показателей стойкости композитов на основе биоцидных цементов в различных эксплуатационных средах, в качестве которых выбраны среды характерные для различных производственных зданий (химической промышленности, мясомолочных комбинатов, сельскохозяйственных зданий и др.). В качестве агрессивных сред были приняты: вода, 2% водный раствор H_2SO_4, 2 водный раствор HNO_3, машинное масло, бензин, водные растворы неорганических кислот (1% H_2SO_4 и 2% HNO_3, 2% H_2SO_4 и 1% HNO_3). Настоящая статья посвящена исследованию стойкости портландцементов, содержащих биоцидную и активную минеральную добавки и сравнению полученных показателей биоцидного и обычного портландцемента. Каждому композиту присвоено условное обозначение:

А – рядовой цемент (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$);

Б – биоцидный цемент (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 3,5 мас. ч. Na_2SO_4);

В – биоцидный цемент с активной минеральной добавкой (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 3,5 мас. ч. Na_2SO_4, 20 мас. ч. золы-уноса);

Г – биоцидный цемент с активной минеральной добавкой (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 4,0 мас. ч. NaF, 10 мас. ч. золы-уноса);

Д – биоцидный цемент с активной минеральной добавкой (100 мас. ч. клинкера, 11,2 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 2,0 мас. ч. NaF, 20 мас. ч. золы-уноса).

Результаты испытаний представлены в табл. 1.

На следующем этапе проведена математическая обработка результатов эксперимента с целью установления кинетических зависимостей стойкости.

Для описания зависимости изменения массосодержания и прочности композитов на основе биоцидных цементов от длительности выдерживания в различных эксплуатационных средах с помощью табличного процессора Excel были рассчитаны уравнения регрессии. Функции, наилучшим образом описывающие тенденции изменения исследуемых свойств, были определены с помощью коэффициента детерминации R^2.

Согласно полученным коэффициентам детерминации R^2 наилучшими функциями, описывающими изменения массосодержания и прочности для всех композитов на основе различных цементов от длительности выдерживания в средах оказались полиномиальные функции третьей степени:

$$y_x = a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0, \qquad (1)$$

где коэффициент a_0 – характеризует уровень ряда при $x = 0$, однако в нашем случае он не имеет смысла применительно к совокупности и выполняет единственную функцию – позволяет определить положение линии регрессии на графике; a_1 – показывает, на сколько изменится коэффициент стойкости при изменении времени длительности размещения в эксплуатационной среде на единицу времени; a_2 – ускорение, с которым данное изменение будет происходить; a_3 – изменение ускорения.

Коэффициенты полиномиальных функций для показателей изменения массосодержания и коэффициентов стойкости в зависимости от состава композита для различных агрессивных сред приводятся в табл. 2, а графические зависимости на рис. 1–7.

Изменение массосодержания цементных композитов в зависимости от вида агрессивной среды различно и имеет свои особенности. Рассмотрим поведение материалов при выдерживании в воде (табл. 1 и рис. 1).

Вода и водосодержащие среды относятся к наиболее распространенным агрессивным средам. Содержание воды в среде нередко является определяющим фактором коррозии материалов в различных водных растворах. По результатам исследований [5, 7, 8, 11], прочность цементного бетона при водонасыщении может снижаться на 20–60% от первоначальной прочности, а затем под влиянием позитивных процессов вновь возрастать. При эксплуатации бетонов в этих условиях возможны частичный или полный вынос внутренней среды, что приводит к нарушению равновесия и разрушению (гидролизу) связующего вещества. Такую коррозию принято называть коррозией выщелачивания или коррозией первого вида. Имеются данные, которые показывают, что после удаления 10% извести (в расчете на CaO в исходном цементе) прочность цементного камня быстро снижается и его состояние характеризу-

ется как неустойчивое [5]. Выщелачивание CaO из цементного раствора в количестве 15–30% от общего его содержания в цементе сопровождается уменьшением прочности на 40–50% и более [7], а при потере 33% CaO наступает разрушение материала [7].

Результаты многих экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что наиболее водостойкими являются плотные бетоны на портландцементах с активными минеральными добавками, а также на глиноземистом цементе [1, 5, 7, 10].

Повысить водостойкость и уменьшить проницаемость бетонов позволяет также правильный выбор соотношений составляющих в материале. При этом всякое уменьшение проницаемости способствует повышению водостойкости бетонов. Оптимальный состав по проницаемости является также оптимальным и по химической стойкости. Таким образом, получение плотной малопроницаемой структуры бетонов является важным фактором их высокой водостойкости.

Таблица 1

Стойкость цементного камня на основе биоцидных цементов в различных эксплуатационных средах

Среда выдерживания	Относительные показатели свойств композитов после экспозиции образцов в средах в течение					
	Массосодержание в зависимости от времени выдержки, %			Коэфф. стойккости в зависимости от времени выдержки, усл. ед.		
	40 сут	80 сут	110 сут	40 сут	80 сут	110 сут
1	2	3	4	5	6	7
Рядовой цемент (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4$–$2H_2O$) – А						
Вода	0,27	1,45	0,91	0,96	0,917	0,88
1% водный раствор H_2SO_4	1,76	1,70	1,37	1,32	0,48	0,50
1% водный раствор H_2SO_4, 2% водный раствор HNO_3	2,65	2,24	2,01	1,12	0,58	0,44
1% водный раствор HNO_3	0,61	1,85	1,42	1,36	0,34	0,47
2% водный раствор H_2SO_4, 1% водный раствор HNO_3	2,21	4,66	5,20	1,09	0,58	0,55
Машинное масло	– 0,85	0,32	0,34	1,08	0,97	0,84
Бензин АИ-92	– 0,57	– 0,99	– 2,23	0,98	0,88	0,81
Биоцидный цемент (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4$–$2H_2O$, 3,5 мас. ч. Na_2SO_4) – Б						
Вода	0,34	0,67	0,99	0,93	0,90	0,84
1% водный раствор H_2SO_4	0,91	1,16	1,74	1,02	0,57	0,46
1% водный раствор H_2SO_4, 2% водный раствор HNO_3	2,01	1,04	1,29	0,55	0,46	0,52
1% водный раствор HNO_3	1,42	0,56	0,65	1,19	0,53	0,60
2% водный раствор H_2SO_4, 1% водный раствор HNO_3	5,20	2,89	2,97	0,83	0,42	0,45
Машинное масло	– 0,05	0,54	0,82	0,88	0,71	0,65
Бензин АИ-92	– 0,49	– 1,31	– 1,64	0,83	0,78	0,76
Биоцидный цемент с активной минеральной добавкой (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4$–$2H_2O$, 3,5 мас. ч. Na_2SO_4, 20 мас. ч. золы-уноса) – В						
Вода	0,15	0,74	0,79	0,91	0,88	0,87
1% водный раствор H_2SO_4	3,08	2,79	2,96	1,49	0,57	0,56
1% водный раствор H_2SO_4, 2% водный раствор HNO_3	0,89	1,06	2,34	1,24	0,59	0,59
1% водный раствор HNO_3	0,17	1,72	1,63	1,37	0,60	0,62
2% водный раствор H_2SO_4, 1% водный раствор HNO_3	2,11	2,68	4,11	1,29	0,63	0,58
Машинное масло	– 0,43	0,79	0,29	0,90	0,87	0,72
Бензин АИ-92	– 0,69	– 1,29	– 2,13	0,96	0,88	0,87

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Биоцидный цемент с активной минеральной добавкой (100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4$–$2H_2O$, 4,0 мас. ч. NaF, 10 мас. ч. золы-уноса) – Г						
Вода	0,16	0,91	1,17	0,92	0,88	0,71
1% водный раствор H_2SO_4	2,28	2,07	2,46	0,92	0,73	0,56
1% водный раствор H_2SO_4, 2% водный раствор HNO_3	1,34	1,85	3,06	0,98	0,75	0,73
1% водный раствор HNO_3	– 2,49	0,09	0,61	1,02	0,88	0,58
2% водный раствор H_2SO_4, 1% водный раствор HNO_3	2,96	2,26	3,04	1,01	0,81	0,67
Машинное масло	– 0,15	– 0,44	– 0,30	1,11	0,76	0,60
Бензин АИ-92	1,41	– 1,95	– 2,25	0,89	0,83	0,79
Биоцидный цемент с активной минеральной добавкой (100 мас. ч. клинкера, 11,2 мас. ч. $CaSO_4$–$2H_2O$, 2,0 мас. ч. NaF, 20 мас. ч. золы-уноса) – Д						
Вода	0,11	0,67	1,03	0,88	0,81	0,68
1% водный раствор H_2SO_4	3,02	3,29	3,61	0,78	0,75	0,33
1% водный раствор H_2SO_4, 2% водный раствор HNO_3	2,48	2,15	1,61	0,87	0,69	0,60
1% водный раствор HNO_3	– 0,72	1,79	1,09	0,91	0,78	0,65
2% водный раствор H_2SO_4, 1% водный раствор HNO_3	1,66	2,14	1,85	0,77	0,74	0,51
Машинное масло	– 0,07	– 0,34	– 0,14	0,84	0,68	0,65
Бензин АИ-92	– 1,48	– 1,67	– 3,08	0,97	0,83	0,80

Как видно из рис. 1, при экспозиции композитов в воде на протяжении 110 суток у всех образцов произошло увеличение массосодержания и снижение прочности.

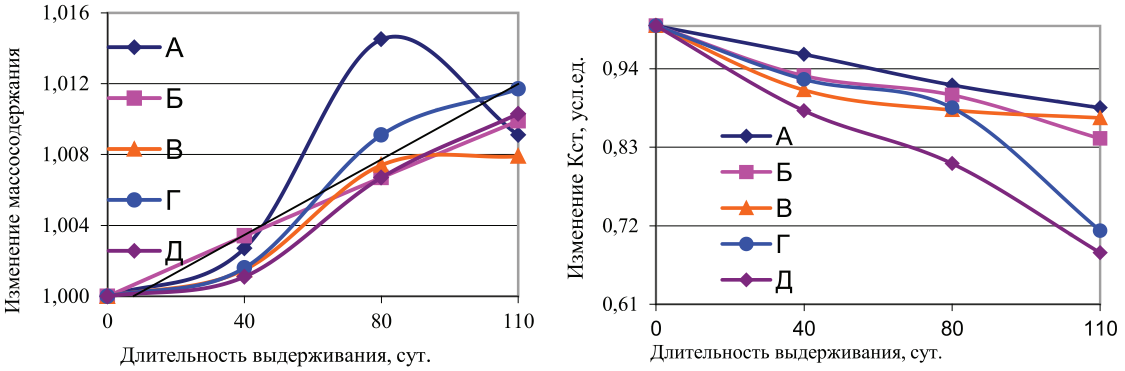
Из рис. 1 видно, что коэффициенты стойкости цементного камня на цементах «А», «Б», «В» через 110 сут воздействия воды примерно равны. Различие между наибольшими и наименьшими значениями составляет лишь 0,05. Вместе с тем очевидно, что если коэффициенты стойкости цементного камня на цементах «А» и «Б» сохраняют тенденцию к понижению, то характеристика стойкости камня на цементе «В», содержащего 20 мас. ч. активной минеральной добавки и 3,5 мас. ч. Na_2SO_4, не имеет заметного изменения после 80 сут воздействия воды. Таким образом, цементный камень на цементе «В», содержащий минеральную и биоцидную добавки, при воздействии воды стабилизирует прочность и в этой связи является более предпочтительным материалом. Для композитов на биоцидных цементах без введения активной минеральной добавки после такого же периода выдерживания в воде коэффициент стойкости составил 0,84 (биоцидный цемент состава 100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4$–$2H_2O$, 3,5 мас. ч. Na_2SO_4). Более низкая стойкость в этом случае объясняется большим поровым пространством композитов, согласно данным изменения массосодержания (см. табл. 1), и, как следствие, ускорением реакции взаимодействия продуктов гидратации цемента с сульфатами. Наименьшую водостойкость имеет камень на цементе «Д». Известно, что при помоле портландцементного клинкера добавляют такое количество двуводного гипса, которое необходимо для связывания его в гидросульфоалюминат кальция за время, когда структура цементного камня обладает способностью воспринимать расширение образовавшегося продукта без разрушения. У портландцемента «Д» содержание SO_3 групп составляет более 3,5%. В этом случае при выдержке цементного камня во влажных условиях или в воде возможно образование эттрингита (ГСАК), который обладает расширяющим действием, приводящим со временем к появлению трещин и разрушению материала. Снижение прочности материала на цементе «Д» при выдержке в воде является следствием появления внутренних напряжений из-за образования расширяющихся продуктов.

Как правило, цементный бетон не предназначается для работы в кислых и других агрессивных средах. Однако практика показывает, что производства, как правило, сопровождаются непредвиденными выбросами и проливами агрессивных сред. Работа цементного бетона и железобетона в случае такой агрессии определяется месяцами, а то и сутками.

Таблица 2

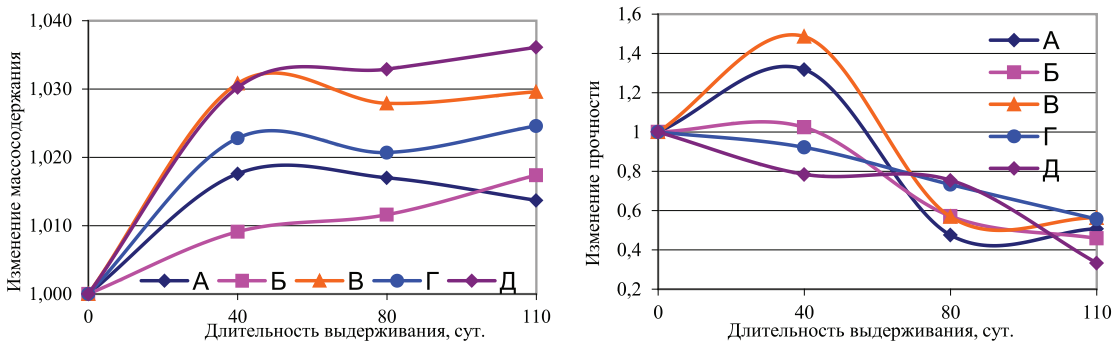
Результаты расчетов коэффициентов для функций массосодержания и прочности композитов при их выдержке в различных средах

Тип композита	Коэффициенты полиномиальных функций							
	Изменение массосодержания				Коэффициент стойкости			
	a_3	a_2	a_1	a_0	a_3	a_2	a_1	a_0
Для композитов, выдержанных в воде								
А	– 0,0044	0,0309	– 0,0592	1,0327	0,0023	– 0,0155	– 0,0098	1,023
Б	0,0033	0	0	0	– 0,0128	0,0985	– 0,2757	1,19
В	– 0,0016	0,012	– 0,0231	1,0127	– 0,0075	0,076	– 0,2655	1,197
Г	– 0,0018	0,0137	– 0,027	1,0151	– 0,0278	0,1845	– 0,4337	1,277
Д	– 0,0011	0,0088	– 0,0176	1,0099	– 0,016	0,1185	– 0,3625	1,26
Для композитов, выдержанных в 1% водном растворе H_2SO_4								
А	0,0026	– 0,0246	0,0733	0,9487	0,339	– 2,614	5,787	– 2,512
Б	0,0017	– 0,0132	0,0372	0,9744	0,1358	– 1,053	2,2322	– 0,315
В	0,0064	– 0,0551	0,1516	0,8972	0,3858	– 3,0165	6,8347	– 3,204
Г	0,0051	– 0,0433	0,1168	0,9214	0,0207	– 0,1795	0,3158	0,843
Д	0,0047	– 0,0417	0,1228	0,9143	– 0,096	0,6685	– 1,5485	1,976
Для композитов, выдержанных в 1% водном растворе H_2SO_4, 2% водном растворе HNO_3								
А	0,0054	– 0,0477	0,1318	0,9105	0,1745	– 1,374	3,0185	– 0,819
Б	0,007	– 0,0569	0,1418	0,9081	– 0,0342	0,383	– 1,3568	2,008
В	0,003	– 0,0219	0,0533	0,9656	0,2605	– 2,013	4,4585	– 1,706
Г	0,0025	– 0,0194	0,0539	0,9630	0,0675	– 0,505	1,0185	0,419
Д	0,0043	– 0,0400	0,1146	0,9211	0,0197	– 0,137	0,1393	0,978
Для композитов, выдержанных в 1% водном растворе HNO_3								
А	– 0,0038	0,0262	– 0,0455	1,0232	0,4243	– 3,2415	7,1192	– 3,302
Б	0,0054	– 0,0437	0,1076	0,9307	0,2638	– 2,0075	4,3637	– 1,620
В	– 0,005	0,0371	– 0,0744	1,0423	0,3213	– 2,4975	5,6142	– 2,438
Г	– 0,0119	0,0967	– 0,2317	1,1469	0,0013	– 0,0885	0,2752	0,812
Д	– 0,0107	0,0806	– 0,1737	1,1039	0,0045	– 0,0425	0,003	1,035
Для композитов, выдержанных в 2% водном растворе H_2SO_4, 1% водном растворе HNO_3								
А	– 0,0036	0,0227	1,0018	1,0013	0,1842	– 1,4105	3,0363	– 0,81
Б	0,0165	– 0,1365	0,3462	0,7739	0,114	– 0,807	1,468	0,235
В	0,004	– 0,0317	0,0882	0,9395	0,2582	– 2,0205	4,5403	– 1,778
Г	0,0086	– 0,0697	0,1787	0,8824	0,0467	– 0,3875	0,8478	0,493
Д	0,0007	– 0,01	0,0418	0,9675	– 0,065	0,4875	– 1,2355	1,813
Для композитов, выдержанных в машинном масле								
А	– 0,0053	0,0418	– 0,0969	1,0604	0,0273	– 0,2575	0,6612	0,569
Б	– 0,0016	0,0127	– 0,0275	1,0164	0,0257	– 0,178	0,2343	0,918
В	– 0,0056	0,042	– 0,0908	1,0545	– 0,0322	0,2285	– 0,5603	1,364
Г	0,0009	– 0,0064	0,0111	0,9944	0,1065	– 0,8665	1,964	– 0,204
Д	0,0011	– 0,0077	0,0146	0,992	0,0245	– 0,1505	0,122	1,004
Для композитов, выдержанных в бензине АИ-92								
А	– 0,0016	0,0105	– 0,0257	1,0169	0,0187	– 0,0152	0,3053	0,828
Б	0,0014	– 0,0098	0,0151	0,9934	– 0,016	0,1565	– 0,5255	1,385
В	– 0,0006	0,0038	– 0,0143	1,0111	0,0168	– 0,119	0,1992	0,903
Г	0,013	– 0,1021	0,2292	0,8599	– 0,0022	0,036	– 0,2028	1,169
Д	– 0,0042	0,0316	– 0,0802	1,0523	0,0363	– 0,2735	0,5392	0,698



а) *б)*

Рис. 1. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в воде



а) *б)*

Рис. 2. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в 1 % водном растворе H_2SO_4

Растворы кислот являются не только распространенными, но и наиболее агрессивными средами для большинства композитов как на минеральных, так и на органических связующих веществах. Растворы неорганических кислот, даже концентрации 1–2 %, могут в короткие сроки сделать непригодными для эксплуатации бетонные и железобетонные конструкции [11].

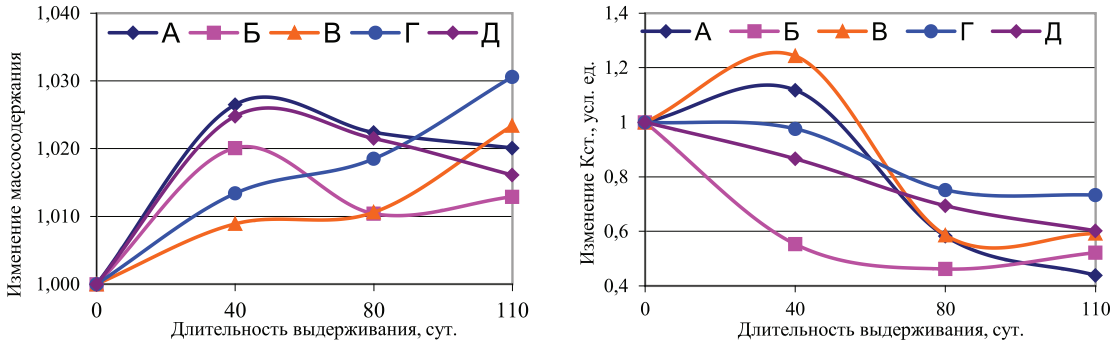
При экспозиции образцов в 1 % водном растворе H_2SO_4 на протяжении 110 суток у всех композитов наблюдается увеличение массосодержания и уменьшение прочности. Характер изменения кривых прочности цементного камня при выдержке в растворах кислот отличается от таких же зависимостей, характеризующих его водостойкость (см. рис. 1–5). Их волнообразный характер описывает наличие выраженных химических взаимодействий между составляющими материала и агрессивных сред. Однако, если судить по экспериментальным данным (см. рис. 2–5), материалы на биоцидных цементах, кроме камня на цементе «Б» при выдержке в смешанных растворах, имеют равную или более высокую кислотостойкость, чем камень на рядовом цементе. Так, через 80 сут выдерживания в 1 % растворе H_2SO_4 образцы цементного камня на рядовом цементе имеют потерю прочности более 50 %, что больше, чем материалы на биоцидных цементах. А при выдержке камня через такое же время в 1 % растворе HNO_3 потеря прочности составила около 60 %, что значительно больше, чем у материалов на биоцидных цементах.

Наиболее стойким оказался композит на биоцидном цементе «Г». Массосодержание у него увеличилось в среднем на 2–3 %,

а прочность снизилась чуть больше чем на 40%. При этом характер изменения прочности у данных образцов был разным. Если у образцов состава «Г» прочность снижалась постепенно на протяжении всего периода исследования, то у образцов состава «В» через 80 суток она возросла более чем на 40%, а к 110 суткам резко снизилась. Наименее стойким оказался композит на биоцидном цементе «Д». К концу исследования у него наблюдается наибольший рост массосодержания – более 3%, и наибольшее снижение прочности – более 65%.

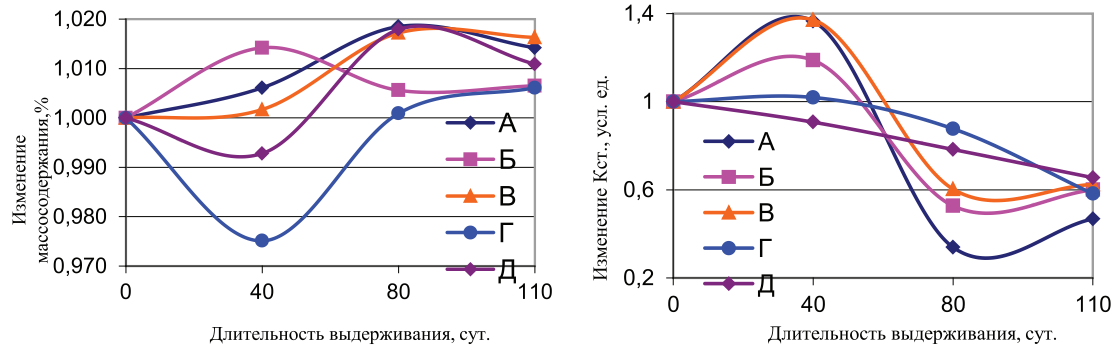
При выдерживании образцов в 1% водном растворе H_2SO_4, 2% водном растворе HNO_3 наблюдается, так же как и при ранее рассмотренных средах, рост массосодержания и снижение прочности. Как видно из рис. 3, наименьшее снижение прочности показали образцы состава «Г» – чуть больше 25%. При этом у данных образцов произошло наибольшее увеличение массосодержания – около 3%. Наименее стойкими оказались образцы, изготовленные на рядовом цементе «А». К концу исследования они показали небольшое увеличение массосодержания – 2% , и самое значительное снижение прочности – более 55%.

Как видно из рис. 4, при исследовании стойкости композитов в 1% водном растворе HNO_3 у всех образцов произошло увеличение массосодержания и снижение прочности. Наименее стойкими оказались образцы из рядового цемента «А». К концу исследования у них наблюдается рост массосодержания более 1% и снижение прочности более 50%, при этом через 80 суток снижение прочности составило около 70%.



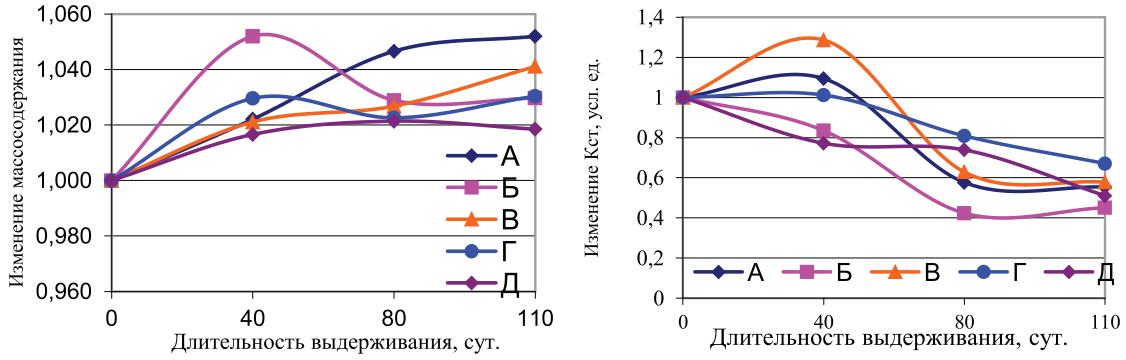
а) *б)*

Рис. 3. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в 1% водном растворе H_2SO_4, 2% водном растворе HNO_3



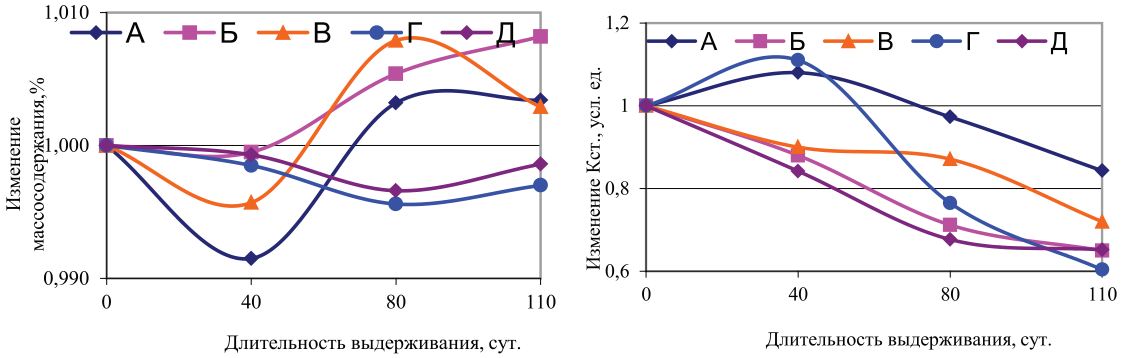
а) *б)*

Рис. 4. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в 1% водном растворе HNO_3



а) *б)*

Рис. 5. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в 2% водном растворе H_2SO_4, 1% водном растворе HNO_3



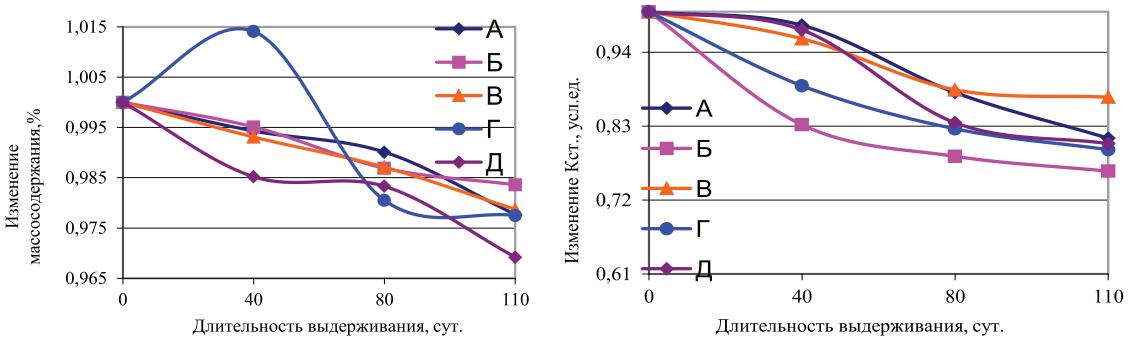
а) *б)*

Рис. 6. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в машинном масле

Наиболее стойкими, хоть и не значительно лучше остальных композитов на биоцидных цементах, оказались образцы «Д». На 110 сутки массосодержание у них увеличилось около 1%, снижение прочности составило 35%. Остальные же композиты на биоцидных цементах показали практически такое же увеличение массосодержания, но снижение прочности у них составило около 40%.

Для образцов, выдержанных в 2% водном растворе H_2SO_4, 1% водном растворе HNO_3, после 110 суток экспонирования наибольшее изменение массосодержания (5,20%) наблюдалось у композитов, изготовленных из портландцемента состава 100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, наименьшее (1,85%) – у композитов состава 100 мас. ч. клинкера, 11,2 мас. ч. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 2,0 мас. ч. NaF, 20 мас. ч. золы-уноса (рис. 5).

Как видно из рис. 6, *а*, при выдерживании образцов композитов в машинном масле их массосодержание практически не изменилось. Вариация изменения массосодержания составила менее 1% как в большую, так и в меньшую сторону. Несмотря на сохранение массы, прочность у всех композитов за время проведения исследования снизилась (рис. 6, *б*). Наименьшее снижение прочности показали образцы на рядовом цементе «А» – около 15%. Наибольшее снижение прочности показали образцы состава «Г» – 40%. При этом можно отметить, что у образцов составов «А» и «Г» прочность на 40 сутки показала увеличение, но затем начала снижаться. У образцов составов «Б», «В» и «Д» прочность начала снижаться с начала проведения исследования.



а) *б)*

Рис. 7. Зависимости изменения массосодержания (а) и коэффициента стойкости (б) композитов от длительности выдерживания в бензине АИ-92

При экспозиции образцов в бензине АИ-92 на протяжении 110 суток образцы всех составов показали снижение массосодержания и прочности. Наибольшую потерю массы показали образцы состава «Д» – 3 %, наименьшую – состава «Б» (около 1,5 %). Наименьшее снижение прочности показали образцы составов «В» и «А» (13 % и 19 % соответственно). Наибольшее снижение прочности показали образцы состава «Б» – 24 %. При этом как видно из рис. 7, *б*, характер изменения прочности у всех составов достаточно разнообразный.

В целом за весь период исследования можно сказать, что независимо от среды эксплуатации все композиты показали снижение прочности. При этом массосодержание хоть и изменялось, но эти изменения не превышали в основном 1–3 % от первоначальных значений. В пяти средах эксплуатации масса образцов только увеличивалась. В машинном масле изменения составили менее 1 % но как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. А вот при выдерживании в бензине АИ-92 все композиты показали снижение массосодержания. Как уже было сказано выше, независимо от среды размещения прочность у всех композитов снизилась. Выраженную кислотостойкость, по сравнению с другими материалами, имеет цементный камень на цементе «Г», содержащий NaF (4 мас. ч.) и активную минеральную добавку (10 мас. ч.) (см. рис. 2–5). На наш взгляд, объяснить это можно образованием малорастворимого в воде и кислотах фторида кальция согласно уравнению

$$Ca(OH)_2 + 2NaF = CaF_2 + 2Na(OH). \quad (2)$$

Подъемы и опускания кривых массосодержания цементного камня свидетельствуют о том, что при действии сред (всех без исключения) протекают одновременно процессы увеличения массосодержания (насыщения) и вымывания. При действии сред, содержащих серную кислоту, во всех случаях в начальное время выдержки наблюдается интенсивное увеличение массосодержания, что свидетельствует не только о наличии насыщения, но и химического взаимодействия с образованием продуктов, остающихся временно на поверхности образцов. Затем по мере увеличения слоя продуктов с образованием $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ происходит их отслоение и вымывание, что на кривых отмечается снижением массосодержания.

Таким образом, из полученных результатов наилучшим образом характер изменения массосодержания и прочности композитов на биоцидных цементах, выдерживаемых в различных эксплуатационных средах на протяжении 110 суток, описывает полиномиальная функция третьего порядка. В результате проведенных исследований получены сравнительные данные стойкости в коррозионных средах различных цементов. Выявлена достаточно высокая коррозионная стойкость биоцидных цементов с активной минеральной добавкой.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона: Учебник для вузов / Ю.М. Баженов. – М.: АСВ. – 2003. – 499 с.

2. Биологическая и климатическая стойкость цементных композитов / В.Т. Ерофеев, А.И. Родин, А.В. Дергунова, Е.Н. Сураева, В.Ф. Смирнов, А.Д. Богатов, С.В. Казначеев, С.Н. Карпушин // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – № 3. – С. 119–126.

3. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами / В.Т. Ерофеев, А.И. Родин, А.Д. Богатов [и др.] // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.

4. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / В.Т. Ерофеев, П.Г. Комохов, В.Ф. Смирнов [и др.]. – СПб.: Наука, 2009. – 192 с.

5. Иванов Ф.М. Защита железобетонных транспортных сооружений от коррозии. – М.: Транспорт, 1968. – 175 с.

6. Пат. № 2491239 Российской Федерации, МПК C04B7/52, C1. Биоцидный портландцемент / Ерофеев В.Т., Травуш В.И., Карпенко Н И., Баженов Ю.М., Жидкин В.Ф., Родин А.И., Римшин В.И., Смирнов В.Ф., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Родина М.А. // Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Мордовский гос. ун-т им. Н.П. Огарёва». № 2012107175/03; заявл. 29.02.2012; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.

7. Соломатов В.И. Химическое сопротивление композиционных строительных материалов / В.И. Соломатов, В.П. Селяев. – М.: Стройиздат, 1987. – 261 с.

8. Строганов В.Ф. Биоповреждение строительных материалов / В.Ф. Строганов, Е.В. Сагадеев // Строительные материалы. – 2015. – № 5. – С. 5–9.

9. Федорцов А.П. Позитивная коррозия или коррозия по В.И. Соломатову и физико-химическое сопротивление бетонов / Успехи строительного материаловедения // Юбилейная конф. М., 2001. – С. 214–218.

10. Федорцов А.П., Ерофеев В.Т. Повышение физико-химического сопротивления цементных композитов путем применения при их отверждении агрессивных сред / Вестник ВРО РААСН. Вып. 5. Нижний Новгород, 2002. – С. 98–101.

11. Федорцов А.П. Физико-химическое сопротивление строительных композитов и способы его повышения: монография / А.П. Федорцов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 464 с.

УДК 51-74:681.532.1

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ И СИЛОВОЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНШЕЕКОПАТЕЛЕМ

Карташова Т.П., Лазариди К.М., Шошиашвили М.Э., Шошиашвили И.С.

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, e-mail: shosh61@yandex.ru

Рассмотрены вопросы кинематического и силового анализа механической части привода рабочего органа системы автоматического управления положением ротора траншеекопателя. Получены аналитические выражения, представляющие собой решение обратной и прямой задач кинематики рычажного механизма привода ротора. Обратная кинематическая задача позволяет осуществить управление положением рабочего органа по косвенному параметру – положению штока управляющего гидроцилиндра, а также оценить правильность выбора кинематических параметров механического привода и их совместимость с конструктивными параметрами исполнительных гидроцилиндров привода. На основе решения прямой задачи кинематики проведен анализ кинематической погрешности САР положения ротора траншеекопателя. Полученное приведенное значение нагрузки на шток управляющего гидроцилиндра может быть использовано при математическом описании работы всей системы, а также для оценки и расчета гидравлических параметров привода.

Ключевые слова: роторный траншеекопатель, система автоматического регулирования, кинематика привода ротора, регулирование положения ротора, кинематическая погрешность, силовой анализ, приведенная сила

KINEMATIC AND POWER ANALYSIS MECHANISM OF MOVING THE WORKING BODY OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TRENCHERS

Kartashova T.P., Lazaridi K.M., Shoshiashvili M.E., Shoshiashvili I.S.

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, e-mail: shosh61@yandex.ru

The questions of kinematic power analysis of the mechanical part of the drive of the implement of the automatic control system trencher have been discussed. Analytical expressions that represent a solution to the inverse and direct problems of the kinematics of the lever mechanism of the rotor drive have been obtained. The inverse kinematic problem allows to realize control a position of the implement by an indirect parameter is the position of the rod of the control cylinder, and also to assess the correctness of a choice of kinematic parameters of the mechanical drive and their compatibility with the design parameters of the actuator hydraulic cylinders. On the basis of the solution of the direct kinematics problem, an analysis is made of the kinematic error of the ATS of the position of the trencher rotor. The obtained value of the load on the rod of the control cylinder can be used in the mathematical description of the operation of the entire system, as well as for evaluating and calculating the hydraulic parameters of the drive.

Keywords: rotor trencher, automated control system, kinematics rotor drive, regulation of the rotor position, kinematic error, power analysis, reduced power

Среди основных задач автоматизации строительно-дорожных машин наиболее актуальной является задача управления пространственным положением их рабочего органа (РО). Это обусловлено тем, что во многих технологиях качество выполнения планировочных работ определяется тем, насколько точно РО перемещается по заданной траектории [1, 2].

Для многоковшового роторного экскаватора (в дальнейшем – траншеекопателя) задача управления положением РО (ротора) в автоматическом режиме может быть решена путем создания системы автоматического регулирования (САР) положения РО [5, 9], функциональная схема которой представлена на рис. 1.

С блока задания параметров системы автоматического управления траншеекопателем на вход подсистемы автоматического регулирования положения ротора траншеекопателя (САР РО) поступает сигнал $U_h^{зад}$, соответствующий заданному значению заглубления РО машины. Учитывая сложности, возникающие при прямом измерении величины заглубления ротора по отношению к поверхности траншеи $h_{тр}$, целесообразно определение этого параметра проводить косвенным путем по величине выдвижения штока управляющего гидроцилиндра (ГЦ) $L_{шт}$, а контур регулирования формировать с обратной связью по положению штока ГЦ привода ротора. Таким образом, связь между управляющим параметром $U_L^{зад}$, соответствующим заданному значению выдвижения штока ГЦ, и параметром $U_h^{зад}$ рассчитывается в блоке решения обратной задачи кинематики (ОЗК).

Непосредственно контур регулирования включает в себя регулятор положения РО, на вход которого поступает сигнал ошибки $\Delta U_L = U_L^{зад} - U_L$, где U_L – сигнал с датчика положения штока ГЦ, и электрогидромеханический привод РО. Связь

между электронной частью САР и гидравлической частью привода осуществляется посредством электромеханического преобразователя ЭМП, входным сигналом которого является регулирующее воздействие со стороны регулятора $U_{рег}$, а выходным сигналом – смещение золотника электрогидрораспределителя $x_{эгр}$. Гидравлическая часть привода формирует расход $Q_{ГЦ}$, который поступает в исполнительный ГЦ, в результате чего ГЦ получает смещение на величину $L_{шт}$ [3].

Кинематический анализ механизма привода рабочего органа траншеекопателя

Механическая часть привода РО одного из типов траншеекопателей представляет собой рычажный механизм с вращающимся ротором, показанный на рис. 2, который воспринимает усилие сопротивления со стороны срезаемого грунта [4].

Кинематика механической части такого привода РО относится к связанным системам, имеющим силовую связь между РО и базовой машиной через гидравлический механизм. Ротор траншеекопателя при этом имеет принудительное заглубление и подъем. При этом изменение величины заглубления ротора при воздействии на него через исполнительный гидроцилиндр гидравлического привода зависит от кинематической характеристики механизма подъема. Кроме того, кинематические свойства механизма влияют на кинематическую точность позиционирования ротора [8].

Проведем кинематический анализ механической части привода РО траншеекопателя (см. рис. 2). Для этого установим зависимость между перемещением штока ГЦ $L_{шт}$ и величиной заглубления ротора $h_{тр}$.

Величина заглубления определится как

$$h_{тр} = H_0 + H_1 - R_р, \quad (1)$$

где H_0 – расстояние между точкой O_2 крепления рычажного механизма ротора и поверхностью, по которой передвигается машина; H_1 – расстояние по вертикали между точкой O_2 и точкой B на оси вращения ротора; $R_р$ – радиус ротора. Отрицательное значение величины $h_{тр}$ в выражении (1) говорит о заглублении ротора. Переменную составляющую выражения (1) H_1 определим из рассмотрения треугольников O_1O_2A и O_2A_1B:

$$H_1 = L_3 \sin\beta,$$

где $\beta = 180^\circ - \psi - \alpha - \theta$ и $\alpha = \arccos\dfrac{L_б^2 + L_2^2 - L_1^2}{2L_бL_2}$,

$L_б$ – базовое конструктивное расстояние между точками O_1 и O_2; L_2 – расстояние между точками O_2 и A_1 жесткой рамы; L_3 – расстояние между точками O_2 и B жесткой рамы механизма; L_1 – расстояние между точками O_1 и A, определяемое как

$$L_1 = L_0 + L_{шт}, \quad (2)$$

где L_0 – неизменяемое (минимальное) конструктивное расстояние между точками O_1 и A.

Окончательно с учетом некоторых преобразований получим зависимость $h_{тр} = f(L_{шт})$, представляющую решение прямой задачи кинематики, в виде

$$h_{тр} = H_0 - R_р + L_3 \sin\left(\psi + \theta + \arccos\frac{L_б^2 + L_2^2 - (L_0 + L_{шт})^2}{2L_бL_2}\right). \quad (3)$$

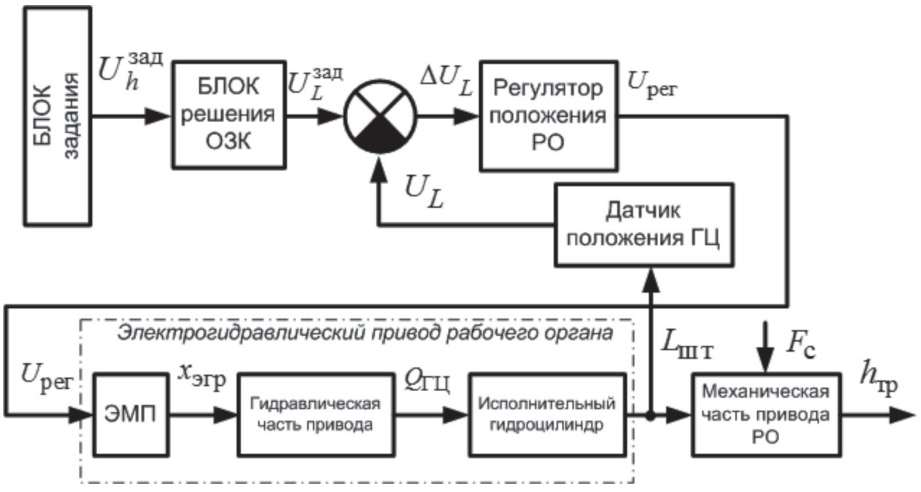


Рис. 1. Функциональная схема САР положения ротора траншеекопателя

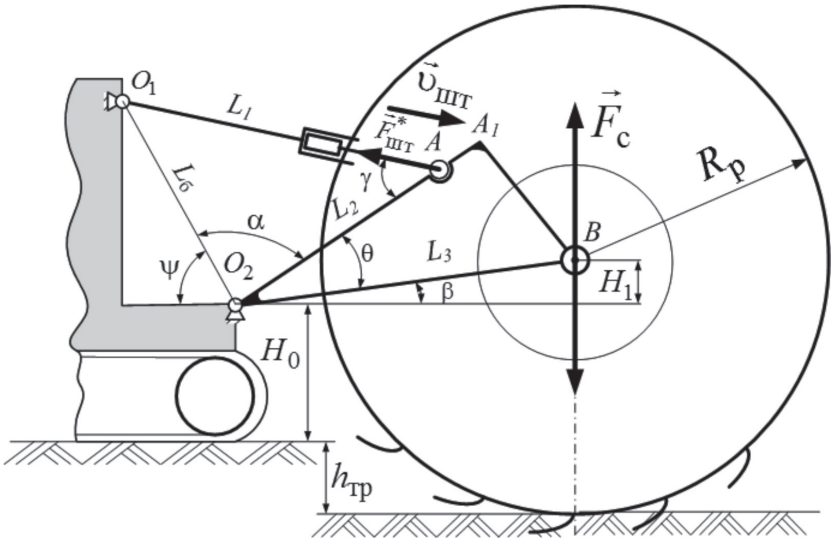


Рис. 2. Кинематика механической части привода РО траншеекопателя

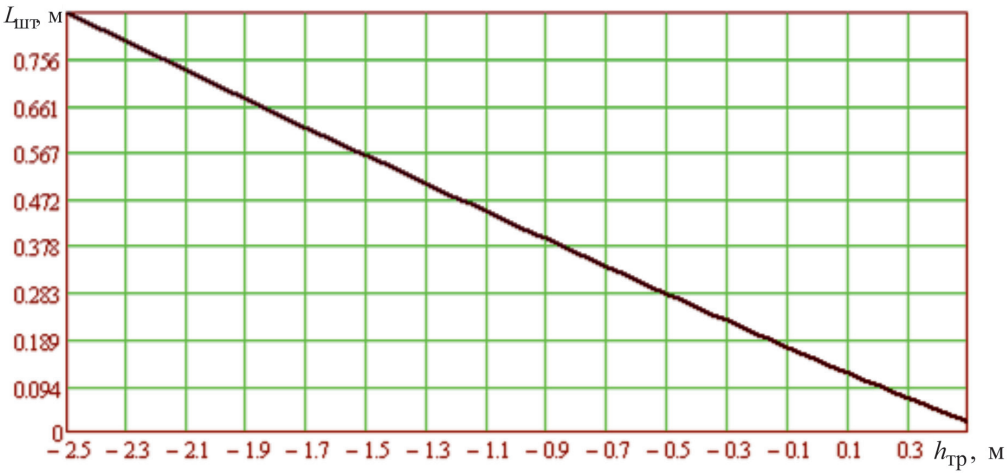


Рис. 3. График зависимости перемещения штока управляющего ГЦ от величины заглубления РО траншеекопателя

Выражение (3) может быть принято для математического описания механической части привода РО (см. рис. 1).

В основу решения обратной задачи кинематики $L_{шт} = f(h_{тр})$ положены следующие выражения:

$$L_{шт} = L_1 - L_0,\ L_1 = \sqrt{L_б^2 + L_2^2 + 2L_б L_2 \cos\alpha},\ \alpha = 180^\circ - (\alpha_0 + \beta + \theta),$$

$$\beta = \arcsin(H_1 / L_3),\ H_1 = h_{тр} + R_р - H_0.$$

Решив совместно эти уравнения, получим решение ОЗК для механической части привода РО траншеекопателя:

$$L_{шт} = \sqrt{L_б^2 + L_2^2 + 2L_б L_2 \cos\left(\alpha_0 + \theta + \arcsin\frac{h_{тр} + R_р - H_0}{L_3}\right)} - L_0. \quad (4)$$

Графическая интерпретация выражения (4) приведена на рис. 3. При расчете были приняты следующие параметры: $L_б = 2$ м; $L_2 = 0{,}7$ м; $L_3 = 2{,}5$ м; $H_0 = 0{,}5$ м; $\alpha_0 = 60°$; $\theta = 55°$; $R_р = 1{,}5$ м.

Представленная на рис. 3 графическая зависимость дает возможность оценить правильность выбора кинематических параметров механического привода, для которого должно выполняться условие [10]

$$_{хода} \le (0{,}5 \div 0{,}7) L_1^{min}, \qquad (5)$$

где $L_{хода} = L_{шт}^{max}\left(h_{тр}^{min}\right) - L_{шт}^{min}\left(h_{тр}^{max}\right)$ – величина хода поршня управляющего гидроцилиндра, $h_{тр}^{max}$ соответствует поднятому РО (транспортное положение) и $h_{тр}^{min}$ – положению РО при максимальном заглублении. Условие (5) позволяет подобрать или рассчитать управляющий гидроцилиндр привода РО, у которого ход поршня конструктивно не может превышать некоторого значения $(0{,}5 \div 0{,}7) L_1^{min}$, где L_1^{min} – габаритные размеры ГЦ при полностью втянутом штоке. Для принятых параметров механизма получим: $L_{хода} = 0{,}83$ м; $L_1^{min} = 1{,}422$ м, а выражение (5) выполняется при $L_{хода} / L_1^{min} = 0{,}583$.

Для оценки кинематической погрешности позиционирования РО по величине заглубления $h_{тр}$ проведем разложение функции (3) в ряд Тейлора [6, 7]

$$\Delta h_{тр} = \left|\frac{\partial h_{тр}}{\partial L_{шт}}\right| \Delta L_{шт}.$$

После некоторых преобразований получим выражение вида:

$$\Delta h_{тр} = \left| L_3 \cos\left(\psi + \theta + \arccos\frac{L_б^2 + L_2^2 - (L_0 + L_{шт})^2}{2L_б L_2}\right)\times \right.$$

$$\left. \times 2(L_0 + L_{шт}) \sqrt{\frac{2L_б L_2}{(L_0 + L_{шт})^2 - (L_б - L_2)^2}} \right| \Delta L_{шт}. \qquad (6)$$

На рис. 4 приведены зависимости $\Delta h_{тр} = f(h_{тр})$, построенные при различных значениях $\Delta L_{шт}$. В выражении (6) $\Delta L_{шт}$ представляет собой погрешность перемещения штока управляющего гидроцилиндра при работе САР положения ротора траншеекопателя.

Учитывая, что управление перемещением РО в автоматическом режиме начинается, как правило, с величин заглубления $h_{тр} = -0{,}5$ м и ниже, максимальная теоретическая погрешность заглубления ротора не будет превышать величин

$$\Delta h_{тр} = \begin{cases} 0{,}032 \text{ мм при } \Delta L_{шт} = 2{,}5 \text{ мм}; \\ 0{,}065 \text{ мм при } \Delta L_{шт} = 5 \text{ мм}. \end{cases}$$

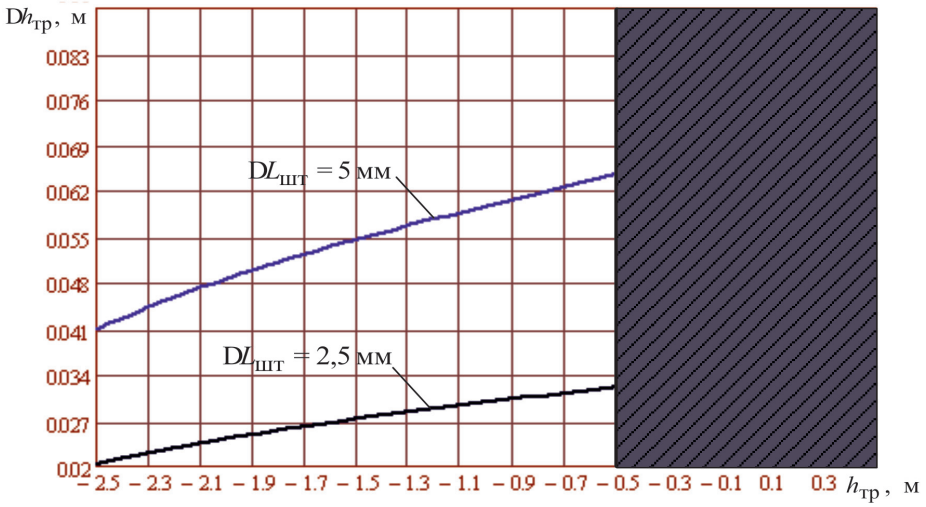


Рис. 4. Графики кинематической погрешности заглубления РО траншеекопателя $\Delta h_{тр} = f(h_{тр})$

Определение силового воздействия рабочего органа на гидравлический привод РО

Для оценки силового воздействия РО на гидравлический привод найдем приведенную силу $F^*_{\text{шт}}$, действующую на шток управляющего гидроцилиндра. Из уравнения баланса мощностей, развиваемых силами и моментами сил, приложенными в различных точках звеньев и совершающих поступательное или сложное плоское движение [7], получим

$$F^*_{\text{шт}} = \begin{cases} F_{\text{с}} \dfrac{\upsilon_h}{\upsilon_{\text{шт}}}, \text{ если } \angle\left(\vec{F}_{\text{с}};\vec{\upsilon}_h\right)=0 \text{ и } \angle\left(\vec{F}_{\text{шт}};\vec{\upsilon}_{\text{шт}}\right)=0 \\ \qquad \text{или } \angle\left(\vec{F}_{\text{с}};\vec{\upsilon}_h\right)=180^\circ \text{ и } \angle\left(\vec{F}_{\text{шт}};\vec{\upsilon}_{\text{шт}}\right)=180^\circ; \\ -F_{\text{с}} \dfrac{\upsilon_h}{\upsilon_{\text{шт}}}, \text{ если } \angle\left(\vec{F}_{\text{с}};\vec{\upsilon}_h\right)=0 \text{ и } \angle\left(\vec{F}_{\text{шт}};\vec{\upsilon}_{\text{шт}}\right)=180^\circ \\ \qquad \text{или } \angle\left(\vec{F}_{\text{с}};\vec{\upsilon}_h\right)=180^\circ \text{ и } \angle\left(\vec{F}_{\text{шт}};\vec{\upsilon}_{\text{шт}}\right)=0, \end{cases} \quad (7)$$

где F_c – суммарная сила, действующая на точку B механизма перемещения РО (см. рис. 2). При записи баланса мощностей были учтены только силы, действующие на ротор: сила тяжести ротора с нагруженными ковшами и реакции со стороны срезаемого грунта. Силами тяжести и моментами сил жесткой конструкции O_2A_1B (см. рис. 2) в данном случае пренебрегли.

Для определения соотношения $\upsilon_h/\upsilon_{\text{шт}}$, входящего в выражения (7), представим производную $\upsilon_h = dh_{\text{тр}}/dt$ в следующем виде:

$$\upsilon_h = \frac{dh_{\text{тр}}}{dt} = \frac{dh_{\text{тр}}}{dL_{\text{шт}}} \cdot \frac{dL_{\text{шт}}}{dt} = \frac{dh_{\text{тр}}}{dL_{\text{шт}}} \upsilon_{\text{шт}}, \quad (8)$$

откуда согласно (6)

$$\frac{\upsilon_h}{\upsilon_{\text{шт}}} = \frac{dh_{\text{тр}}}{dL_{\text{шт}}} = L_3 \cos\left(\psi + \theta + \arccos\frac{L_{\text{б}}^2 + L_2^2 - \left(L_0 + L_{\text{шт}}\right)^2}{2L_{\text{б}}L_2}\right) \times 2\left(L_0 + L_{\text{шт}}\right)\sqrt{\frac{2L_{\text{б}}L_2}{\left(L_0 + L_{\text{шт}}\right)^2 - \left(L_{\text{б}} - L_2\right)^2}}.$$

Заключение

Проведенный анализ кинематических параметров одной из конструкций механизма привода РО траншеекопателя показал, что при построении САР РО следует учитывать кинематику механизма привода. С целью минимизации погрешности регулирования РО по величине заглубления может потребоваться проведение оптимизации размеров рычажного механизма и расположения точек крепления конструкции к гусеничной машине. Полученные аналитические зависимости могут лечь в основу проведения такой процедуры.

Анализ выражения (8) (см. рис. 4) показывает, что при постоянной скорости перемещения штока управляющего ГЦ скорость вертикального перемещения РО в рабочем диапазоне заглублений будет изменяться примерно в 1,5 раза, что может потребовать введения в систему управления контура регулирования скорости. С другой стороны, силовой анализ показал, что аналогичным образом будет изменяться приведенная к штоку ГЦ сила $F^*_{\text{шт}}$, что также отразится на динамике привода. Кроме того, выражения (7) и (8) могут быть использованы при математическом описании работы автоматизированного траншеекопателя.

Список литературы

1. Автоматизация строительных и дорожных машин: учебное пособие / А.Ф. Тихонов, С.Л. Демидов, А.Н. Дроздов. ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». – М.: МГСУ, 2013. – 256 с.

2. Бухгольц В.П., Снагин В.Т. Автоматическое управление роторными экскаваторами. – М.: Недра, 1986. – 143 с.

3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для втузов / Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. [и др.]. – М.: Альянс, 2011. – 423 с.

4. Карнаухов Н.Н. Эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных и дорожных машин. Строительные машины: учебник. / Н.Н. Карнаухов, Ш.М. Мерданов, В.В. Шефер, А.А. Иванов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 456 с.

5. Карташова Т.П., Лазариди К.М., Шошиашвили М.Э. К вопросу автоматизации роторных экскаваторов // Инновации в науке – инновации в образовании: материалы международной научно-технической конференции. 21–32 сентября 2016 г. / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. – С. 80–87.

6. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. Для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1974. – 832 с.

7. Теория механизмов и машин: курс лекций / Г.А. Тимофеев. – М.: Высшее образование, 2009. – 352 с.

8. Чмиль В.П. Теория механизмов и машин: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2012. – 280 с.

9. Шошиашвили М.Э., Шошиашвили И.С., Карташова Т.П., Лазариди К.М. Мобильный робототехнический комплекс на базе роторного траншеекопателя // Научный альманах. – 2016. – № 7–1 (21). – С. 468–474. DOI: 10.17117/na.2016.07.01.468.

10. Шошиашвили М.Э., Лазариди К.М., Евхута О.Н., Карташова Т.П. Проектирование мехатронного модуля с вращательной кинематической парой и электрогидравлическим приводом поступательного действия // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2014. – № 1. – С. 65–70.

УДК 629.7.084

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ У ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

Кокарев А.С., Решетников Д.В., Дьяков А.Н., Шунин И.В.

ФГКВОУ ВПО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru

Настоящая статья посвящена описанию методики формирования у обслуживающего персонала сложных технических систем навыков по локализации и устранению отказов с учетом оптимального распределения средств на подготовку специалистов соответствующего эксплуатационного подразделения. Обосновывается задача рационального распределения затрат, решение которой направлено на обеспечение максимально возможной готовности персонала к решению задач по предназначению для заданного объема финансирования. Для решения оптимизационной задачи анализируются известные модели обученности, делается вывод о целесообразности описания кривых итеративного научения с помощью экспоненциальных кривых. На основе выбранной модели обученности предварительно вычисляются «функции отклика» целевого показателя от вложения средств на подготовку персонала соответствующего профиля. Так как получаемые функциональные зависимости являются сепарабельными функциями, то для их решения применяется метод динамического программирования. При этом находится спектр оптимальных решений для различных допустимых значений финансирования программ подготовки персонала.

Ключевые слова: подготовка персонала, продолжительность обучения, неисправности, модели обученности, спектр решений

REQUIREMENTS FOR THE PROGRAM OF FORMATION OF SKILLS OF LOCALIZATION OF EQUIPMENT FAILURES AT THE TECHNICAL STAFF

Kokarev A.S., Reshetnikov D.V., Dyakov A.N., Shunin I.V.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Mozhaisky Military Space Academy, Saint-Petersburg, e-mail: vka@mil.ru

The article highlights the description of the methods used to form skills in locating and eliminating failures, considering optimal distribution of funds for specialist training of the corresponding operational units. The targeted audience is service staff of complex technical systems. The task of the optimal fund distribution has been explained and can be fulfilled by getting the staff ready to face any kind of challenge with a fixed amount of funding. For the solution of the optimization tasks, we analyze the generic models of teaching, make a conclusion about the aptness of iterative learning diagram curves description using exponential curves. Based on the chosen model of teaching, we perform preliminary calculation of «response function» of a target indicator in regards to the funds spent on staff training. Due to the fact that acquired functional dependencies are separable functions, in order to resolve them a method of dynamic programming is applied. At the same time a wide spectrum of solutions for various possible ways of financing of staff training programs has been developed.

Keywords: personnel training, duration of training, malfunction, model training, range of solutions.

Неисправности, возникшие в процессе эксплуатации сложных технических систем, должны быть устранены в кратчайшие сроки в установленном руководящими документами порядке. Такое требование обусловлено тем, что задержки в выполнении работ могут привести к существенным финансовым и репутационным потерям. Кроме того, в процессе поиска причин отказа расходуется как ресурс самого отказавшего изделия, так и потребляемые им электроэнергия, сжатые газы, рабочие жидкости и т.д. [1].

Вместе с тем при выполнении работ по поиску и устранению неисправности должна обеспечиваться безопасность для личного состава, не нанесение ущерба расположенному рядом оборудованию и окружающей среде. В связи с этим данный процесс должен быть четко организован, а личный состав должен уметь оперативно обнаружить причину неисправности.

Весьма важным аспектом при решении задачи повышения готовности персонала указанных систем к оперативной локализации и устранению отказов являются затраты, необходимые для реализации соответствующих мероприятий. В современных условиях актуальной является задача их рационального распределения, решение которой направлено на обеспечение максимально возможной готовности персонала к решению задач по предназначению для заданного объема финансирования.

Таким образом, можно говорить о задаче нахождения оптимального состава мероприятий и соответствующего им объема затрат, при котором рациональное распределение средств на их реализацию позволяет

достичь максимальной готовности персонала при заданном объеме финансирования C.

Постановка задачи

Содержательно задачу нахождения оптимального состава мероприятий подготовки персонала к решению целевых задач можно сформулировать следующим образом.

При заданных параметрах организации технологических операций (ТхОп), характеристиках условий функционирования и применения исследуемой системы, характеристиках и параметрах системы обучения найти такой план формирования навыков локализации неисправностей оборудования, который максимизирует показатель эффективности выполнения ТхОп.

Под планом процесса обучения будем понимать вектор, компонентами которого являются длительности обучения персонала соответствующих эксплуатационных подразделений действиям при возникновении отказа оборудования.

Введем следующие обозначения:

$P_{\text{вз}}$ – показатель эффективности выполнения ТхОп;

I – совокупность комплексов аппаратуры (приемно-измерительная аппаратура, аппаратура обработки и выдачи информации, аппаратура энергоснабжения и вентиляции и т.д.);

J_i – множество нештатных ситуаций (вариантов отказов оборудования), навыки локализации которых необходимо сформировать у персонала i-го комплекса аппаратуры;

$T_{\text{в}} = \{t_{\text{в } ijk}\}$ – текущие значения среднего времени локализации неисправности и замены отказавшего элемента;

C – располагаемое количество материальных ресурсов.

Формальная постановка задачи формирования оптимальной программы повышения готовности персонала к решению целевых задач в этом случае примет следующий вид.

Найти:

$$\vec{\pi}^{*} = \arg\max_{\vec{\pi}\in\Delta} P_{\text{вз}}(\vec{\pi}), \qquad (1)$$

$$\Delta = \{\vec{\pi} \,|\, (\vec{\pi},\vec{c}) \le C, \vec{\pi} \ge 0\}, \qquad (2)$$

где

$$\vec{\pi}^{*} = <\vec{\pi}^{*(1)},...,\vec{\pi}^{*(i)},...,\vec{\pi}^{*(I)}>, \qquad (3)$$

$$\vec{\pi}^{*(i)} = <t_{i1},...,t_{ij},...,t_{iJ}>, \qquad (4)$$

$$m = \sum_{i=1}^{I} j_i \,. \qquad (5)$$

Длительности t_{ij} являются оптимизируемыми переменными и определяют на основе соотношений (3) и (4) векторы $\vec{\pi}^{*(i)}$ (планы процесса обучения), размерности которых равны числу m возможных нештатных ситуаций при выполнении персоналом задач эксплуатации i-го комплекса аппаратуры. Размерности векторов $\vec{\pi}^{*(i)}$ определяются в соответствии с (5).

Решение данной задачи требует знания зависимостей исследуемого показателя эффективности ТхОп от длительности подготовки персонала. Проанализируем их.

Модели зависимости показателя эффективности ТхОп от времени подготовки персонала

В основу кибернетического подхода к исследованию процесса обучения положено представление обучения как систематического изменения деятельности (или поведения) обучаемого при повторении одинаковой ситуации. Иными словами, обучение предполагает изменение внешней (физической) и внутренней (психической) деятельности обучаемого в соответствии с целью этой деятельности, что приводит, в свою очередь, к улучшению в ходе обучения некоторого показателя, с помощью которого (которых) оценивается достигнутый уровень обученности.

В качестве основной результативной характеристики процесса обучения обычно принимается критерий уровня обученности. При обучении реальных систем в качестве критерия уровня обученности могут выступать следующие характеристики:

− временные (время выполнения действия, операции, время реакции, время, затрачиваемое на исправление ошибки, и т.д.);

− скоростные (производительность труда, скорость реакции, движения и т.д. – величины, обратные времени);

− точностные (величина ошибки в мерах физических величин (миллиметрах, углах и т.п.), количество ошибок, вероятность ошибки, вероятность точной реакции, действия и т.д.);

− информационные (объем заучиваемого материала, перерабатываемой информации, объем восприятия и т.д.).

Под математической моделью обучения будем понимать функциональные зависимости

$$W = W(t_{\text{об}}), \qquad (6)$$

или

$$W = W(n), \qquad (7)$$

где W – некоторый показатель обученности (например, время восстановления, время

поиска неисправности, время принятия решения и т.п.);
$t_{об}$ – время, затраченное на обучение;
n – число циклов (сеансов) обучения.

С помощью зависимостей (6) и (7) необходимо с достаточной степенью адекватности представить в формализованном виде тот процесс, который происходит в обучаемом в результате восприятия им обучающей информации (ОИ).

В соответствии с [2, 3], процесс обучения можно представить в следующем обобщенном виде:

$$W(n) = W^{(k)} - (W^{(k)} - W^{(0)})y^{(n)}, \qquad (8)$$

где $W^{(0)}$ – начальное значение показателя W;
$W^{(k)}$ – предельно возможное (конечное) значение показателя W;
$y^{(n)}$ – некоторая монотонно убывающая функция.

К виду (8) могут быть преобразованы самые различные модели, как рекуррентной структуры, так и целостно описывающие изменение в процессе показателей обученности (как убывающих, так и возрастающих с увеличением номера цикла обучения).

Таким образом, можно утверждать, что в основе моделирования процесса обучения лежит следующая общая закономерность: в процессе обучения уменьшается по некоторому нелинейному закону остаточная необученность операторов (разность между предельно возможным уровнем и достигнутым уровнем обученности).

В формальном виде данная закономерность представляется выражением (8).

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют, что важнейшей общей закономерностью итеративного научения является замедленно-асимптотический характер кривых научения. При этом в большинстве случаев [3] кривые итеративного научения аппроксимируются экспоненциальными кривыми (рисунок).

Сформулированные утверждения вполне согласованы с соответствующими экспериментальными закономерностями, физическими законами и результатами наблюдений.

В этом случае кривая обученности, применительно к процессу обучения персонала, примет вид

$$t(n) = t_{тр} + (t_0 - t_{тр})e^{-\gamma n}, 0 < \gamma < 1,$$

где $t_{тр}$ – требуемое среднее время локализации отказавшего элемента и восстановления оборудования;
$t(n)$ – фактическое время восстановления оборудования после обучения;
n – число циклов обучения.

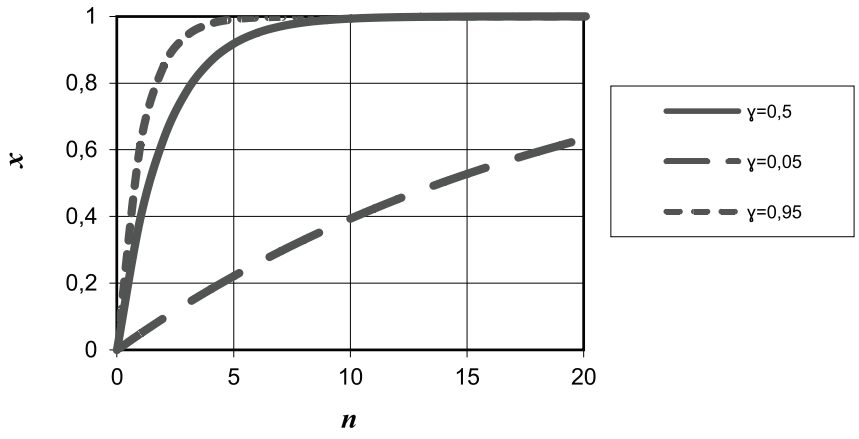
Метод решения задачи

Полученные выше зависимости показателя эффективности ТхОп от продолжительности подготовки персонала позволяют представить целевую функцию в следующем виде:

$$P_{вз} = \prod_{s=1}^{S} P_{вз\,i}(\omega_j), \qquad (9)$$

где ω_s – число циклов подготовки персонала i-го подразделения действиям в ситуации j.

Анализ полученных выше зависимостей показывает, что задача синтеза оптимального плана является задачей математического программирования с нелинейной целевой функцией и линейными ограничениями. При этом целевая функция определена в многомерном пространстве, не имеет явного аналитического выражения и определяется рекуррентно. Приведенные обстоятельства существенно усложняют решение задачи.



Экспоненциальная модель при различных γ

Результаты выполнения прямого хода алгоритма динамического программирования

ξ	$F_1(\xi)$	$\hat{x}_1(\xi)$	$F_2(\xi)$	$\hat{x}_2(\xi)$	…	$F_l(\xi)$	$\hat{x}_l(\xi)$	$\hat{x}_1(\xi)$
ξ_1	$F_1(\xi_1)$	$\hat{x}_1(\xi_1)$	$F_2(\xi_1)$	$\hat{x}_2(\xi_1)$	…	$F_l(\xi_1)$	$\hat{x}_l(\xi_1)$	$\hat{x}_1(\xi_1)$
ξ_2	$F_1(\xi_2)$	$\hat{x}_1(\xi_2)$	$F_2(\xi_2)$	$\hat{x}_2(\xi_2)$	…	$F_l(\xi_2)$	$\hat{x}_l(\xi_2)$	$\hat{x}_1(\xi_2)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	…	⋮	⋮	⋮
C	$F_1(C)$	$\hat{x}_1(C)$	$F_2(\xi_1)$	$\hat{x}_2(C)$	…	$F_l(C)$	$\hat{x}_l(C)$	$\hat{x}_1(C)$

С учетом того, что функция (9) является сепарабельной, для решения оптимизационной задачи может быть использован аппарат динамического программирования, если производить оптимизацию по одному показателю, а другой представить в виде ограничения [4]. Тогда исходная задача с l неизвестными сводится к последовательному решению l задач с одной неизвестной переменной. При этом находится спектр решений для различных допустимых значений финансирования мероприятий формирования требуемых навыков персонала.

Используя известный [5] алгоритм, приведем решение задачи (9) в терминах динамического программирования.

Функциональное уравнение Беллмана для первого шага условной оптимизации примет вид

$$F_1(\xi) = \max_{x_1 \in \Delta} f_1(x_1);$$

$$\Delta_1 = \{x_1 \,|\, c_1 x_1 \le \xi\};$$

Для последующих шагов:

$$F_g(\xi) = \max_{x_g \in \Delta_g} (f_g(x_g) + F_{g-1}(\xi - c_g x_g));$$

$$\Delta_g = \{x_g \,|\, \sum_{i=1}^{g} c_i x_i \le \xi\}.$$

Для каждого шага, определяющего точность решения задачи, вычисляются максимальные значения функции приращения целевого показателя $P_{\text{вз}}(\pi)$ и соответствующие им условно-оптимальные значения каждой переменной $x_g, \mathrm{g} = \overline{1, l}$. В общем виде результат прямого хода алгоритма динамического программирования представлен в таблице.

Оптимальные значения каждой переменной при заданном финансировании $x_g^*, \mathrm{g} = \overline{1,l}$ определяются в результате обратного хода алгоритма в соответствии с выражениями

$$x_l^* = \hat{x}_l,$$

$$x_{l-\gamma}^* = \hat{x}_{l-\gamma}\left(C - \sum_{\psi=0}^{\gamma-1} c_{l-\psi} x_{l-\psi}^*\right), \gamma = \overline{1, l-1}.$$

Выводы

В качестве вывода подчеркнем, что практическая реализация предложенного подхода позволит повысить обоснованность рекомендаций по повышению готовности обслуживающего персонала сложных технических систем к возникновению отказов и использованию средств, выделяемых на эти цели.

Кроме того, предложенный подход позволяет получить спектр решений для различных допустимых значений затрат на подготовку персонала соответствующего профиля (от 0 до C с некоторым шагом Δc, определяющим точность решения задачи).

Список литературы

1. Дьяков А.Н., Решетников Д.В., Бояршинов С.Н. Моделирование системы поддержания работоспособного состояния сложных технических систем // Вооружение и экономика. – 2016. – № 3. – С. 35–43.

2. Буш Р., Мостеллер Ф. Стохастические модели обучаемости / Пер. с англ. – М.: Физматгиз, 1962. – 484 с.

3. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения. – М.: Институт проблем управления РАН. – 1998. – 77 с.

4. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. – М.: Наука, 1965. – 460 с.

5. Кокарев А.С., Птушкин А.И. Метод обоснования объема инвестиций в проекты внедрения типовых производств // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10516.

УДК 004.023

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЭСТАКАД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

[1]Кувыкин В.И., [2]Кувыкина Е.В.

[1]ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», Кстово, e-mail: vkuvykin@yandex.ru;
[2]Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского (национальный исследовательский университет), Нижний Новгород, e-mail: e.kuvykina@yandex.ru

Рассмотрены задачи моделирования работы железнодорожной эстакады нефтеперерабатывающего завода по приему углеводородного сырья с учетом транспортной логистики. Построение математической модели основано на теории систем массового обслуживания. Рассматривается однолинейная система с ожиданием, пуассоновским входным потоком и показательным временем обслуживания. Разработан эвристический алгоритм идентификации и оценки пропускной способности эстакады с учетом случайного характера поступления заявок и времени обслуживания для использования в моделях линейного программирования. Описан способ визуализации плановых и фактических данных, построения прогноза и графиков работы, который реализован в прикладной программе. При построении прогноза работа эстакады, запасы и производство рассматриваются как единая интегрированная система. Анализ информации дает возможность рассчитать вероятность возникновения очередей и позволяет принять эффективные управленческие решения для оптимизации работы технологических установок и приема сырья. Практическое использование полученных решений дает возможность снизить затраты, вызванные простоем транспорта, и оптимизировать загрузку производственных мощностей.

Ключевые слова: математическое моделирование, теория массового обслуживания, системный анализ, линейное программирование, оптимизация, нефтепереработка

QUEUEING THEORY APPLICATION FOR OIL REFINERY RAILWAY RACK MODELLING

[1]Kuvykin V.I., [2]Kuvykina E.V.

[1]OOO «LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez», Kstovo, e-mail: vkuvykin@yandex.ru;
[2]National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: e.kuvykina@yandex.ru

Problems of refinery hydrocarbons railway receiving rack and transport logistics modelling are considered. Mathematical modeling is based on queuing theory. The study deals with a single-line system with the Poisson expectation input flow and exponential service time. The heuristic algorithm to identify and evaluate the capacity rack has been designed, given the random nature the applications received and maintenance time used in linear programming models. The method for visualization of planned and actual data, forecasting and scheduling are implemented in the application program. The railway receiving, stockpiles and the oil production is regarded as a single integrated scheduling system. Data analysis allows to evaluate the likelihood of queues and to take effective management decisions regarding optimization of technological installations and raw materials receiving. The application of effective management decisions provides an opportunity to reduce costs caused by the transport stoppage and to optimize the units capacity using.

Keywords: mathematical modelling, queuing theory, system analysis, linear programming, optimization, refinery

Изменения, происходящие на рынке нефти, вызывают острую потребность в оптимизации деятельности нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) для поддержания конкурентоспособности. Существенный вклад в повышение эффективности производства вносят методы исследования операций [3]. При этом одним из важных аспектов работы завода является обеспечение жизненно важной обратной связи производства и отгрузки нефтепродуктов для постоянной переоценки работы производственно-сбытовых цепочек и производительности установок. Системный анализ работы производства, приема и отгрузки нефтепродуктов, работы терминалов в рамках единой системы дает существенный синергетический эффект [1, 7, 9].

Для увеличения операционного дохода за счет оптимизации загрузки производственных мощностей широко используются модели оптимального планирования, основанные на применении математических моделей линейного программирования (LP-моделях), такие как PIMS (компания «AspenTech»), RPMS (компания «Honeywell») и другие [4, 9]. Поступление сырья и отгрузка нефтепродуктов входят в структурные ограничения системы уравнений LP-модели НПЗ, являются ключевыми параметрами и существенно влияют на экономические результаты [6, 8].

Отметим, что LP-модели оперируют со средними значениями и не приспособлены к детальному учету реальных производственных ограничений. Возможные сбои, связанные с конъюнктурой рынка, работой транспорта и производством продукции, могут нарушить календарный график, основанный на детерминированной модели, и привести к существенным потерям. Это означает, что рабочие процессы и инструменты планирования должны быть хорошо адаптированы для поддержки различных сценариев в условиях неопределенности. Применение теории систем массового обслуживания (далее СМО) открывает целый ряд новых возможностей использования математического моделирования при решении производственных задач нефтепереработки и отгрузки инновационными способами [9, 10].

Работу погрузочно-разгрузочного комплекса можно рассматривать с позиции СМО [3]. Если поток регулярен и время обслуживания равно интервалу между заявками, СМО справляется с потоком заявок. Но стоит потоку заявок и обслуживанию стать случайными, может возникнуть очередь из поступающих вагонов или нехватка сырья для загрузки установок. То и другое связано с существенными экономическими потерями. Кроме того, неверные ограничения пропускной способности эстакад приводят к ошибочным решениям при расчёте оптимального плана. Построение математической модели СМО, адекватно отражающей исследуемый объект, как известно, является актуальной и нетривиальной задачей [2].

Следующим важным этапом является контроль и прогнозирование работы СМО с последующим принятием управленческих оптимизационных решений. Оптимизация работы СМО позволяет добиться максимальной загрузки эстакад и в то же время не допускать скопления вагонов-цистерн. Поскольку СМО является лишь составной частью производственной цепочки, при прогнозировании данные детерминированной LP-модели и СМО должны быть интегрированы в единую систему. Такой подход включает взаимосвязанное рассмотрение последствий каждого решения и координацию работы между различными участниками процесса.

Целью работы является построение модели СМО для оптимизации и планирования работы железнодорожных эстакад, разработка алгоритмов расчета ограничений для LP-модели оптимального планирования, прогнозирование работы комплекса и расчет графиков приема сырья. Моделирование дает возможность рассчитать вероятность скопления транспорта и снизить затраты, вызванные простоем транспорта или неоптимальной загрузкой завода при недопоставке сырья.

Рассмотрим работу одной эстакады слива. Схема потока сырья приведена на рис. 1. Сырье в вагонах-цистернах поступает на эстакаду, сливается в резервуарный парк и далее направляется для переработки на технологические установки. Действующая схема планирования построена следующим образом: определяется потребность в сырье технологических установок в соответствии с оптимальным планом производства с учетом технологической мощности эстакады, затем составляется график поступления сырья на НПЗ и движение остатков в резервуарных емкостях. Таким образом, происходит увязка логистических и производственных процессов предприятия.

Помимо классической схемы поступления заявок в декартовой системе координат [3], визуализацию данных для одновременного отображения плановых и фактических значений удобно провести в полярной системе координат. В качестве полярного угла используем время. На рис. 2 на круговой диаграмме изображены типичные результаты работы эстакады слива углеводородного сырья. Задачей является обеспечение приема 10 составов за 12 суток. Диаграмма наглядно иллюстрирует расхождение нормативного и реального времени разгрузки составов и возможность корректировки времени для обеспечения предприятия сырьем в оставшиеся до контрольного срока дни.

Рис. 1. Схема потока сырья, поступающего на железнодорожную эстакаду слива, в резервуарный парк и на переработку

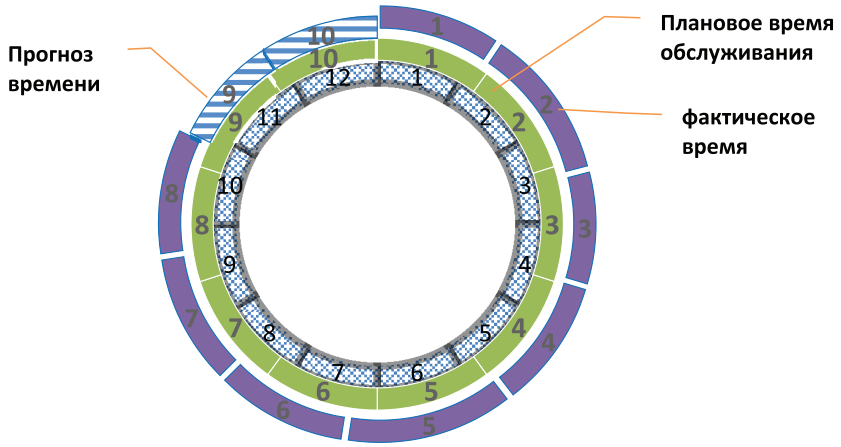


Рис. 2. Диаграмма работы эстакады по приему углеводородного сырья. Внутренняя область показывает время (сутки), средняя область – плановое время с отметками порядковых номеров обслуживаемых составов, внешняя часть – фактическое время обслуживания составов с номерами составов и прогноз времени обслуживания

Из рисунка можно видеть, что за 10 дней работы наблюдается отставание от планируемого времени, для выполнения первоначального графика предлагается осуществить процессы слива в более сжатые сроки. На диаграмме интервалы фактического времени слива представляют собой нерегулярные отрезки времени, штрихом показан план работы до конца периода с постоянным временем слива.

Работу одной эстакады слива углеводородного сырья будем моделировать одноканальной СМО с неограниченной очередью. При моделировании работы эстакад используется модель с формулами Литтла [3]: $W_{sys} = L_{sys} / \lambda$ (где W_{sys} – среднее время пребывания заявки в системе, λ – интенсивность потока заявок, L_{sys} – среднее число заявок в системе). Отметим, что формула Литтла справедлива для любой СМО, при любом распределении времени обслуживания и любой дисциплине обслуживания.

При прогнозировании рассмотрим систему массового обслуживания с однородным потоком (все заявки равноправны, рассматриваются только моменты поступления заявок). Поток без последействия, т.е. число событий любого интервала времени $(t, t+x)$ не зависит от поступления заявок до момента t. Считаем, что поток стационарный, т.е. вероятность появления n событий на интервале времени $(t, t+x)$ не зависит от времени t, а зависит только от длины x интервала. Для решения задачи будем рассматривать поток Пуассона [3] с параметром λ. Время обслуживания заявок распределено по показательному закону. Таким образом, в работе рассматривается однолинейная система с ожиданием, пуассоновским входным потоком и показательным временем обслуживания, т.е. используется модель $M|M|1|+\infty$ по классификации Кендалла.

Обработка фактических данных показала, что гипотезу простейшего потока приходящих на товарно-сырьевое производство железнодорожных составов, так же как и гипотезу показательного распределения длительности разгрузочных операций, в первом приближении можно принять для прогнозирования. В целом случаются задержки, связанные с технологическими операциями на эстакаде и нестабильной работой технологических установок, поэтому для увеличения точности моделирования следует использовать и более сложные модели.

Рассмотрим эвристический алгоритм идентификации и оценки пропускной способности эстакады с учетом случайного характера поступления заявок и времени обслуживания для использования в моделях линейного программирования. В теории СМО вводится понятие номинальной производительности N, для рассматриваемой задачи – это максимальная пропускная способность эстакады, если каждый состав обслуживается точно со средним временем и составы всегда есть в наличии. Фактическая производительность F оказывается меньше этого значения. Тогда коэффициент использования эстакады η_{sys}, как отношение фактической производительности к номинальной, определяется по формуле $\eta_{sys} = F / N$.

Процесс слива существенно зависит от ряда факторов: технического состояния эстакады, графика поставки сырья, плана производства, от вязкости нефтепродуктов, которая, в свою очередь, зависит от качества сырья и его температуры. Исходя из текущей ситуации, коэффициент использования эстакады для прогнозирования η_f подбирается эвристически с учетом работы всех объектов, представленных на рис. 1. Проводится корректировка коэффициента η_{sys} с учетом текущей ситуации экспертным путем (на практике до ± 3 %), вычисляются ограничения максимальной производительности эстакады P по формуле $P = \eta_f N$ и статистические характеристики СМО. Например, при прогнозировании приема сырья коэффициент η_{sys} может быть увеличен при увеличении температуры окружающего воздуха, уменьшающей вязкость нефтепродукта во время слива. Структурные ограничения P учитываются в LP-модели при расчете оптимального плана.

Таким образом, для расчета ограничений по максимальной загрузке эстакады слива предлагается использовать следующий алгоритм:

1. Определение номинальной производительности N с использованием статистических данных прошлого периода.

2. Расчет коэффициента использования эстакады η_{sys}.

3. Экспертная корректировка коэффициента η_{sys} и вычисление ограничения P по максимальной производительности.

4. Построение графика приема сырья с учетом номинальной производительности эстакады, коэффициента ее использования и интенсивности потока заявок.

Следующим этапом является применение модели СМО для построения прогноза и календарного графика приема сырья. Расчеты проводятся с применением прикладного программного обеспечения «Logistics Sleeve» [5]. В программе рассматриваются следующие фактические входные данные: время заезда состава на завод, время выезда состава с завода, общее время от подачи до уборки (в том числе время слива), время простоя эстакады, масса поступившего сырья. Данные поступают из ERP-системы в модуль обработки, прогноз выгружается в шаблон MS Excel, в котором автоматически рассчитывается относительная пропускная способность, абсолютная пропускная способность и вероятность отказа по известным формулам [3], имеется возможность построить прогноз и график приема сырья.

Система позволяет контролировать задержку поступления нефтяного сырья, сбои при разгрузке продукции, сверхнормативное поступление сырья. Работа эстакады, запасы и производство при построении прогноза рассматриваются как единая интегрированная система. Анализ результатов моделирования дает возможность рассчитать вероятность возникновения очередей и позволяет принять эффективные управленческие решения при оптимизации работы технологических установок и приема сырья.

Таким образом, моделирование работы эстакады слива с использованием теории СМО позволяет корректно определять ограничения в LP-моделях оптимального планирования, осуществлять прогноз выполнения плана приема сырья и отгрузки продукции, своевременно проводить корректировку плана производства и отгрузки. Анализ характеристик СМО дает возможность выделять проблемные вопросы («узкие места») при работе эстакад.

Обработка реальных данных показала, что модель с использованием СМО является более адекватной по сравнению с детерминированной, которая основана на фиксированной технологической мощности эстакады, поскольку позволяет получить более точный прогноз количества слитого на эстакаде углеводородного сырья.

Экономическая эффективность решений, принимаемых на основе моделирования, достигается за счет сокращения упущенной выгоды при корректных ограничениях в LP-модели для расчета оптимальной загрузки установок завода и снижения издержек от простоя вагонов-цистерн с сырьем. Дополнительные эффекты обусловлены интеграцией данных LP-модели и модели СМО при согласовании графиков производства и отгрузки с предотвращением потерь операционного дохода при некорректном планировании и слабом контроле графиков слива.

Итак, подход на основе теории СМО имеет очевидное преимущество перед методом учёта средних характеристик работы системы, поскольку даёт возможность учесть отклонения от идеального графика работы и внештатные ситуации, такие как задействование резервных возможностей и изменение производительности технологических установок. В работе изложена концепция математического моделирования с использованием теории СМО, которая реализована в программном комплексе по планированию приема сырья по железной дороге. Практическое использование позволяет провести оптимизационные расчеты, прогнозировать максимальную производительность СМО и осуществлять контроль операций, что дает возможность принять меры по снижению затрат, вызванных простоем транспорта, оптимизировать загрузку

производственных мощностей. Приведена методология экономической оценки эффективности предложенных решений.

Математическая модель, рассмотренная в работе, носит достаточно общий характер, и ее результаты справедливы для различных отраслей, связанных с планированием и управлением производственными и логистическими цепочками.

Список литературы

1. Абдокова Л.З. Синергетический эффект как результат эффективного управления // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10–3. – С. 581–584.

2. Богданова В.Г., Паншин А.А. Инструментальные средства автоматизации многовариантных расчетов при исследовании систем массового обслуживания // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 9. – С. 467–472.

3. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.

4. Кувыкин В.И. Использование моделей бизнес-процессов НПЗ в системах планирования и учёта. // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2013. – № 7. – С. 47–48.

5. Кувыкин В.И., Колпакова Е.В., Мелешкевич М.А., Казакевич С.О. «Logistics Sleeve» // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2016. – № 3. – С. 606.

6. Кувыкин В.И., Кувыкина Е.В., Петухов М.Ю. Анализ оптимальных решений в задачах нелинейного программирования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 4–5. – С. 2285–2286.

7. Кувыкин В.И., Мелешкевич М.А., Наумова С.В. Системный подход к оптимизации управления смешением // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 10–2 (52). – С. 133–136.

8. Петухов М.Ю. Ключевые значения параметров оптимизации решения в задачах линейного программирования для нефтеперерабатывающих предприятий // Экономика и математические методы. – 2012. – Т. 48, № 2. – С. 128–132.

9. Joly M. Refinery production planning and scheduling the refining core business // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2012. – Vol. 29. – № 02. – P. 371–384.

10. Ribas G.P., Leiras A., Hamacher S. Operational planning of oil refineries under uncertainty // IMA Journal of Management Mathematics. – 2012. – № 23. – P. 397–412.

УДК 004.94

О НЕКОТОРЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ ИНСТРУМЕНТАРИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФУНКЦИЙ В СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРАХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Медведев А.В., Муравьев С.А., Пинаев В.А., Славолюбова Я.В.

Кемеровский филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, Кемерово, e-mail: alexm_62@mail.ru

Для оперативной поддержки принятия экспертных решений в ситуационных центрах социально-экономического развития предложено использование автоматизированного программного комплекса многопараметрического анализа математических функций. Данный программный продукт используется во взаимодействии с разработанным оптимизационным комплексом программ «Карма» и является составляющим эффективного инструментария оперативной, экспертной поддержки принятия решений в сфере социально-экономического анализа территорий, оценки эффективности инвестиционных и бизнес-проектов. Приведены примеры численного анализа ряда проектов, кратко описаны основные результаты, полученные с помощью указанного комплекса, в различных прикладных сферах – экспресс-анализе бизнес-проектов, решении задач маркетинга и логистики, а также частных случаев задачи линейного программирования. Благодаря разработанному программному и аппаратному обеспечению, в Кемеровском институте (филиале) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова функционирует ситуационный центр регионального социально-экономического развития.

Ключевые слова: многопараметрический анализ математических функций, поддержка принятия решений, ситуационный центр социально-экономического развития, оценка проектов

ON SOME APPLICATIONS OF FUNCTION'S MULTIPARAMETER ANALYSIS IN THE SITUATION CENTERS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT

Medvedev A.V., Muravev S.A., Pinaev V.A., Slavolyubova Ya.V.

Kemerovo branch of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Kemerovo, e-mail: alexm_62@mail.ru

It's suggested to use the automated program complex of multi-parameter analysis of mathematical functions for operative expert decision-support in situational centers of socio-economic development. This software is used in conjunction with the developed optimization software complex «Karma» as a component of effective operative tools of decision-making expert support in the field of socio-economic analysis of the area, assessing the effectiveness of investment and business projects. Examples of numerical analysis of a number of projects, briefly described the main results, which obtained by using this complex in various application areas – rapid analysis of business projects, solving marketing problems and logistics, as well as individual cases of linear programming problem. Due to the developed hardware and software operates situational center of regional socio-economic development in the Kemerovo Institute (branch) of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov.

Keywords: multivariate analysis of mathematical functions, support for decision-making, situational center of socio-economic development, assessment of projects

Современный уровень развития информационных технологий делает актуальным их использование для экспертной поддержки принятия решений в ситуационных центрах социально-экономического развития, используемых при анализе состояния, динамики развития, логистики территорий различного масштаба (стран, регионов, муниципальных образований и т.п.), производственных комплексов (предприятий, отраслей, направлений экономической деятельности региона и т.п.), оценке эффективности проектов. Это, в свою очередь, требует разработки автоматизированного программного инструментария, адекватного с точки зрения баланса объема и скорости обработки информации социально-экономического характера. К такому инструментарию следует отнести математические модели социально-экономических систем (предприятий, территориальных кластеров, регионов, отраслей и т.п.), алгоритмы расчета показателей и оценки эффективности их функционирования, автоматизированные программные средства финансового, логистического, маркетингового анализа для принятия обоснованных управленческих решений, примеры применения которого приведены в работах [1, 2, 4–7]. Применение соответствующих алгоритмов обработки данных, анализа информации позволяет успешно применять описанный инструментарий при анализе ряда проектов в ситуационном центре социально-экономического развития Кемеровского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова.

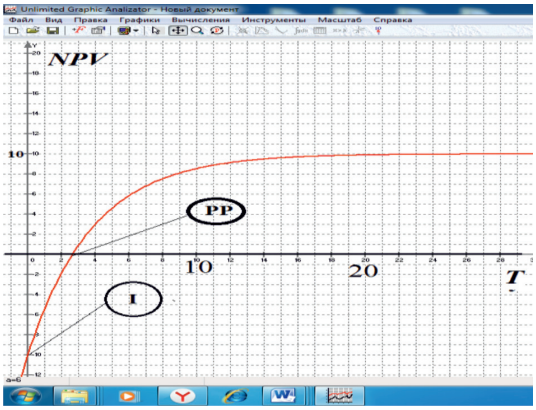


Рис. 1. NPV = NPV(T)

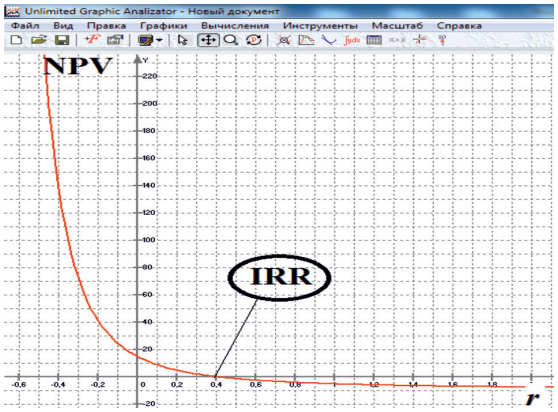


Рис. 2. NPV = NPV(r)

Отметим, что, кроме оптимизационных математических моделей социально-экономических систем и соответствующих программных комплексов их анализа, в ситуационном центре используется программное обеспечение многопараметрического анализа математических функций, свойства которого подробно описаны в [3]. В настоящей работе представлены примеры применения указанного программного обеспечения при решении как оптимизационных, так и неоптимизационных задач экспресс-оценки эффективности инвестиционных проектов (ИП), линейной оптимизации, логистики и др.

Пусть требуется оперативно оценить эффективность инвестиционного проекта по критерию чистой приведенной стоимости (NPV). Простейшая формула для расчета NPV, предполагающая инвестиционные затраты лишь в начальный момент времени, имеет вид

$$NPV = \sum_{t=0}^{T-1} \frac{W(t)}{(1+r)^t} - I \,, \qquad (1)$$

где $W(t)$ – прибыль предприятия в период $(t; t+1)$, T – горизонт планирования ИП, I – суммарные инвестиции в проект, r – ставка дисконтирования, учитывающая риски инфляции и требования инвестора. В предположении, что $W(t) = W = \text{const}\,(t = 0,1,\ldots,T)$, которое является целесообразным при экспресс-анализе инвестиционных проектов, применяя формулу аннуитетных платежей, можно получить следующее выражение для NPV:

$$NPV = \frac{W}{r}\left(1 - \frac{1}{(1+r)^T}\right) - I \,. \qquad (2)$$

Рассмотрим полученную формулу, как функцию одной независимой переменной T с параметрами W, I, r. Записав (2) в легко осваиваемой пользователем математической нотации пакета, описанного в [3], как функцию сначала переменной T, а затем переменной r, с учетом экономического смысла параметров W, I, r, T, можно проанализировать поведение (2) в любом, допустимом по смыслу, диапазоне указанных параметров: W денежных единиц (д.е.) – без ограничений, I (д.е.) ≥ 0, r (%) ≥ 0, T(лет) ≥ 0.

На рис. 1–2 представлены зависимости (2) от горизонта планирования и ставки дисконтирования ИП при некоторых значениях параметров W, I, которые, с использованием возможностей пакета, можно оперативно менять в режиме реального времени, с любым шагом. Из получаемых графиков (при изменении любого параметра они перестраиваются практически мгновенно), по рис. 1 аналитик может оперативно оценить период окупаемости PP, NPV и срок ее насыщения, а по рис. 2 – внутреннюю норму доходности IRR инвестиционного проекта, в соответствие с теорией благосостояния. Использование пакета многопараметрического анализа функций позволяет осуществлять эффективный (в смысле целевых установок функционирования ситуационных центров) экспресс-анализ инвестиционных проектов.

Рассмотрим следующую задачу, ориентированную на экспресс-анализ некоторых инвестиционных и бизнес-проектов мезоэкономического уровня. Известно, что спрос Q и цена P на продукцию являются основными регуляторами отношений между производителем и потребителем в рыночной экономике. Естественным является предположение, что спрос определяется не ценой P на единицу товара и суммарными доходами D потребителя, а относительной покупательской способностью потребителя, то есть отношением доходов к цене. Ина-

че говоря, если доход потребителя и цена товара увеличатся (уменьшатся) в одно и то же число раз, то спрос останется неизменным. Кроме того, в соответствии с теорией благосостояния А.С. Пигу, спрос обладает свойством насыщения с ростом доходов и постепенным удовлетворением потребности в товаре. Поэтому зависимость суммарного спроса всех работников региона от отношения цены на продукцию к доходам потребителя может быть описана, например, логистической кривой вида

$$Q(D/P) = \frac{k}{1 + be^{a\cdot(D/P)^{-1}}}, \qquad (3)$$

где k, b, a – некоторые постоянные величины. Для применения на практике хорошо разработанных методов решения задач линейного (дробно-линейного) программирования, функцию (3), при достаточно реалистичном для региональной экономики условии $P<<D$, целесообразно представить, как дробно-линейную функцию относительно D/P в виде

$$Q(D/P) = \frac{k\cdot D/P}{(1+b)D/P + a\cdot b}. \qquad (4)$$

Построение и сравнительное исследование функций вида (3) и (4) является затруднительным без наличия соответствующих автоматизированных средств. Осуществим подбор параметров a, b, k функций (3) и (4) с использованием пакета, описанного в [3]. Результат численного эксперимента приведен на рис. 3.

Как видно из рис. 3, найдена такая числовая комбинация параметров $a = 5$, $b = 1$, $k = 56$, при которой наблюдается теоретически предсказанное хорошее приближение логистической кривой и дробно-линейной функции практически на всей положительной части оси абсцисс. Получить подобный результат аналитическими способами, в короткое время, без применения средств автоматизации расчетов, не представляется возможным.

В экономических приложениях часто используется задача оптимизации значений линейной целевой функции при линейных ограничениях, формирующих непустую область допустимых решений, имеющая следующую содержательную постановку. Пусть n – количество видов производимой в экономической системе продукции; m – количество используемых при производстве продукции ресурсов; i – номер вида ресурса ($i = 1, 2,.... m$); j – номер вида продукции ($j = 1,2,....n$); b_i – наличный объем i-го ресурса; a_{ij} – количество единиц i-го ресурса, затрачиваемого на производство единицы j-й продукции; c_j – эффективность (стоимость) единицы продукции j-го вида; x_j – искомый объем производства j-й продукции. Тогда задачу максимизации эффекта (прибыли) от производства продукции можно поставить в виде требования максимизации функции

$$J = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad (5)$$

при выполнении ограничений неотрицательности переменных $x_j \geq 0$, $j = 1,\ldots,n$ и использования ресурсов:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_j, \quad i = 1,\ldots,m. \qquad (6)$$

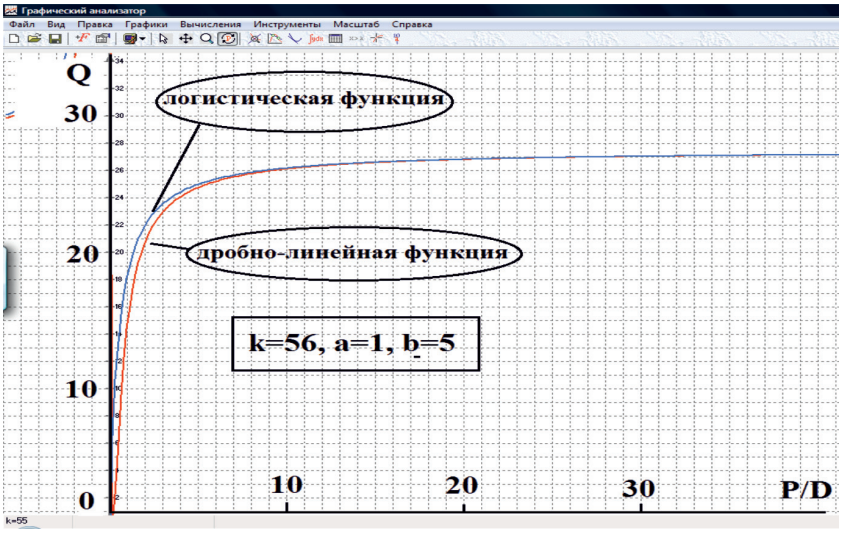


Рис. 3. Графики логистической кривой и дробно-линейной функции (k = 56, b = 1, a = 5)

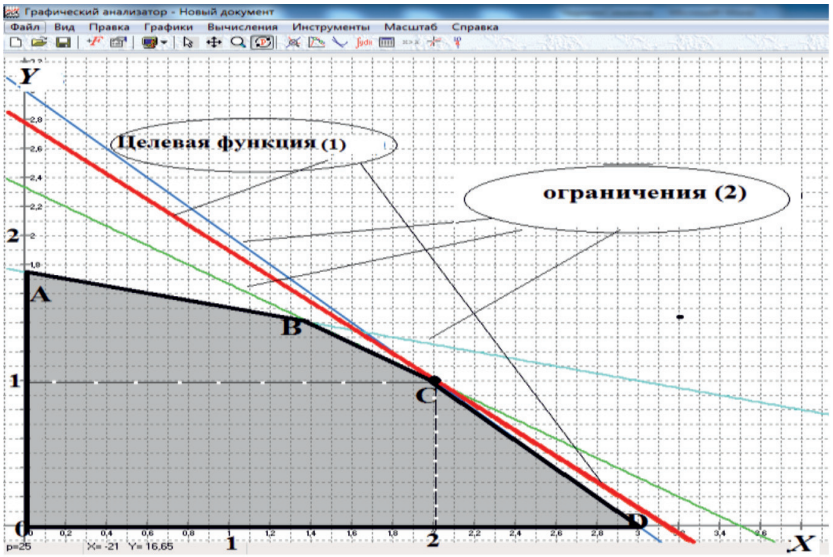


Рис. 4. Пример анализа задачи линейного программирования

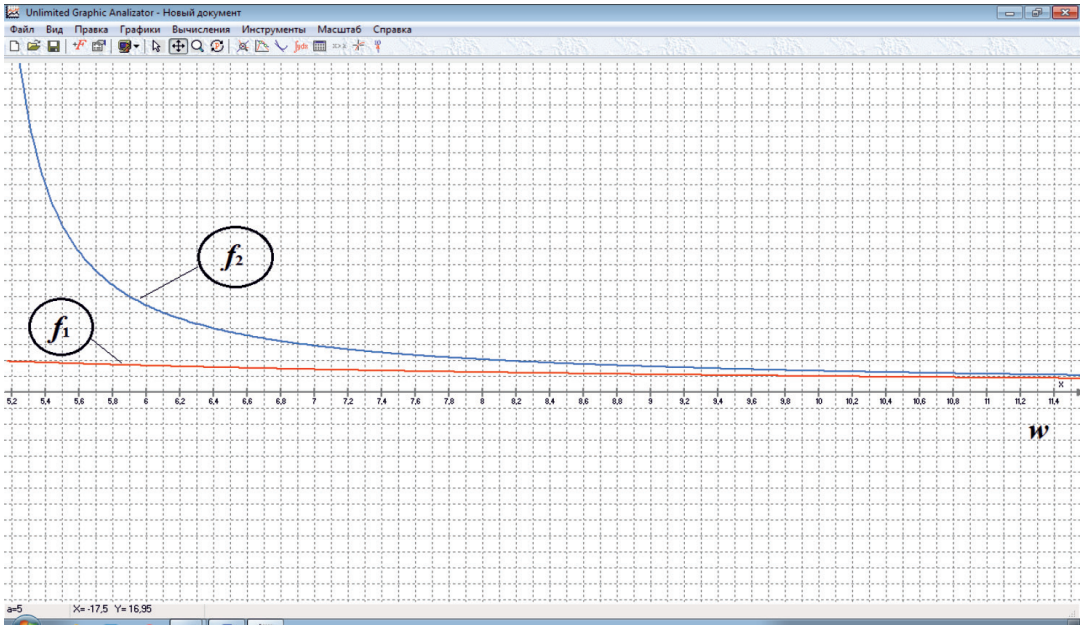


Рис. 5. Графики затрат времени движения объектов ($a = b = 5$, $\lambda = 0{,}5$)

Модель (5), (6) справедлива для любого количества видов ресурсов и продукции, для самых разнообразных конкретных численных значений лимитов ресурсов b_i и норм затрат ресурсов a_{ij}. Очевидно, что при наличии большого количества параметров ее эффективный анализ требует автоматизации обработки информации. Пакет, описанный в [3], справляется с такой обработкой в частном случае задачи (5), (6), когда $n = 2$, $m \geq 3$.

На рис. 4 приведен результат одного численного эксперимента с произвольными значениями параметров в (5), (6). Здесь представлена область 0ABCD допустимых решений, сформированная ограничениями (6). Точка оптимума (например, точка C на рис. 4), а также ее координаты получаются средствами пакета, описанного в [3], (путем изменения параметров, соответствующих значениям коэффициентов c_1, c_2 и искусственно задаваемому свободному

коэффициенту, визуализирующих поворот и параллельное перемещение), как последняя общая точка допустимой области и линии целевой функции (5). Аналогичная визуализация достигается при управлении любым из параметров функций задачи (5)–(7). Это позволяет оперативно изменяя допустимую область и перемещая целевую функцию, решать самые разнообразные задачи как учебного, так и практического содержания.

Рассмотрим еще одну задачу практического содержания. Пусть необходимо доставить товар из пункта А в пункт В через промежуточный пункт *C*: АС/СВ = λ. У принимающего решение лица есть два альтернативных варианта: 1) доставка товара со средней скоростью *v* по железной дороге, проложенной между *A* и *B*; 2) товар доставляется автомобилем со средней скоростью *v*-*a* из *A* в *C*, а затем из *C* в *B* самолетом, со средней скоростью *v* + *b*. Необходимо определить значения пропорции λ и параметров a и *b*, чтобы 2-й вариант доставки оказался быстрее по времени. Полный параметрический анализ приведенной задачи в общей постановке дает следующее решение: равенство соответствующих времен наблюдается, если

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{b(v-a)}{v(a+b)} \\ a = \dfrac{vb(1-\lambda)}{\lambda v + b} \\ b = \dfrac{\lambda a v}{(1-\lambda)v - a} \end{cases} . \qquad (7)$$

Очевидно, что пакет, описанный в [3], идеально подходит для визуального анализа полученного решения. Рассмотрим одну из разновидностей сформулированной задачи, имеющую экономически содержательную трактовку и, на первый взгляд, парадоксальное решение. Пусть у производственного предприятия имеется возможность извлечь из некоторого бизнеса потенциал *W* д.е. путем реализации двух альтернативных сценариев: 1) при условии равномерных усилий *w* д.е. в единицу времени (ед. вр.) и 2) при условии, что половину потенциала оно будет извлекать с уменьшенными (увеличенными) на a д.е./ед.вр. усилиями, а вторую половину – соответственно с увеличенными (уменьшенными) на ту же величину a усилиями. Требуется ответить на вопрос, какой из вариантов приведет к скорейшему достижению потенциала *W*. Сформулированная задача может быть легко решена аналитически, но допускает и оперативный ответ на вопрос с использованием пакета, описанного в [3]. С этой целью достаточно построить и сравнить визуально две функции: $f_1(w) = W/w$ и $f_2(w) = 0{,}5W/(w - a) + 0{,}5W/(w + a)$ (рис. 5).

Из полученных графиков быстро убеждаемся, что для всех значений параметров *w* и *a* $f_1(w) < f_2(w)$, что, очевидно, свидетельствует в пользу равномерных усилий предприятия для достижения своего потенциала.

Приведенные результаты свидетельствуют о возможности применения пакета, описанного в [3], в условиях семинаров, мобильных заседаний экспертных групп, ситуационных центров социально-экономического развития за счет скорости обработки информации, простоты использования конечными пользователями, что превращает описанный инструментарий, по сути, в систему поддержки принятия управленческих решений в сфере анализа социально-экономических систем.

Список литературы

1. Анисова М.А. Математические и инструментальные методы и модели в экономике / М.А. Анисова, А.С. Березина, И.А. Кудряшова, Н.А. Петрик, В.А. Пинаев, П.Н. Подкур, А.Г. Седых, Я.В. Славолюбова, Г.И. Шуревич // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов наука и образование. – 2016. – № 7(86). – С. 37.

2. Зарова Е.В., Мусихин С.Н. Оперативный мониторинг социально-экономического развития субъектов РФ в системе государственного стратегического планирования // Вопросы статистики. – 2013. – № 4. – С. 16–21.

3. Кривобоков В.Н. Обучающий комплекс по решению задач параметрического анализа в предметах естественнонаучного цикла / В.Н. Кривобоков, А.В. Медведев, А.В. Смольянинов // Научно-технический журнал «Образовательные технологии». – Воронеж, 2005. – № 1(14). – С. 21–25.

4. Муравьёв С.А. Технопарки – «точки роста» российской экономики // Уголь. – 2016. – № 5(1082). – С. 32–34.

5. Оперативный мониторинг в структуре региональных ситуационных центров социально-экономического развития / отв. ред. Е.В. Зарова. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2013. – 152 с.

6. Победаш П.Н. Принятие решений при оценке эффективности инвестиционных проектов на основе операционного исчисления // Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2013. – Т. 63. № 2. – С. 3–11.

7. Репова М.Л., Сазанова Е.В., Лобанова Ю.С. Инструментарий социально-экономического мониторинга регионов для целей управления // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 13. – С. 44–53.

УДК 621.865.8:534.141.2

ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ НА ПРИМЕРЕ KUKA KR 10

[1]Невмержицкий М.Н., [1]Вара А.В., [2]Ноткин Б.С., [1]Змеу К.В.

[1]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: nevmerzhitskiy.mn@dvfu.ru, vara.av@dvfu.ru, zmeu.kv@dvfu.ru;

[2]ФГБУН Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, Владивосток, e-mail: notkin.bs@dvfu.ru

Одним из сдерживающих факторов роста применения промышленных роботов для технологических задач является их ограниченная механическая жесткость и связанная с ней низкая вибрационная устойчивость. Оценка этих свойств промышленного манипулятора может быть выполнена методами структурной динамики, в частности классического модального анализа, который чувствителен к условиям проведения эксперимента. Целью настоящей работы является уточнение техники проведения экспериментов по анализу структурной динамики промышленных манипуляторов путём ударных испытаний и выработке рекомендаций. Эксперименты проведены на манипуляторе KUKA KR10 в разных пространственных положениях с использованием акселерометров и дальномеров. Применены методы спектрального и частотного анализа ударного воздействия и откликов конструкции. Проанализирован диапазон от 0 до 3000 Гц, условно разделенный на низкочастотную (0–100 Гц) и высокочастотную области (100–3000 Гц). Эксперименты показали, что представительная реакция манипулятора в диапазоне низких частот может быть получена даже при сниженных требованиях к способу ударного возбуждения и его аспектам. Причем регистрация колебаний с помощью дальномера здесь может оказаться предпочтительней в силу его большей чувствительности в окрестностях низких частот. С ростом собственной частоты исследуемой конструкции её проявление существеннее зависит от места регистрации и точки возбуждения. Экспериментально показано, что электромеханическая жесткость приводов KUKA высока и соизмерима с механической жесткостью фрикционных тормозов, поэтому в ходе эксперимента электроприводы могут быть заблокированы тормозами. Также отмечено, что пространственное положение звеньев манипулятора в основном оказывает влияние на вибродинамику робота в низкочастотной области. Представленный материал может рассматриваться как предпроектное планирование массированных экспериментов по модальному анализу промышленных роботов последовательной кинематической схемы, а также учитываться при технологическом проектировании роботизированной ячейки, выборе инструмента, кинематического положения робота и технологических режимов.

Ключевые слова: промышленный манипулятор, KUKA, модальный анализ, спектральный анализ, ударное возбуждение, динамические свойства, собственные частоты, механическая жёсткость

PRACTICAL ISSUES OF EXPERIMENTAL STRUCTURAL DYNAMICS ANALYSIS OF INDUSTRIAL ROBOTS USING KUKA KR 10

[1]Nevmerzhitskiy M.N., [1]Vara A.V., [2]Notkin B.S., [1]Zmeu K.V.

[1]Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: nevmerzhitskiy.mn@dvfu.ru, vara.av@dvfu.ru, zmeu.kv@dvfu.ru;

[2]Institute of Automation and Control Processes far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (IACP FEB RAS), Vladivostok, e-mail: notkin.bs@dvfu.ru

One of the factors that hinder the use of industrial robots for solving technological tasks is their limited mechanical rigidity and the related low resistance to vibrations. For an industrial manipulator, these properties can be assessed by methods of structural dynamics, in particular, by classical modal analysis that is sensitive to experimental conditions. The present work is aimed at (i) refining experimental techniques used for analysis of the structural dynamics of industrial manipulators by means of impact tests and (ii) formulating related recommendations. The experiments were performed with KUKA KR10 manipulator in various spatial positions and employed accelerometers and range finders and the methods of spectral and frequency analysis of the impact action and response of the structure tested. Experimental data were analyzed in a frequency range of 0–3000 Hz, which was conditionally divided into the low-frequency (0–100 Hz) and high-frequency (100–3000 Hz) regions. The experiments showed that a representative response of the manipulator at low frequencies can be obtained even for reduced requirements to the method of impact excitation and its particular aspects. The monitoring of oscillations with the aid of a range finder should probably be preferred due to its higher sensitivity at low frequencies. As the intrinsic frequency of a tested structure increases, the corresponding response more significantly depends on the site of monitoring and the point of excitation. It is established that the electromechanical rigidity of drives in the KUKA manipulator is high enough, being comparable with the mechanical rigidity of friction brakes, so that the electric drives during experiments can be blocked by the brakes. In addition, it has been found that spatial positions of the manipulator segments mostly influence vibrational dynamics of the robot in the low-frequency region. The given material may be used for preliminary planning of extensive experiments on the modal analysis of industrial robots with serial kinematic chains and should be taken into account in the technological design of robotized cells and the choice of instrument, kinematic positions, and technological regimes.

Keywords: industrial manipulator, KUKA, modal analysis, spectral analysis, impact excitation, dynamic properties, natural frequencies, mechanical rigidity

На фоне продолжающегося бурного роста использования промышленных роботов, в том числе для выполнения технологических операций, одним из существенных сдерживающих факторов остается ограниченная механическая

(электромеханическая) жесткость манипулятора. Известно, что это порождает низкую виброустойчивость технологических процессов, например фрезерования, снижает динамическую точность, надежность и долговечность механических узлов [4, 5, 7, 8, 18]. Решение задач по изучению и снижению влияния указанных факторов связано с построением адекватных математических моделей реальных промышленных роботов. Идентификация параметров и верификация моделей в рассматриваемой области может быть эффективно выполнена методами структурной динамики, в частности классического модального анализа [1, 6, 11, 12, 14, 15].

Экспериментальный модальный анализ весьма чувствителен к правильному построению эксперимента, что особенно важно для такого сложного, нестационарного объекта, как промышленный робот-манипулятор. Вопросы вибровозбуждения, типов и локализации датчиков, пространственного расположения звеньев манипулятора, состояния электроприводов звеньев не являются тривиальными. Кроме того, сам способ проведения эксперимента в существенной степени зависит от цели исследования.

В работах [9, 11] целью исследования являлось повышение жёсткости манипулятора в процессе фрезерования. Ударные эксперименты проведены на разной длине вылета его руки. Для измерения колебаний инструмента на последнем звене манипулятора размещён трёхосевой акселерометр. В работе [9] предложено проводить ударные испытания для всех звеньев манипулятора по специально подготовленной сетке точек удара с целью регистрации всех возможных мод колебаний. С той же целью в работе [15] рекомендовано проводить ударные испытания для нескольких кинематических положений, а для достоверной регистрации собственных частот разместить одноосевые акселерометры в области трёх кинематических осей манипулятора. Также авторы рекомендуют прикладывать удар молотка максимально близко к месту закрепления датчика по направлению его оси измерения. Работа [14] направлена на исследование динамических свойств и оценку жёсткости манипуляторов лёгкого класса, а также возможности их применения для технологических задач. Ударные эксперименты проведены в статическом положении манипулятора, колебания измерены трёхосевым акселерометром на его последнем звене. Работы [17, 20] направлены на исследование динамических свойств манипуляторов при помощи специального программного обеспечения, получены пространственные картины мод колебаний. Работа [16] посвящена вибрационному анализу манипулятора и исследованию его нежёсткости. Процедура модального анализа проведена для двух статических положений и в динамике во время циклического движения по одной из осей робота, размещённого на столе электродинамического вибростенда. Колебания измерены тензометрическими акселерометрами в шестидесяти точках конструкции. Работы [10, 13, 21] направлены на идентификацию динамической модели роботов-манипуляторов. В [10] импульсное возмущение прикладывается поочерёдно в одиннадцать точек конструкции, измерения колебаний выполнены трёхосевым акселерометром поочерёдно в каждой из этих точек. В [13, 21] импульсное возмущение приложено в область основания конструкции, измерения колебаний выполнены акселерометрами во множестве точек. Проведена верификация теоретических частотных характеристик роботов по экспериментальным данным.

Большинство рассмотренных работ посвящено исследованию промышленных манипуляторов среднего или тяжёлого класса [9–11, 15, 17, 20]. Каждая работа представляет различные авторские подходы к проведению экспериментов по модальному анализу промышленных манипуляторов. Их разнообразие свидетельствует о нетривиальности задачи. Многие вопросы, касающиеся техники проведения эксперимента, остаются за рамками изложения. Обоснованное планирование экспериментов влияет на объективность результатов классического модального анализа промышленного робота-манипулятора и, как следствие, на качество дальнейшей идентификации параметров и верификации его математической модели. Целью настоящей работы является уточнение техники проведения экспериментов по анализу структурной динамики промышленных манипуляторов. Эксперименты выполнены на примере манипулятора лёгкого класса KUKA KR 10 R900 sixx [19].

Описание оборудования и экспериментов

На рис. 1 представлен внешний вид промышленного робота-манипулятора KUKA KR 10 R900 SIXX и его кинематическая структура, имеющая шесть степеней свободы. Нагрузочная способность манипулятора составляет 10 кг при максимальном вылете 900 мм.

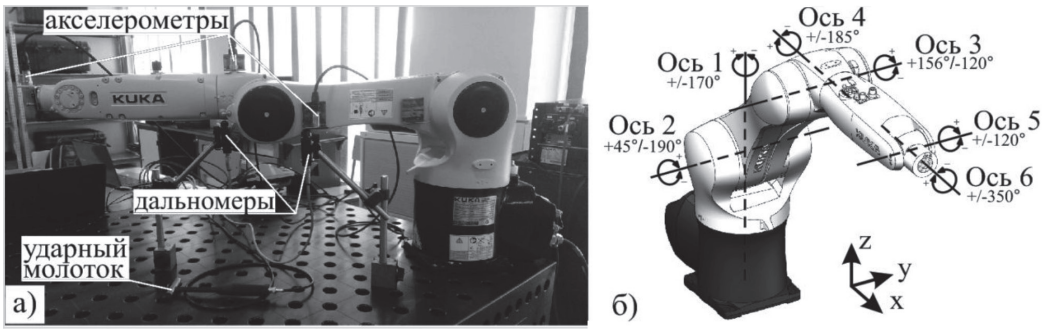


Рис. 1. а) общий вид манипулятора KUKA KR 10 в горизонтальном положении с датчиками; б) кинематическая структура манипулятора

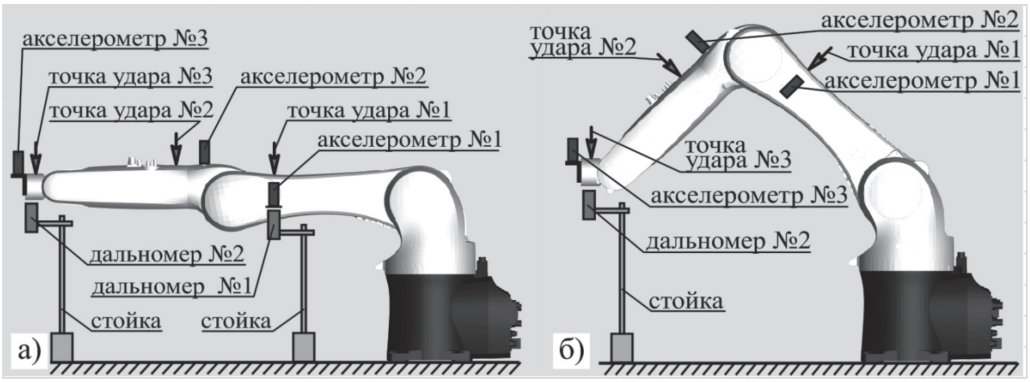


Рис. 2. Положения манипулятора в процессе испытаний: а) горизонтальное положение; б) угловое положение

На рис. 2, а и 2, б показаны два пространственных положения манипулятора с размещёнными на них датчиками для проведения ударных испытаний. Для измерений на манипуляторе установлены три одноосевых акселерометра IMI SENSORS ICP603C01 и два лазерных дальномера RF603HS.56-15/5. Схема их размещения представлена на рис. 2. Для воздействия на манипулятор использован ударный молоток ICP 086C03 со встроенным акселерометром.

Исследование различных способов ударного возбуждения

При ударных испытаниях полнота картины отклика исследуемого объекта зависит от спектральной полноты входного возбуждения [14, 15]. В подавляющем большинстве работ сравнение диапазона возбужденных частот и исследуемого диапазона частотных свойств манипулятора остается за рамками изложения [9, 11, 13–17, 20, 21]. По результатам экспериментов на рис. 3 представлена серия спектральных характеристик, построенных по данным с акселерометра молотка, возбужденных различными ударами по манипулятору.

По характеристикам можно видеть, что удары возбуждают широкий диапазон частот от 0 до 2000–3000 Гц. На диапазон возбуждаемых частот можно повлиять выбором жёсткости ударной насадки на молотке. Амплитуда и форма спектральных характеристик отличаются друг от друга, так как при исследовании сложно контролировать постоянство характера и силы удара.

Сравним картины спектральных характеристик, построенных по откликам манипулятора KUKA KR 10 при трёх различных способах возбуждения. На рис. 4 представлены серии спектральных характеристик, полученные с акселерометра № 3

при возбуждении манипулятора в угловом положении (рис. 2, б) ударом в точку № 3. Удары выполнены молотком с насадками из различного материала (жесткий пластик и мягкая резина; спектральные характеристики ударных воздействий представлены на рис. 3) и, для сравнения, рукой. Удары рукой выполнены подобно ударам молотком, но нанесены ребром ладони.

Для надежности каждый эксперимент выполнен несколько раз и представлен на рисунке в форме группы кривых одинакового стиля. Такая форма представления экспериментальных результатов используется во всей работе. Она позволяет визуально выделить регулярные проявления в характеристиках на фоне влияния неконтролируемых случайных факторов, которые неизбежны при проведении натурных экспериментов.

Рисунок демонстрирует, что отклик манипулятора KUKA KR 10 на воздействия ударным молотком проявляется на всем выявленном диапазоне возбужденных частот до 3000 Гц, представленном на рис. 3. По рис. 4 можно косвенно определить, что удар ребром ладони порождает возбуждение в диапазоне до 100 Гц.

Высокочастотный диапазон амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) манипулятора представляет интерес для исследований [11, 13, 15], однако практически амплитуда колебаний выше 100 Гц крайне мала, поэтому во многих работах анализ характеристик ограничивается низкочастотной областью, не превышающей 100Гц [9, 10, 14, 16, 17, 20, 21]. Рассмотренный эксперимент показывает, что представительная реакция манипулятора в этом диапазоне частот может быть получена даже при сниженных требованиях к способу возбуждения и его аспектам (например, выбору насадки ударного молотка) вплоть до возможности простого удара рукой.

К вопросу о способах регистрации отклика манипулятора на ударное воздействие

Распространённой практикой в экспериментах по модальному анализу является применение акселерометров для регистрации отклика объекта [9–11, 13–17, 20, 21], реже могут быть применены датчики положения [9], но, как правило, для задач, не связанных с частотным анализом. Рассмотрим результаты сравнения применения дальномера и акселерометра для частотного анализа на примере исследуемого манипулятора. На рис. 5 представлены АЧХ манипулятора (горизонтальное положение, рис. 2, а), полученные при его возбуждении ударом в точку № 3 и одновременной регистрации отклика с помощью дальномера № 2 и акселерометра № 3, установленных в области пятого звена манипулятора.

Рис. 3. Спектральные характеристики ударных воздействий

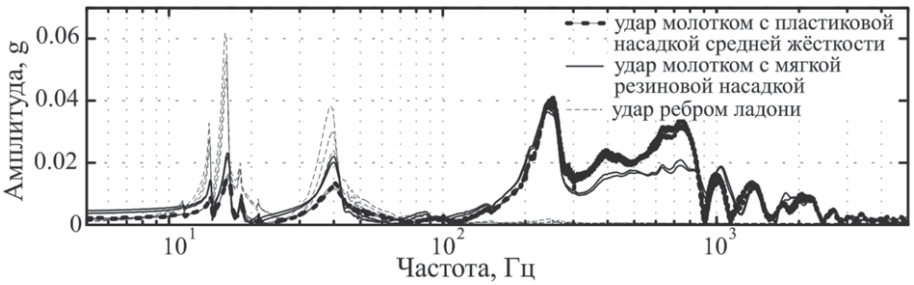


Рис. 4. Спектральные характеристики реакции акселерометра № 3 на ударные воздействия молотком, молотком с утяжеляющей насадкой и рукой в точку № 3 манипулятора в угловом положении

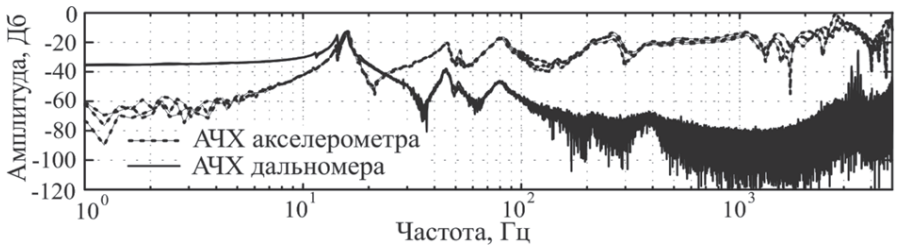


Рис. 5. АЧХ реакции акселерометра № 3 и дальномера № 2 на ударные воздействия молотком в точку № 3 манипулятора в горизонтальном положении

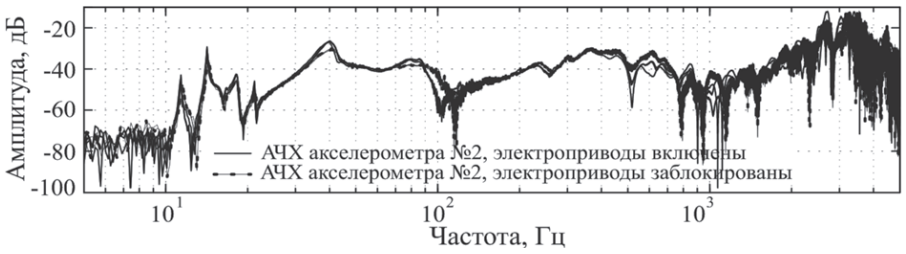


Рис. 6. АЧХ реакции акселерометра № 2 на ударные воздействия молотком в точку № 3 манипулятора в угловом положении при включенных и выключенных приводах

Характеристики реакции акселерометра и дальномера подобны, в области до 100 Гц резонансные частоты характеристик совпадают. Однако наблюдается смещение частоты одного антирезонанса, что может быть связано с несколько отличающейся локализацией датчиков (см. рис. 2, а). При наблюдаемом относительном постоянстве уровня спектральной мощности данных с акселерометра в высокочастотной области, амплитуда сигнала с датчика положения падает, и в области 100 Гц достигает предела его амплитудной чувствительности, которая составляет единицы микрометров, что само по себе свидетельствует о предельно малой амплитуде колебаний на частотах выше 100 Гц. В области низких частот до 5 Гц наблюдается противоположная картина – на предел амплитудной чувствительности выходит акселерометр. Минимальные собственные частоты робота KUKA KR 10 лежат в рабочем диапазоне акселерометра выше 10 Гц. Отсутствие собственных частот в области до 10 Гц видно по показаниям дальномера.

Низкие собственные частоты тяжелых роботов находятся в диапазоне от 6 до 10 Гц [9–11, 20] и могут лежать в области предела амплитудной чувствительности акселерометров. Для повышения надёжности измерения в низких частотах могут быть использованы специальные модели акселерометров с узким рабочим диапазоном, смещенным в низкочастотную область [3]. Если для цели исследования необходимо измерение частот конструкции в широком диапазоне, начиная от частот близких к нулевым, то для этой задачи применим специальный класс лазерных дальномеров – лазерные виброметры, которые охватывают диапазон частот колебаний конструкции от нуля до десятков МГц [2], однако являются весьма дорогостоящими устройствами.

В целом для дальномеров и акселерометров могут быть отмечены следующие аспекты их применения. По области АЧХ в окрестностях нулевой частоты можно судить о статической жёсткости механической конструкции. Если в цели исследования входит оценка данного параметра, то для измерения отклика следует рекомендовать применение дальномеров, захватывающих данную область характеристики. Однако дальномер требует определённых условий закрепления и базирования относительно точки измерения, что осложняет его применение в случаях, когда робот находится в динамических режимах, например, при выполнении траекторной задачи. Для таких режимов следует рекомендовать применение акселерометров, закреплённых на теле исследуемой конструкции.

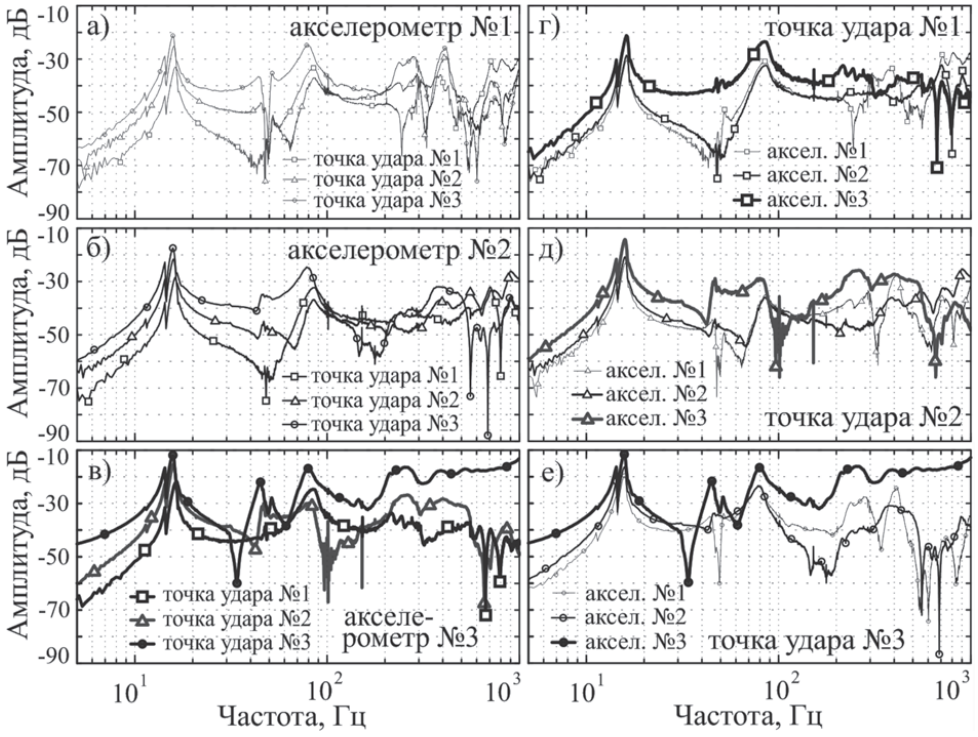


Рис. 7. АЧХ реакции акселерометров № 1, 2 и 3 на ударные воздействия молотком в точки № 1, 2 и 3 на манипуляторе в горизонтальном положении: а), б), в) – группы АЧХ относительно акселерометров; г), д), е) – группы АЧХ относительно точек удара

Влияние приводов манипулятора

При проведении ударных испытаний манипулятора большинство авторов не упоминают о состоянии его электроприводов [9, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 21]. Электроприводы оказывают влияние на механические свойства манипулятора в зависимости от того, фиксируется ли манипулятор в статическом состоянии приводами, развивающими постоянный удерживающий момент, либо фрикционными тормозами при выключенном приводе. Рассмотренные выше эксперименты проведены в статическом положении манипулятора, когда валы его двигателей по всем осям заблокированы тормозами. Возможность отключить тормоза и включить электроприводы позволяет исследовать их влияние на АЧХ манипулятора. На рис. 6 представлены серии АЧХ, полученные с акселерометра № 2 при ударном возбуждении в точку № 3 для двух случаев удержания манипулятора в угловом положении (рис. 2, б): за счет включенных приводов по всем осям и с помощью блокировки всех осей тормозами.

Включенные приводы не оказывают влияния на картину динамических свойств манипулятора в области до 100 Гц, где сосредоточены основные собственные частоты его массивных звеньев. Некоторое смещение антирезонансов говорит о несущественном изменении динамических свойств манипулятора. Подобная картина наблюдается и на прочих локализациях акселерометров в обоих кинематических положениях манипулятора. Данные результаты согласуются с выводами, сделанными в [15]. Электромеханическая жесткость приводов KUKA достаточно высока и соизмерима с механической жесткостью фрикционных тормозов.

Влияние локализаций воздействия и регистрации отклика

Собственные частоты механических систем являются их фундаментальным свойством, которое, очевидно, не зависит от техники проведения эксперимента. Однако в ходе ударных испытаний собственные частоты элементов конструкции могут быть либо не возбуждены, либо не зафиксированы: возбужденные колебания распространяются по всей конструкции, но частично либо полностью демпфируются по мере их распространения; место закрепления датчика может быть узловой точкой моды колебания (смещение отсутствует). Зачастую

авторы в изложении не уделяют внимания влиянию локализаций воздействия и регистрации отклика на картину частотных свойств манипулятора [11, 13, 14, 17, 20, 21]. В отдельных случаях, например в работе [9], внимание сфокусировано только на локализации ударного воздействия, работы [15, 16] рассматривают только вопрос локализации отклика. В работе [10] проведён сравнительный анализ динамических характеристик для различных локализаций воздействия и размещения датчиков, однако его результаты представлены ограниченно в рамках частной задачи.

Цель рассматриваемых ниже экспериментов – оценить степень влияния различных точек удара и мест регистрации отклика на регистрируемую АЧХ. Выполнены удары в точки № 1, 2 и 3, и построены АЧХ реакции акселерометров № 1, 2 и 3.

На рис. 7, а, б, в представлены экспериментальные АЧХ, сгруппированные относительно локализации акселерометров. Для удобства сравнительного анализа на рис. 7, г, д, е представлены эти же экспериментальные характеристики, но сгруппированные относительно локализации точек удара. Так, например, рис. 7, а содержит АЧХ реакции акселерометра № 1 на удары в три различные точки конструкции манипулятора. В то же время рис. 7, г содержит АЧХ реакции трёх акселерометров на удар в точку № 1. Эксперименты выполнены в горизонтальном положении (рис. 2, а).

При сравнении групп рис. 7, а, б, в и 7, г, д, е можно сделать вывод, что на изменение частотных характеристик в соизмеримой степени влияет как локализация воздействия, так и локализация регистрации отклика. По группе рис. 7, а, б, в можно оценить, как возбужденные колебания по мере распространения демпфируются. Чем ближе точка регистрации к точке удара, тем более выражен пик резонанса, либо провал антирезонанса. В целом можно отметить, чем выше собственная частота исследуемой конструкции, тем больше ее проявление зависит от места регистрации и точки возбуждения. В частности, для регистрации собственных частот всех элементов манипулятора можно рекомендовать равномерно разместить датчики по конструкции и прикладывать удар молотка максимально близко к месту закрепления каждого из датчиков по направлению его оси измерения, например оппозитно.

Сравнение АЧХ манипулятора в двух пространственных положениях

Очевидно, что динамические свойства манипуляторов изменяются при изменении взаимного положения звеньев. В терминах модального анализа это показано в работах [9, 11, 14–16]. На рис. 8 представлены результаты эксперимента, которые показывают изменение картины динамических свойств манипулятора KUKA KR 10 при изменении его положения в пространстве. Рисунок содержит АЧХ реакции акселерометра № 3 на серию ударных воздействий в точку № 3 для двух положений манипулятора: горизонтального (рис. 2, а) и углового (рис. 2, б).

По характеристикам видно, что изменения резонансных частот наиболее существенно проявлены в низкочастотной области характеристик до 100 Гц, что можно связать с влиянием массивных звеньев манипулятора, в то время как высокочастотная область осталась без значительных изменений. Данный эксперимент можно рассматривать как развитие предыдущего эксперимента, представленного на рис. 7, где показано, что локализация воздействия и регистрации отклика качественно влияет на картину, регистрируемую в области высоких частот (более 100 Гц). В данном эксперименте (рис. 8) локализация датчиков и ударного воздействия одинаковы для каждого кинематического положения, и в отличие от предыдущего эксперимента здесь не наблюдается столь же значительных изменений в высокочастотной области. Данное наблюдение позволяет сделать вывод о том, что проявления в высокочастотной области, регистрируемые в эксперименте на рис. 7, в первую очередь связаны с теми элементами конструкции манипулятора, собственные частоты которых не изменяются при изменении его кинематического положения: деталями кинематических передач, подшипников, редукторов, сервоприводов и др. Таким образом, при существенном влиянии кинематического положения на низкочастотную часть характеристики, его влияние в высокочастотной области оказывается несущественным. Следует отметить, что данная особенность проявляется тем сильнее, чем дальше регистрируемый отклик от основания робота и чем легче элемент конструкции, на котором закреплён датчик.

Выводы

В статье рассмотрены натурные эксперименты по модальному анализу промышленного манипулятора KUKA KR 10 R900 sixx (KR AGILUS) с целью выявления особенностей, уточнения техники проведения экспериментов и выработки рекомендаций. Принята во внимание модальная нестационарность, связанная с различными пространственными конфигурациями манипулятора.

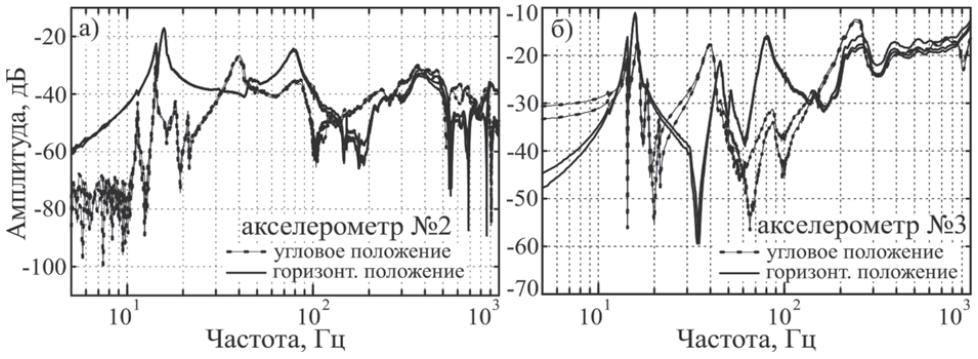


Рис. 8. АЧХ реакции акселерометров № 2, 3 на ударные воздействия молотком по манипулятору в точку № 3 в угловом и горизонтальном положениях: а) АЧХ акселерометра № 2, б) АЧХ акселерометра № 3

С точки зрения использования роботов как технологических машин, например для фрезерования, структурный анализ целесообразно проводить в двух диапазонах частот. Технологическое влияние низкочастотного диапазона (ориентировочно до 100 Гц) проявляется в основном во влиянии на точность изготовления детали из-за особенностей динамики манипулятора на высоких подачах. Структурный анализ на высоких частотах необходим для обеспечения приемлемого качества поверхности обрабатываемой детали, где важны микровиброперемещения, определяющие параметры шероховатости, также для обеспечения стойкости режущего инструмента. Основное внимание в настоящей работе уделено исследованиям в низкочастотной области.

При исследованиях в низкочастотной области существенных требований к ударному вибровозбуждению не возникает. Достаточную информацию несет спектральная характеристика измеренного сигнала при любом разумном ударном воздействии, вплоть до удара рукой. Использование ударного молотка позволяет получить более информативный результат – АЧХ, но и здесь особого искусства удара или тонкого выбора веса и насадок молотка не требуется.

Известные проблемы качества работы акселерометров в области сверхнизких частот требуют внимания. При наличии конструктивной возможности можно рекомендовать комбинированное исследование на основе акселерометров и бесконтактных дальномеров.

Исследования в высокочастотной области снимают проблемы выбора акселерометров, однако значительно более критичны в отношении ударного вибровозбуждения. Спектральная полнота входного воздействия должна быть обеспечена жесткой насадкой ударного молотка и достаточным навыком экспериментатора для обеспечения короткого, одинарного и правильно направленного удара.

Локализация вибровозбуждения и измерительных датчиков на манипуляторе имеет существенное значение для высокочастотных исследований. Можно рекомендовать равномерное расположение по возможности большого количества датчиков на роботе, включая достаточно жесткие, на первый взгляд, линейные кинематические звенья. Как правило, особый интерес представляет вибровлияние рабочих инструментов технологических роботов. Например, для концевой фрезы рекомендуется установить легкий акселерометр на конце фрезы, а ударное возбуждение прикладывать оппозитно.

Манипулятор, как объект структурного анализа, интересен наличием приводов, последовательно включенных в конструкцию. Исследование показало, что в первом приближении состояние электроприводов (включено на удержание позиции или выключено, и позиция удерживается фрикционными тормозами) существенно не влияет на виброхарактеристики. Однако в каждом конкретном случае, в зависимости от марки, грузоподъемности, конструкции робота, степень влияния электромеханической и фрикционной жесткости электроприводов должна быть оценена специально.

Показано, что пространственное положение звеньев манипулятора существенно влияет на его вибродинамику, в первую очередь в низкочастотной области, даже для легкого робота. Этот факт должен учитываться при конструировании технологической ячейки, для обеспечения наиболее выгодного положения манипулятора в рабочей зоне при выполнении ответственных операций.

Полученные в работе результаты целесообразно использовать при планировании экспериментального исследования структурной динамики промышленных роботов последовательной кинематической схемы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по государственному контракту № 02.G25.31.0173.

Список литературы

1. Гриб В.В. (общ. ред.) Диагностические модели изменения технического состояния механических систем. Часть 2. Вибродиагностика. Модальный анализ. Конечно-элементные технологии оценки технического состояния механических систем / В.В. Гриб. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – 263 с.

2. Журавлёв О.А. Лазерная виброметрия механических конструкций: учеб. пособие / О.А. Журавлёв. – Самара: изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 72 с.

3. Серридж М., Лихт Т. Пьезоэлектрические акселерометры и предусилители. Справочник по теории и эксплуатации / М. Серридж, Т. Лихт – Глоструп: Брюль и Кьер, 1987. – 187 с.

4. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций / С.П. Тимошенко. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1975. – 704 с.

5. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер; пер. с анг. Л.Г. Корнейчук, под ред. Э.И. Григолюк. – М.: КомКнига, 2006. – 440 с.

6. Хейлен В., Ламменс С., Сас П. Модальный анализ: теория и испытания: пер. с англ. / В. Хейлен, С. Ламменс, П. Сас – Leuven: Новатест, 2010. – 319 с.

7. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations and CNC Design / Y. Altintas – Cambridge University Press, 2012. – 382 p.

8. Angeles J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems, Theory, Methods and Algorithms, Third Edition / J. Angeles. – New York: Springer, 2007. – 550 p.

9. Bauer J., Friedmann M., Hemker T. Analysis of Industrial Robot Structure and Milling Process Interaction for Path Manipulation / J. Bauer, M. Friedmann, T. Hemker // Part of the series. – 2009. – P. 245–263.

10. Behi F., Tesar D. Parametric Identification for Industrial Manipulators Using Experimental Modal Analysis / F. Behi, D. Tesar // IEEE Transactions on robotics and automation. – 1991. – Vol. 7, № 5. – P. 642–652.

11. Bisu C., Cherif M., Gerard A., K'Nevez J. Dynamic behavior analysis for a six axis industrial machining robot / C. Bisu, M. Cherif, A. Gerard, J. K'Nevez // ICASAAM 2011. – Bucharest, 2011. – P. 1–13.

12. Ewins D. Modal Testing: Theory, Practice and Application, Second ed. / D. Ewins – Hertfordshire: Research Studies Press LTD, 2000. – 562 p.

13. Gomand J., Bearee R. Physical Dynamic Modelling and Systematic Control Structure Design of a Double Linear Drive Moving Gantry Stage Industrial Robot / J. Gomand, R. Bearee // European Conference on Power Electronics and Applications. – 2007. – P. 1–9.

14. Huckaby J., Christensen H. Dynamic Characterization of KUKA Light-Weight Robot Manipulators / J. Huckaby, H. Christensen // Technical Report GT-RIM-CR-2012-001. Center for Robotics & Intelligent Machines. – Georgia Institute of Technology, 2012. – P. 1–17.

15. Jaber A., Bicker R. A Systematic Strategy to Find the Natural Frequencies of an Industrial Robot / A. Jaber, R. Bicker // Intl. Conf. on Advances in Mechanical and Robotics Engineering. – 2013. – P. 42–47.

16. Jacobus R., Serna M. Modal Analysis of a Three Dimensional Flexible Robot / R. Jacobus, M. Serna // IEEE Transactions on robotics and automation. – 1994. – P. 2962–2967.

17. Karagulle H., Amindari A., Akdag M., Malgaca L., Yavuz S. Kinematic-Kinetic-Rigidity Evaluation of a Six Axis Robot Performing a Task / H. Karagulle et al. // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2012. – Vol. 9. – P. 1–9.

18. Khalil W., Dombre E. Modeling, Identification and Control of Robots / W. Khalil, E. Dombre – Butterworth-Heinemann, 2004. – 500 p.

19. KR AGILUS sixx WP With W and C Variants. Specification / Robots. – KUKA Roboter GmbH, 2015. – P. 133.

20. Nitz G. Modal Testing at KUKA Roboter GmbH. Modal Testing Of Industrial Robots Using OROS Modal 2 V5.0 / G. Nitz // Oros application note. – 2009. – P. 1–3.

21. Rognant M., Courteille E., Maurine P. A Systematic Procedure for the Elastodynamic Modeling and Identification of Robot Manipulators / M. Rognant, E. Courteille, P. Maurine // IEEE Transactions on robotics. – 2010. – Vol. 26, № 6. – P. 1085–1093.

УДК 004.415.532.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИНЫ ПЛАВАЮЩЕГО ДЕФЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КРИТЕРИЯ ХИ-КВАДРАТ И ОДНОФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ANOVA

Петросян Г.С., Титов В.А.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва, e-mail: grantp@rambler.ru, vtitov213@yandex.ru

Управление дефектами является одной из ключевых областей в тестировании программного обеспечения. Существует класс дефектов, которые принято называть плавающими. Одной из наиболее сложных задач при работе с данными дефектами является их локализация. В настоящей работе описываются две модели поиска факторов, оказывающих влияние на частоту проявления плавающего дефекта. Первая модель представляет собой проверку гипотезы о независимости двух случайных величин (проявление дефекта и некоторый внешний фактор) при помощи критерия хи-квадрат. В основе второй модели лежит аппарат одномерного дисперсионного анализа (ANOVA). Каждая из математических моделей сопровождается примерами, а также программным кодом R. С помощью приведенных скриптов на языке R производится ввод исходных данных, тестирование статистических гипотез и построение графиков. Предложенные методы предназначены преимущественно для разработчиков программного обеспечения, также результаты работы могут быть использованы в практической деятельности специалистов по ручному, автоматизированному и нагрузочному тестированию.

Ключевые слова: тестирование ПО, плавающие дефекты, тестирование статистических гипотез, таблицы сопряженности, критерий хи-квадрат, одномерный дисперсионный анализ, язык программирования R

INTERMITTENT SOFTWARE DEFECTS LOCALIZATION USINGCHI-SUARED TEST AND ONE-WAY ANOVA

Petrosyan G.S., Titov V.A.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: grantp@rambler.ru, vtitov213@yandex.ru

Defect management is one of the key areas in software testing.There are defects that are referred to as intermittent. One of the most sophisticated activitiesrelated to intermittent defects is their localization.This article is dedicated to the development oftwo models for detecting the external factors, which influence the probability of intermittent defect reoccurrence.In the first model implemented in the article the hypothesis oftwo random variables (defect occurrence and some external factor)independenceis tested using chi-squared criterion. The second model is based on one-way analysis of variance (ANOVA). Each of the mathematical models is provided by hands-on examples and R program code as well. R scripts presented in the article are implemented forworking with input data, statistical hypothesis testingand plotting. The suggestedmathematical methods are primarily aimed at software developers, also results of the work can be used in practical work of manual test engineers, automation test engineers and performance test engineers.

Keywords: software testing, intermittent defects, statistical hypothesis testing, contingency tables, chi-squared test, one-way analysis of variance, R programming language

Дефектом в программном обеспечении принято называть несоответствие ПО установленным или предполагаемым требованиям. Примерами дефектов ПО могут служить неверно рассчитанные платежи по кредитам, сбои в работе карточного процессинга в часы пиковой нагрузки, некорректная тарификация абонентов оператора сотовой связи. Одной из основных задач в тестировании и обеспечении качества ПО является работа с дефектами на всех этапах жизненного цикла: анализ и локализация, описание, проверка исправления. Особо сложной представляется задача анализа плавающих дефектов. Особенность данных дефектов заключается в том, что они воспроизводятся лишь с определенной частотой. Иными словами, отсутствует однозначный сценарий, который приводил бы к проявлению ошибки в 100 % случаев.

Работа с плавающими дефектами является одной из наиболее неразработанных проблем в современной литературе по тестированию и обеспечению качества. Также в существующих на данный момент инструментальных средствах тестирования отсутствует функциональность для работы с данным видом дефектов.

Проблема плавающих дефектов подробно рассматривается в работе [2]: дано определение плавающих дефектов, приведена их классификация, рассмотрены основные особенности и риски, связанные с управлением данными дефектами.

Также в работе [2] предлагается решение следующих задач:

- Грамотное описание дефекта.
- Оценка критичности.

Для решения данных задач был использован аппарат теории вероятностей и математической статистики.

Таблица 1

Общий вид таблицы сопряжённости для анализа плавающего дефекта

	Дефект проявился	Дефект не проявился	Сумма
Фактор в состоянии 1	n_{11}	n_{12}	$n_{1.}$
Фактор в состоянии 2	n_{21}	n_{22}	$n_{2.}$
Сумма	$n_{.1}$	$n_{.2}$	
Общая сумма			n

Таблица 2

Статистика проявления дефекта в рамках примера с системой оценки кредитных рисков

	Дефект проявился	Дефект не проявился	Сумма
MDM система (новая)	12	38	50
MDM система (нецелевая)	7	43	50
Сумма	19	81	
Общая сумма			100

Настоящая статья является продолжением работы [2]. Цель статьи – разработка двух математических моделей для локализации плавающего дефекта. Актуальность статьи объясняется тем, что локализация любого дефекта является первым этапом в процессе его исправления.

Перейдём к рассмотрению первой модели.

Предположим, имеется некоторый внешний фактор, который может находиться только в одном из двух различных состояний. Требуется проверить предположение о том, что данный фактор оказывает влияние на вероятность проявления дефекта.

Пусть p_1 – вероятность проявления дефекта при состоянии 1 внешнего фактора, а p_2 – вероятность проявления дефекта, когда данный фактор находится в состоянии 2.

Проверяется гипотеза H_0, утверждающая, что вероятности проявления дефекта не отличаются в зависимости от рассматриваемого фактора.

$$H_0 : p_1 = p_2,$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2.$$

Для проверки данной гипотезы осуществим несколько попыток воспроизвести дефект при каждом из двух состояний внешнего фактора.

Введём следующие обозначения:

- n_{i1} – количество раз, когда дефект воспроизвёлся при состоянии i фактора ($i = 1, 2$);
- n_{i2} – количество раз, когда дефект не воспроизвёлся при состоянии i фактора ($i = 1, 2$);
- $n_{i.}$ – общее число испытаний при состоянии i фактора ($i = 1, 2$);
- $n_{.1}$ – общее число испытаний, в которых дефект проявился;
- $n_{.2}$ – общее число испытаний, в которых дефект не проявился;
- $n = n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}$ – общее число испытаний.

Результаты экспериментов удобно представить в виде таблицы сопряженности (табл. 1).

Для тестирования гипотезы о равенстве $p_1 = p_2$ можно воспользоваться критерием хи-квадрат [1]. Данный статистический критерий можно использовать при выполнении условий

$$n > 20, \quad (1)$$

$$\frac{n_{i.} n_{.j}}{n} > 3i \,, j = 1, 2. \quad (2)$$

Расчётное значение критерия имеет следующий вид:

$$\chi^2_{\text{расч}} = \frac{n\left(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}\right)^2}{\left(n_{11} + n_{12}\right)\left(n_{21} + n_{22}\right)\left(n_{11} + n_{21}\right)\left(n_{12} + n_{22}\right)}. \quad (3)$$

При $\chi^2_{\text{расча}} < \chi^2(1)$ гипотеза H_0 согласуется с результатами наблюдений на уровне значимости α;

При $\chi^2_{\text{расча}} \geq \chi^2(1)$ гипотеза H_0 отклоняется.

В данных формулах $\chi^2_\alpha(1)$ – это критическая точка распределения хи-квадрат, где α – уровень значимости.

В качестве примера рассмотрим тестирование автоматизированной системы для оценки кредитных рисков. Периодически при попытке загрузки данных о клиентах из смежной MDM-системы (masterdatamanagement) возникает сбой. Система оценки рисков

и MDM-система интегрированы через ESB (enterpriseservicebus). За месяц до обнаружения дефекта была произведена миграция на новую систему MDM, разработанную другим вендором. Проверим предположение о влиянии системы MDM на плавающий дефект. Для этого совершим 50 попыток воспроизвести дефект, затем осуществим переключение на старую MDM и совершим ещё 50 попыток. Результаты эксперимента зафиксируем в табл. 2.

Проверим условия (1) и (2).

$$n = 100 > 20,$$

$$\min_{i,j} \frac{n_{i.} n_{.j}}{n} = \frac{n_{1.} \times n_{.1}}{n} = \frac{19 \times 50}{100} = 9,5.$$

Следовательно, для проверки гипотезы можно воспользоваться критерием хи-квадрат.

$$\chi^2_{\text{расч}} = \frac{100\left(12 \times 43 - 7 \times 38\right)^2}{19 \times 81 \times 50 \times 50} = 1,624,$$

$$\chi^2_{0,05}\left(1\right) = 3,84,$$

$$\chi^2_{\text{расч}} = 1,624 < 3,84 = \chi^2_{\text{крит}}.$$

Из последнего неравенства следует, что гипотеза H_0 принимается. Это означает, что миграция данных о клиентах в новую MDM не оказывает значимого влияния на проявление плавающего дефекта. Дефект, вероятнее всего, относится к системе оценки рисков либо к ESB.

Продемонстрируем решение данной задачи в R при помощи расчета p-значения. Выполним следующий скрипт R [6]:

```
defects<- matrix(c(12, 38, 7, 43), nrow = 2, byrow = TRUE)
chisq.test(defects, correct=FALSE) # тест хи-квадрат
```

В результате исполнения скрипта будут получены следующие результаты (рис. 1).

Данные результаты необходимо интерпретировать следующим образом:

- X-squared – это величина $\chi^2_{\text{расч}}$, рассчитанная по формуле (3);
- p-value – это вероятность того, что случайная величина $\chi^2\left(1\right)$ окажется больше либо равна $\chi^2_{\text{расч}}$.

Поскольку $\alpha = 0,05 < 0,2025 = \text{p} - \text{value}$, то гипотеза H_0 принимается.

Проиллюстрируем тестирование гипотезы графически, выполнив следующий скрипт [6]:

```
X_test_statistic<-chisq.test(defects)$statistic # 1. Вычислениерасчетногозначения
X_critical_value<- qchisq(0.05,1, lower.tail=FALSE)# 2. Вычислениекритическогозначения
x=seq(0,6,by=0.01)# 3. Построение графика плотности распределения
y1=dchisq(x, 1, ncp = 0, log = FALSE)
plot(x,y1,type="l",xlab="x",ylab="p(x)",ylim=c(0,1), las=1, bty="n", axes = FALSE)
axis(1, pos=0)# 4. ПостроениеосиOX
axis(2, pos=0, las=1)# 5. ПостроениеосиOY
S<- seq(from = X_critical_value, to = 6, by = 0.001)# 6. Заливкакритической области
x <- c(X_critical_value, S, 6)
y <- c(0, dchisq(S, 1, ncp = 0, log = FALSE), 0)
polygon(x, y, col = "grey", lty = 1, border = "black")
points(X_test_statistic,0, pch=19) # 7. Отметим на графике расчетное значение
text(X_test_statistic, 0, "x^2расч", pos=3)
points(X_critical_value,0, pch=19) # 8. Отметим на графике критическое значение
text(X_critical_value, 0, "x^2крит", pos=3, offset=0.7)
```

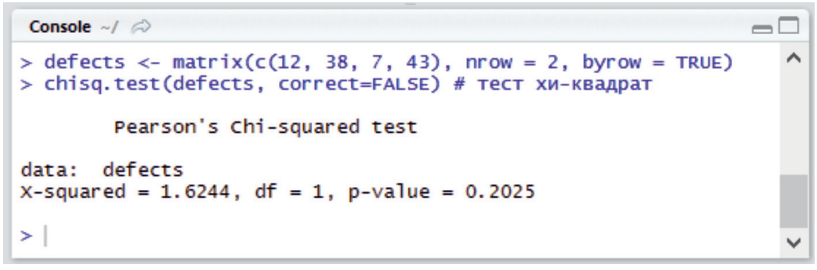


Рис. 1. Результаты исполнения скрипта теста хи-квадрат в среде RStudio

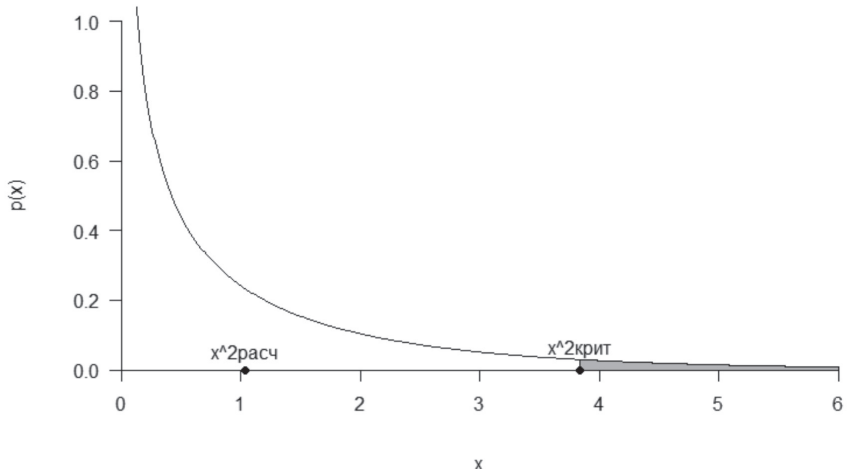


Рис. 2. График плотности вероятности $\chi^2(1)$ с закрашенной критической областью, с отмеченными на графике расчётным и критическим значениями

В основе второй модели, разработанной в рамках данной статьи, лежит аппарат одномерного дисперсионного анализа (ANOVA).

Рассмотрим внешний фактор, который может находиться в одном из различных состояний. Обозначим через m_i – среднее число по попыток до воспроизведения дефекта при i состоянии фактора, $i = 1, 2,\ldots,l$.

Требуется проверить следующую гипотезу:

$$H_0 : m_1 = m_2 = \ldots = m_l,$$

$$H_1 : \exists i, j : m_i \neq m_j.$$

Для проверки гипотезы H_0 осуществим n_k испытаний для каждого из возможных состояний $k = 1,\ 2\ldots l$ фактора. Результат каждого испытания – число попыток до проявления дефекта.

Введём следующие обозначения:

- n_k – число наблюдений при состоянии k фактора;
- $n = \sum_{k=1}^{l} n_k$ – общее число наблюдений.

Доказано [4], что:

$$\frac{Q_1 / (l-1)}{Q_2 / (n-l)} \sim F(l-1,\ n-l),$$

где

- $Q_1 = \sum_{k=1}^{l} n_k (\overline{x}_k - \overline{x})^2$ – сумма квадратов отклонений выборочных средних $\overline{x}_k$ от общего среднего $\overline{x}$;
- $Q_2 = \sum_{k=1}^{l} \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ik} - \overline{x_k})^2$ – сумма квадратов отклонений наблюдений от выборочных средних групп (внутри групп);
- $F(l-1, n-l)$ – распределение Фишера с $l-1$ и $n-l$ степенями свободы.

Расчётное значение может быть рассчитано по следующей формуле:

$$F_{\text{расч}} = \frac{Q_1 / (l-1)}{Q_2 / (n-l)}. \quad (4)$$

Если $F_{\text{расч}\alpha} < F\ (l-1, n-l)$, то гипотеза H_0 не противоречит результатам наблюдений и принимается.

Если $F_{\text{расч}} \geq F_{\alpha}(l-1,\ n-l)$, то гипотеза H_0 отклоняется, и следует считать, что среди значений $m_1, m_2, \ldots, m_l$ имеется хотя бы два не равных друг другу.

В формулах выше $F_{\alpha}(l-1, n-l)$ – критическая точка распределения Фишера с $l-1$ и $n-l$ степенями свободы при уровне значимости α.

Вернёмся к примеру с риск-системой. Проверим предположение, что на вероятность проявления дефекта оказывает влияние нагрузка на систему (табл. 3).

Таблица 3

Статистика проявления дефекта в зависимости от уровня нагрузки

	Число попыток до проявления дефекта						
Уровень нагрузки 1	4	2	3	5	5	3	$n_1 = 6$
Уровень нагрузки 2	6	5	4	7	6	8	$n_2 = 6$
Уровень нагрузки 3	7	9	8	7	8	6	$n_3 = 6$
Уровень нагрузки 4	1	7	3	8	5	7	$n_4 = 6$
							$n = 24$

Осуществим необходимые расчёты для проверки гипотезы H_0:

$$l = 4,$$

$$l - 1 = 3,$$

$$n - 1 = 20,$$

$$Q_1 = 46{,}17,$$

$$Q_2 = 59{,}67,$$

$$F_{\text{расч}} = \frac{46{,}17/3}{59{,}67/20} \approx 5{,}158,$$

$$F_{0{,}05}(3{,}20) = 3{,}89,$$

$$F_{\text{расч}} = 5{,}158 > 3{,}89 = F_{\text{крит}}.$$

H_0 в нашем случае отклоняется и принимается гипотеза H_1. Можно сделать вывод о значимо различных результатах испытаний при различных уровнях нагрузки. Это означает, что нагрузка на систему оказывает влияние на вероятность проявления дефекта.

Выполним следующий скрипт в R [5]:

```
Level1<-c(4,2,3,5,5,3) # вектор данных для уровня нагрузки 1
Level2<-c(6,5,4,7,6,8) # вектор данных для уровня нагрузки 2
Level3<-c(7,9,8,7,8,6) # вектор данных для уровня нагрузки 3
Level4<-c(1,7,3,8,5,7) # вектор данных для уровня нагрузки 4
# F-тест
Combined_Groups<-data.frame(cbind(Level1, Level2, Level3, Level4))
Stacked_Groups<-stack(Combined_Groups)
Anova_Results<-aov(values ~ ind, data = Stacked_Groups)
summary(Anova_Results)
```

Будут получены следующие результаты (рис. 3).

Интерпретация результатов выполнения скрипта:

- Fvalue – величина $F_{\text{расч}}$, вычисленная по формуле (4).
- Pr(> F) – это вероятность того, что случайная величина F окажется больше либо равна $F_{\text{расч}}$.

$$\Pr(>F) = 0{,}00837 < 0{,}05 = \alpha.$$

Снова получаем, что принимается гипотеза H_1.

Построим график плотности распределения F(2,15):

```
F_test_statistic<- 5.158# 1. Вычисление расчетного значения
F_critical_value<-qf(0.05, 3, 20, lower.tail = FALSE, log.p = FALSE) # 2. Вычисление критического значения
x=seq(0,7,by=0.01)# 3. Построение графика плотности распределения
y1=df(x, 3, 20, log = FALSE)
plot(x,y1,type="l",xlab="x",ylab="p(x)",ylim=c(0,0.8), las=1, bty="n", axes = FALSE)
axis(1, pos=0) # 4. Построение оси OX
axis(2, pos=0, las=1) # 5. Построение оси OY
S<- seq(from = F_critical_value, to = 6, by = 0.001) # 6. Заливка критической области
x <- c(F_critical_value, S, 6)
y <- c(0, df(S, 3, 20, log = FALSE), 0)
polygon(x, y, col = "grey", lty = 1, border = "black")
points(F_test_statistic,0, pch=19) # 7. Отметим на графике расчетное значение
text(F_test_statistic, 0, "Fрасч", pos=3)
points(F_critical_value,0, pch=19) # 8. Отметим на графике критическое значение
text(F_critical_value, 0, "Fкрит", pos=3, offset=1.3)
```

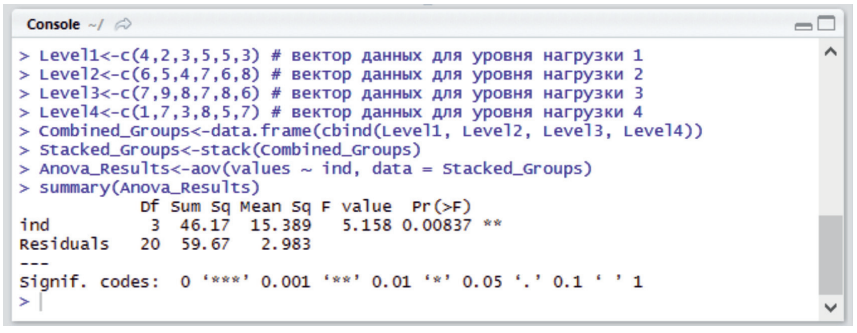


Рис. 3. Результаты выполнения скрипта для тестирования гипотезы в среде RStudio

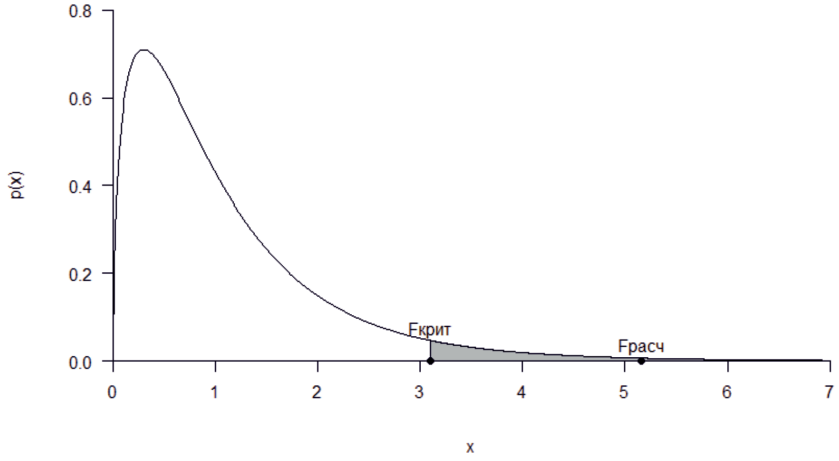


Рис. 4. Плотность распределения F(2,15)с закрашенной критической областью, с отмеченными на графике расчётным и критическим значениями

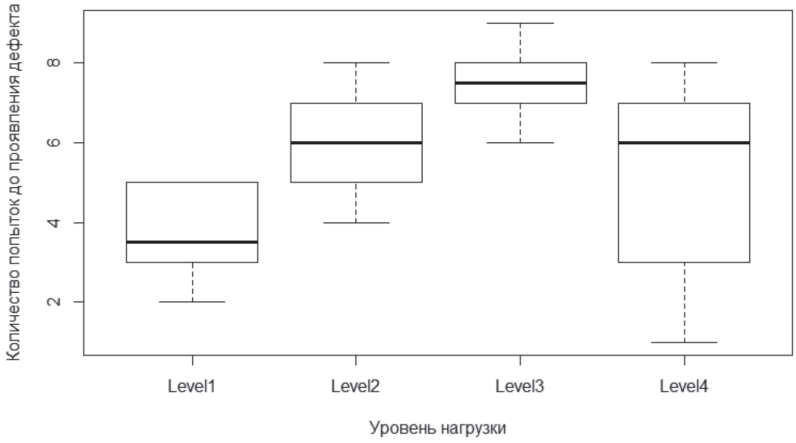


Рис. 5. Диаграмма размаха в рамках примера с уровнями нагрузки

Выполним следующий скрипт R для построения диаграммы размаха, чтобы показать неоднородность наблюдений при разных уровнях нагрузки:

boxplot(values ~ ind, data = Stacked_Groups, xlab="Уровень нагрузки", ylab="Количество попыток до проявления дефекта")

Таким образом, разработаны два инструментальных средства на языке программирования R, которые могут быть использованы для локализации плавающих дефектов в цепочке из нескольких автоматизированных систем либо в отдельной системе.

Данные инструментальные средства могут быть использованы в практической деятельности разработчиков и специалистов по тестированию, а также в учебной деятельности. Внедрение данных средств можно рассматривать как этап оптимизации процессов тестирования с использованием методологии TPINext [3] (рассмотренные в статье модели и инструментальные средства соответствуют десятой ключевой области TPINext – «Управление дефектами»).

Список литературы

1. Браунли К.А. Статистическая теория и методология в науке и технике / К.А. Браунли; пер. с анг. М.С. Никулиной, науч. ред. Л.Н. Большевой. – М.: Наука, 1977. – 408 с.

2. Петросян Г.С., Титов В.А. Анализ плавающих дефектов в прикладном программном обеспечении с использованием вероятностных методов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8–2. – С. 262–266.

3. Петросян Г.С., Титов В.А. Оптимизация процессов тестирования автоматизированных систем при помощи модели TPINEXT // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11–5. – С. 998–998.

4. Henry Scheffe. The Analysis of Variance. – New York: John Wiley and Sons, 1959. – 267 p.

5. Julian J. Faraway. Practical Regression and Anovausing R [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf (дата обращения: 20.02.2017).

6. The R Manuals [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cran.r-project.org/manuals.html (дата обращения: 20.02.2017).

УДК 004.932.2

ЛОКАЛЬНО АНИЗОТРОПНОЕ ГАУССОВСКОЕ СГЛАЖИВАНИЕ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СНЕЖНО-ЛЕДОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ АРКТИКИ

[1]Путинцев Д.Н., [2]Арлазаров Н.В., [1]Слугин Д.Г.

[1]Институт системного анализа ФИЦ ИУ РАН, Москва,
e-mail: 2001dnp@mail.ru, slugindm@gmail.com;
[2]ООО «Смарт Энджинс Сервис», Москва, e-mail: nikita.arlazarov@gmail.com

В настоящей работе рассматривается алгоритм локально анизотропной гауссовской фильтрации, применяемый для сглаживания изображений с сохранением границ. Анализируются его преимущества по сравнению с другими аналогичными алгоритмами для обработки изображений. Производится оценка производительности и качества работы алгоритма на изображениях поверхности Арктики, содержащих торосы, открытую воду и припайный лед. Результаты обработки изображений арктической поверхности показали, что предложенный подход имеет близкое с методом анизотропной диффузионной фильтрации визуальное восприятие изображений в части обработки однородных областей и сохранения границ, но при этом обеспечивается высокое быстродействие. Показано, что предложенный метод может эффективно применяться не только при обработке отдельных изображений, но и для шумоподавления при обработке видеопоследовательностей в системах компьютерного зрения, работающих в реальном времени.

Ключевые слова: обработка изображений, сглаживание изображений, аддитивный шум, ледовый покров, Арктика

LOCAL ANISOTROPIC GAUSSIAN SMOOTHING COLOR IMAGE OF SNOW-ICE SURFACE OF THE ARCTIC

[1]Putintsev D.N., [2]Arlazarov N.V., [1]Slugin D.G.

[1]Institute for Systems Analysis, FRC CSC RAS, Moscow,
e-mail: 2001dnp@mail.ru, slugindm@gmail.com;
[2]Smart Engines Ltd., Moscow, e-mail: nikita.arlazarov@gmail.com

In this paper, the algorithm of local anisotropic Gaussian filter for smoothing images with conservation of boundaries is considered. Its advantages with other similar algorithms for image processing are compared. The estimation of productivity and quality of algorithm on images of the surface of the Arctic containing hummocks, open water and fast ice is made. The results of image processing of the Arctic surface showed that the proposed approach has a visual representation of the image close to the anisotropic diffusion filtering method in the part of processing homogeneous regions and preserving the boundaries, but at the same time high speed is provided. It is shown that the proposed method can be effectively applied not only for processing individual images, but also for noise reduction for video processing in computer vision systems operating in real time.

Keywords: image processing, image smoothing, additive noise, ice cover, Arctic

Многие современные методы цифровой обработки изображений были разработаны на основе ранее созданных методов для обработки речевых, звуковых, сейсмических и гидроакустических сигналов. Немаловажная часть этих методов связана с задачей подавлением шума. Многие из них основаны на представлении сигнала как некой гладкой функции от параметров (это могут быть время, координаты и т.д.), и поэтому обработка может беспрепятственно вестись как в частотной, так и во временной области [1, 12].

Шумоподавление является одной из наиболее актуальных задач в области компьютерного зрения при обработке как отдельных изображений, так и видеопоследовательностей [3]. Появление шума обусловлено следующими факторами:

– техническими характеристиками оборудования для видеосъемки;

– сложными условиями съемки (недостаточным освещением);

– возникновением помех при передаче данных;

– использованием неточных фильтров при выделении сигналов.

Как уже было сказано, видеопоследовательности могут обладать пространственным и временным шумом. Известно, что наиболее негативный вклад в работу систем компьютерного зрения вносит именно пространственный шум, поэтому для подавления шума на видеопоследовательностях применимы методы шумоподавления [9], предназначенные для обработки отдельных цифровых изображений.

Алгоритмы шумоподавления обычно специализируются на подавлении конкретного вида шума, и их задача заключается в улучшении визуального восприятия изо-

бражений и повышении качества и скорости работы алгоритмов детектирования объектов интереса на последующих этапах обработки изображений.

Цифровое изображение уже нельзя представить в виде гладкой функции. Это происходит из-за того, что при отображении трех мерных объектов на плоскости неизбежны (в приближении лучевой оптики) разрывы интенсивности на границах объектов. Поэтому представляется важным рассматривать интенсивность изображения лишь как кусочно-непрерывную функцию. Естественно, хотелось бы учесть этот факт при разработке алгоритма подавления шума, так как в противном случае фильтрация будет приводить к размытию границ и, соответственно, к искажению полезного сигнала.

Таким образом, для подавления шума и сведения к минимуму потери информации на изображении необходимо использовать алгоритмы, способные сохранить границы объектов, в том числе и тех, которые по амплитуде соизмеримы с шумом. Далее рассмотрим базовый алгоритм гауссовской фильтрации и анизотропное диффузионное сглаживание [11].

Фильтр Гаусса

Гауссовская фильтрация заключается в свертке изображения со следующей функцией

$$g(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} * e^{\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}.$$

Здесь параметр σ задает степень размытия. Фактически мы имеем линейное усреднение, только пиксель смешивается с другими по закону, заданному функцией Гаусса. Посчитанный по приведенной формуле матричный фильтр называется гауссианом.

Благодаря сепарабельности фильтр Гаусса представим в виде

$$g(x,y) = g_1(x) * g_2(y).$$

Это означает, что свертку можно производить последовательно по строкам и по столбцам, что позволяет ускорить работу алгоритма при больших размерах фильтра.

Фильтр Гаусса применяется в различных задачах компьютерного зрения, в том числе при детекции объектов дорожной сцены. В частности, в задаче поиска и выделения дорожной разметки (прямых линий) на этапе предварительной обработки [4].

Для некоторых типов помех фильтр Гаусса позволяет достаточно хорошо смазать шумовую компоненту сигнала, при этом размытие границ объектов на изображении происходит в меньшей степени. Это позволяет смазать мелкие детали в кадре, которые не требуют отделения от фона, а крупные объекты сохранить для дальнейшей обработки. Зачастую для локализации границ объектов фильтр Гаусса применяют совместно с градиентными методами. В силу чувствительности градиентных методов к шумам, для смазывания шумовых скачков яркости и, как следствие, исключения порождённых шумом границ предварительно используется фильтр Гаусса.

Кроме того, стоит отметить алгоритмы быстрого рекурсивного вычисления гауссовского фильтра [10].

Анизотропный диффузионный фильтр

Регистрируемое изображение можно рассматривать как сумму идеального изображения и аддитивного шума. Шум является небольшим возмущением на изображении [6]. Наша задача – максимально уменьшить уровень шума при сохранении полезного сигнала.

Диффузия является физическим процессом выравнивания концентрации вещества. Интенсивность сигнала в точке изображения может рассматриваться как «концентрация», а шум как небольшие неоднородности в концентрации. Эти неоднородности могут быть сглажены с помощью диффузии.

Пусть **u** – распределение концентрации. Тогда закон Фика гласит, что градиенты концентрации вызывают появление потока **j**, который стремится выровнять концентрации:

$$\mathbf{j} = -\mathbf{D} * \nabla\mathbf{u}\sqrt{b^2 - 4ac}.$$

Здесь D – тензор диффузии (в общем случае – положительно определённая симметричная матрица). Таким образом, получается, что тензор диффузии определяет, как соотносятся между собой направления и величины потока диффузии и градиента концентрации. Поэтому в зависимости от поведения тензора выделяют разные типы диффузии:

1. D постоянен вдоль всего изображения: линейная диффузия.

2. D зависит от структуры изображения: нелинейная диффузия.

3. j и $\nabla\mathbf{u}$ параллельны: изотропная диффузия.

4. j и $\nabla\mathbf{u}$ не параллельны: анизотропная диффузия.

По описанным выше причинам будем рассматривать последний тип диффузии [7]. Для реализации алгоритма нужно вести сглаживание в направлении, перпендикулярном направлению максимальной диффузии, которое в данном случае определяется

одним из собственных векторов тензора диффузии. Далее приходим к уравнению диффузии, при решении которого и получается искомый результат – сглаженное изображение, сохраняющее границы.

Локально анизотропный гауссовский фильтр

Главным недостатком ранее рассмотренного алгоритма является его вычислительная трудоёмкость, связанная в первую очередь с необходимостью решать дифференциальное уравнение [5]. В результате решения этой проблемы возник алгоритм анизотропной гауссовской фильтрации.

Изображение рассматривается как кусочно-непрерывная функция $f(x, y)$, разрывы которой соответствуют границам объектов. При подсчёте дисперсии производных можно использовать окна разного типа. Например, квадратное окно [2]. Недостатком этого подхода являются большие скачки тензора при перемещении окна вдоль изображения. Этим недостатком не страдает гауссовское окно, поэтому его мы и будем использовать.

Для определения направления сглаживания будем использовать структурный тензор, определяемый следующим образом:

$$\begin{pmatrix} D_{11} D_{12} \\ D_{21} D_{22} \end{pmatrix},$$

где

$$D_{11} = \left(f_u^{|} * g\right)^2 (x,y) - (f_u^{|^2} * g)(x,y),$$

$$D_{22} = \left(f_v^{|} * g\right)^2 (x,y) - (f_v^{|^2} * g)(x,y),$$

$$D_{12} = D_{21} = \left(f_u^{|} * f_v^{|} * g\right)\ (x,y) - (f_u^{|}\ * g) * (f_v^{|}\ * g)(x,y).$$

Здесь $(f * g)(x,y)$ – свёртка функции $f(x,y)$ с двухмерной гауссианой $g(x, y)$; $f_u^{|}$, $f_v^{|}$ – производные по диагоналям. Таким образом D_{ij} – дисперсии производных вдоль диагоналей.

Структурному тензору можно поставить в соответствие эллипсоид. Далее можно определить направление главной оси – оно как раз и будет перпендикулярно границам объектов на картинке. Поэтому нужно вести сглаживание в направлении перпендикулярном направлению главной оси, для того чтобы сглаживать вдоль границ и таким образом избавиться от эффекта размытия.

Свяжем систему координат с пикселом. Тогда угол между направлением главной оси и горизонтальной оси системы координат можно определить по формуле

$$\frac{\arctan\left(\frac{D_{11} - D_{22}}{D_{12} + D_{21}}\right)}{2} + \frac{Pi}{2}.$$

Область значений угла составляет отрезок от 0 до Pi. Эту область можно разбить на 4 части, например так, как показано на рис. 1.

В зависимости от того, в какую из областей попадает главная ось эллипса, мы можем определить, в каком из четырех направлений вести сглаживание. Например, на представленном выше рисунке главная ось попала в интервал (3Pi/8, 5Pi/8), поэтому сглаживание имеет смысл вести в перпендикулярном ей направлении, т.е. в направлении горизонтальной оси.

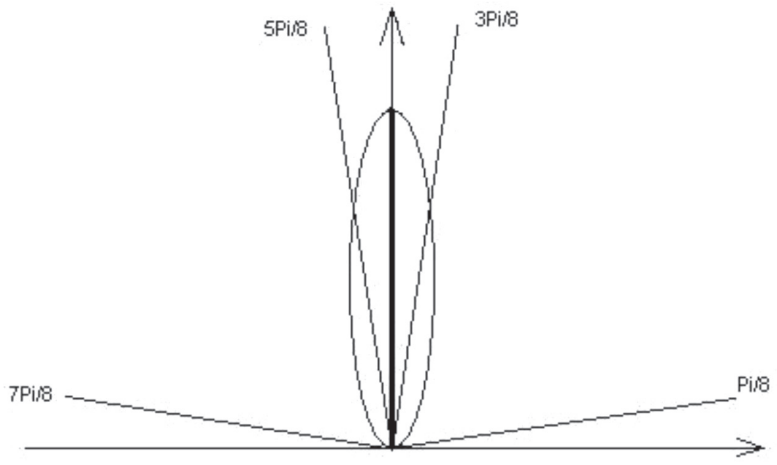
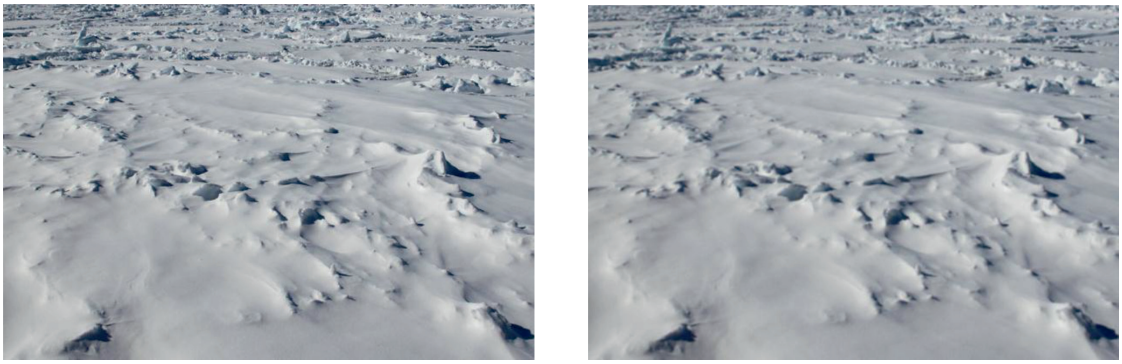


Рис. 1. Разбиение области значений угла между направлением главной оси и горизонтальной осью

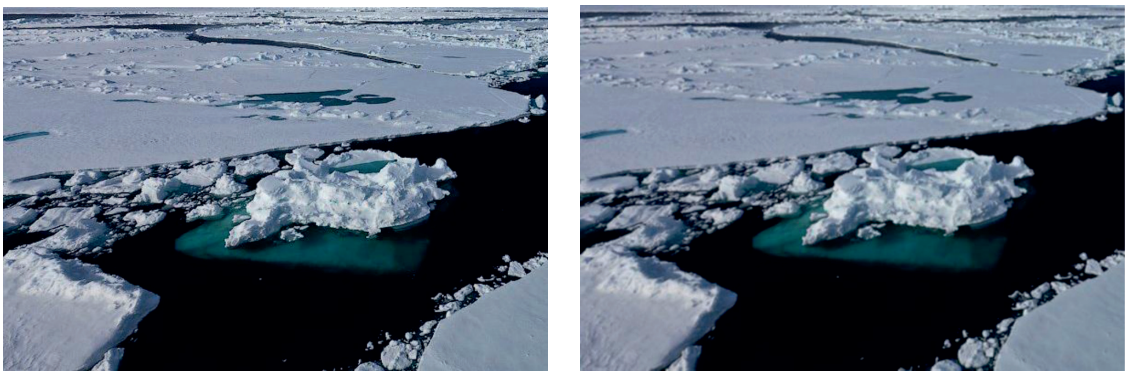


а) *б)*

Рис. 2. Снежная поверхность: а) исходное изображение, б) после преобразования

а) *б)*

Рис. 3. Стамуха, ледовый покров: а) исходное изображение, б) после преобразования

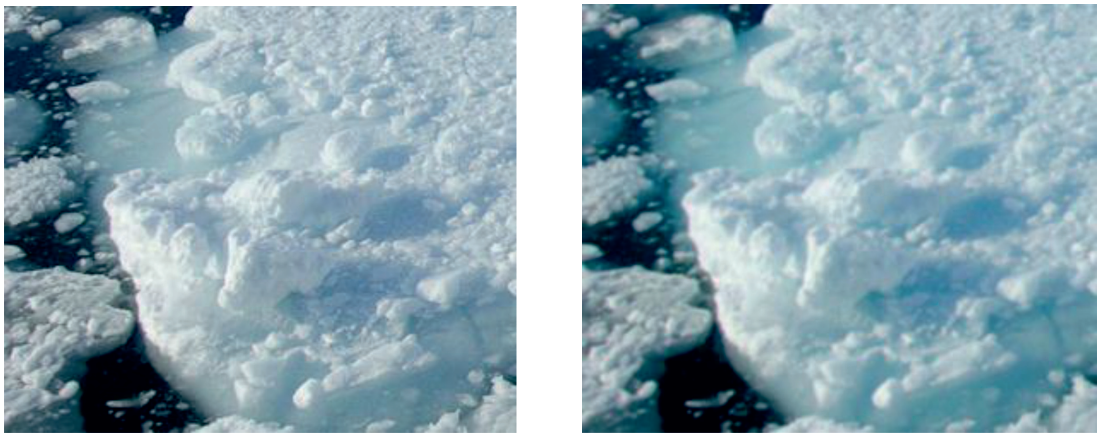


а) *б)*

Рис. 4. Снежный покров и открытая вода: а) исходное изображение, б) после преобразования

а) *б)*

Рис. 5. Торосы: а) исходное изображение, б) после преобразования



а) *б)*

Рис. 6. Припайный лед: а) исходное изображение, б) после преобразования

Данный алгоритм работает быстрее анизотропного диффузионного фильтра за счёт того, что в нём нет необходимости решать дифференциальное уравнение, а вместо этого нужно лишь провести свёртку с гауссианой, которая при использовании алгоритма Дерише [8] может быть выполнена за 8 операций на пиксель.

Примеры и результаты

Далее на рис. 2–6 приведены примеры работы предложенного алгоритма на реальных цветных изображениях снежно-ледовой поверхности Арктики, на которых присутствуют основные элементы рельефа (торосы, стамухи, открытая вода, припайный лед). Левая картинка – изначальная, правая – после преобразования.

Обсуждение результатов

В настоящей работе для уменьшения влияния аддитивного шума предложен алгоритм предварительной обработки изображений на основе локально анизотропной гауссовской фильтрации. Результаты обработки изображений арктической поверхности показывают, что предложенный подход имеет близкое с методом анизотропной диффузионной фильтрации визуальное восприятие изображений в части обработки однородных областей и сохранения границ, но при этом обеспечивается высокое быстродействие.

Как следствие, предложенный метод может эффективно применяться не только при обработке отдельных изображений, но и для шумоподавления при обработке видеопосле-

довательностей в системах компьютерного зрения, работающих в реальном времени.

Работа проводилась при поддержке грантов РФФИ № 15-29-06091 (офи_м) и 15-29-06080 (офи_м).

Список литературы

1. Саниев К.Б. Распознавание сигналов изображения // Радиотехника. – 2007. – № 4. – С. 9–15.

2. Яне Б. Цифровая обработка изображений / Пер. с англ. А.М. Измайловой. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.

3. Abdallah M.B., Malek J., Azar A.T., Belmabrouk H., Monreal J.E., Krissian K. Adaptive noise-reducing anisotropic diffusion filter // Neural Computing and Applications. – 2016. – V. 27, № 5. – P. 1273–1300.

4. Aly M. Real time Detection of Lane Markers in Urban Streets. – URL: http://www.vision.caltech.edu/malaa/publications/aly08realtime.pdf (дата обращения: 06.03.2017).

5. Bustacara C., Gómez-Mora M., Flórez-Valencia L. Anisotropic Diffusion for Smoothing: A Comparative Study / In proc. Of ICCVG. – 2016. – P. 109–120.

6. Galić I., Weickert J., Welk M., Bruhn A., Belyaev A., Seidel H. Image Compression with Anisotropic Diffusion // Journal of Mathematical Imaging and Vision. – 2008. – V. 31, № 2. – P. 255–269.

7. Hajiaboli M.R. An Anisotropic Fourth-Order Diffusion Filter for Image Noise Removal // International Journal of Computer Vision. – 2011. – V. 92, № 2. – P. 177–191.

8. Monga O., Deriche R., Malandain G., Cocquerez J.P. Recursive Filtering and Edge Closing: two primary tools for 3-D edge detection / In proc. of ECCV. – 1990. – P. 56–65.

9. Nguyen T., Hong M. Filtering-Based Noise Estimation for Denoising the Image Degraded by Gaussian Noise / In proc. Of PSIVT. – 2011. – P. 157–167.

10. Van Vliet L.J., I. Young I., Beek P. Recursive gaussian derivative filters / In proc. of ICPR. – 1998. – V. 1. – P. 509–514.

11. Weickert J. Foundations and applications of nonlinear anisotropic diffusion filtering // Z. angew. Math. und Mech. – 1996. – V. 76. – P. 283–286.

12. Zhang Z.G., Chan S.C. On Kernel Selection of Multivariate Local Polynomial Modelling and its Application to Image Smoothing and Reconstruction // Journal of Signal Processing Systems. – 2011. – V. 64, № 3. – P. 361–374.

УДК 622.276

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНГИБИТОРЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ АСФАЛЬТО-СМОЛИСТЫХ И ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Фарлеева А.Ф., Гараськина М.Н., Сидоров Г.М., Грохотова Е.В., Габдулхаков Р.Р.
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, e-mail: Faralina@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований в области поиска новых высокоэффективных способов защиты поверхности скважин и трубопроводов от асфальто-смолопарафиновых отложений путем введения составов, ингибирующих их образование, на основе модифицирующих, моющих и смачивающих присадок. Приведены результаты исследования эффективности экспериментальных образцов. Показано, что экспериментальные ингибиторы проявляют высокую активность по отношению к отложениям парафинового типа и могут быть успешно использованы для защиты внутренней поверхности скважин и интенсификации процессов нефтедобычи. В результате проведённых исследований установлена высокая ингибирующая эффективность α-олефинов в смеси с парафином по отношению к отложениям парафинового типа. Ингибирующая эффективность α-олефинов объясняется их повышенной адсорбционной способностью к поверхности АСПО за счет наличия двойной связи. По принципу действия ингибиторы данного типа отнесены к реагенту модифицирующего типа. Ингибирующие свойства щавелевой кислоты объясняются их повышенной адсорбционной активностью к поверхности металлов, работая по механизму реагентов смачивающего действия. Малеиновый ангидрид относится к типу ингибитор-модификатор, который направлен на изменение кристаллической структуры парафина в момент возникновения твердой фазы. Этилгексанол можно классифицировать как моющую составляющую, так как ее действие сводится в основном не к растворению составляющих АСПО, а к их диспергированию и отмыву. Также на эффективность ингибирования были проверены индивидуальные компоненты: α-олефины (гексен-1 и октен-1), олеиновая кислота, алкилароматические углеводороды. Полученные результаты могут быть использованы для защиты скважин от АСПО парафинового типа в условиях, где использование традиционных ингибиторов АСПО, механических, либо термических методов невозможно, вследствие их низкой эффективности.

Ключевые слова: комплексные ингибиторы, асфальто-смолисто-парафиновые отложения, отложения парафинового типа, α-олефины, метод «холодный стержень»

INTEGRATED INHIBITORS FOR REMOVING ASPHALT AND PARAFFIN SEDIMENTS TARRY

Farleeva A.F., Garaskina M.N., Sidorov G.M., Grokhotova E.V., Gabdulkhakov R.R.
Federal State Budgetar Educational Institution of Higher Education Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: Faralina@yandex.ru

The paper presents the results of research in the field of search for new highly efficient ways to protect the surface from wells and pipelines asphalt-smoloparafinovyh deposits through the introduction of convoys, inhibiting their formation, based on modifying, detergents and wetting additives. Shows the results of a study of the effectiveness of the experimental samples. It is shown that the experimental inhibitors have been very active in relation to deposits of paraffin type and can be successfully used to protect the inner surface of the wells and the intensification of oil production. As a result of the researches high efficiency α-olefins inhibiting mixed with paraffin in relation to deposits of paraffin type. Inhibiting the effectiveness of α-olefins due to their high surface adsorption ability to AFS by the presence of double bonds. On the principle of operation of this type have been attributed to the inhibitors reagentu modifying type. Inhibiting properties of oxalic acid are attributable to their high adsorption activity to metal surfaces, working on the mechanism of reagents wetting action. Maleic anhydride is of type inhibitor-modifier that focused on change of crystal structure of paraffin at the time of the solid phase. Ethylhexanol can be classified as washing component, because its effect is limited largely to the dissolution of the constituent AFS and their effect and otmyvu. Also at the effectiveness of inhibition of individual components were tested: α-olefins (Hexen-1 and octene-1), oleic acid, alkilaromaticheskie hydrocarbons. The results obtained can be used to protect wells from AFS paraffin type in environments where traditional inhibitors of AFS, mechanical or thermal methods cannot, due to their low efficiency.

Keywords: integrated inhibitors, asphalt-resinous-paraffin deposits, deposits of paraffin type, α-olefins, the method of «cool Web»

Как показывает практика, основными объектами, в которых наблюдается образование отложений парафина, являются скважинные насосы, насосно-компрессорные трубопроводы (НКТ), выкидные линии от скважин, резервуары промысловых сборных пунктов. Наиболее интенсивно парафин откладывается на внутренней поверхности подъемных труб скважин и транспортных трубопроводов, что приводит к повышению давления в линии при перекачке, вследствие снижения полезного сечения диаметра трубопровода, к росту гидравлического сопротивления, коррозии, увеличению расхода на электроэнергию и другим дополнительным расходам при эксплуатации и обслужива-

нии оборудования. Поэтому создание многофункциональных ингибиторов защиты от коррозии и удаления асфальто-смоло-парафиновых отложений на основе различных по химической природе исходных реагентов является самым перспективным направлением с точки зрения экономики [3, 7–10].

Цель исследования: испытание эффективности комплексных ингибиторов АСПО парафинового типа. В настоящее время с целью сокращения расходов на проведение обработки скважин комплексными растворителями, перехода от количества к качеству, выбрано новое направление – поиск и создание комбинированных ингибиторов предотвращения и удаления асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) в соответствии с существующими технологическими режимами работы скважин, свойствами и составом высокомолекулярных отложений АСПО в НКТ и резервуарах. С этой целью выполняется комплексный анализ влияния олефинов и органических эфиров на отложения асфальто-смолопарафинов асфальтенового типа, сравнительный анализ технологий по предупреждению и удалению АСПО [4–6].

Наиболее длительным и сложным этапом разработки нефтепромысловых реагентов и ингибиторов образования АСПО является их испытание. Оно требует наибольших затрат времени и средств, поэтому от наличия оптимальных методик, высокоточного оборудования и уровня квалификации персонала, их применения часто зависит успех всей разработки [1, 2, 8]. Иногда эффективность применяемых ингибиторов низкая и связана она с тем, что в России производят ограниченный ассортимент ингибиторов АСПО, а зарубежные аналоги имеют высокую стоимость и не всегда доступны. Создание многокомпонентных ингибиторов на основе различных по химической природе исходных реагентов на сегодняшний день является самым перспективным направлением с точки зрения экономики.

В статье представлены результаты исследования эффективности комплексных ингибиторов АСПО парафинового типа.

Исследования эффективности экспериментальных ингибиторов по предотвращению отложения АСПО из нефти проводились методом «холодный стержень» в совокупности с гравиметрическим методом. Метод основан на образовании АСПО из нефти на охлаждаемых металлических трубках, с последующим подогревом трубок путем пропускания через них горячего теплоносителя и определении количества выкристаллизовавшегося АСПО взвешиванием на лабораторных весах. На рис. 1 изображена установка оценки эффективности ингибиторов методом «холодный стержень», разработанная в г. Казани.

Рис. 1. Установка для оценки эффективности ингибиторов парафиноотложений

Состав АСПО зависит от свойств и состава исходной нефти и условий образования. Точное значение состава АСПО имеет практическое значение для определения оптимальных методов борьбы с ними, в частности для выбора химических реагентов.

В связи с этим первым этапом работы являлось определение, к какому типу относятся исследуемые образцы нефти Кулгинского и Грозненского месторождений, для этого было необходимо провести опыт на установке фракционирования АРН согласно ГОСТу 2177-99, на которой легкая часть удалялась путем перегонки. Далее полученный тяжелый остаток был проанализирован на групповой состав на хроматографе градиент-М. Результаты двух опытов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Фракционный состав исследуемых нефтей

Показатель	Нефть Кулгинского месторождения	Нефть Грозненского месторождения
НК	43 °C	63 °C
5%	70 °C	84 °C
10%	89 °C	103 °C
20%	118 °C	127 °C
30%	143 °C	158 °C
40%	180 °C	195 °C
50%	218 °C	229 °C
66%	300 °C	273 °C
70%	–	300 °C
Остаток	34%	30%

Таблица 2

Групповой углеродный состав остатков исследуемых нефтей

Наименование месторождения	Парафино-нафтеновые,%	Легкая аромати-ка,%	Средняя аромати-ка,%	Тяжелая аромати-ка,%	Смолы I,%	Смолы II,%	Асфаль тены,%
Кулгинское	34,4	21,0	10,4	22,7	5,0	5,1	1,3
Грозненское	70,6	10,2	6,5	8,6	1,3	2,8	0

В определении группового состава нефти была положена методика основанная на принципах жидкостно-адсорбционной хроматографии с градиентным вытеснением и предназначенная для определения группового состава тяжелых нефтепродуктов, битумов, гудронов, крекинг-остатков, асфальтенов и т.п. с поэтапным разделением на семь групповых компонентов: парафино-нафтеновые углеводороды, легкие, средние, тяжелые ароматические углеводороды, смолы I, смолы II и асфальтены. Определение групп компонентов проводится в едином хроматографическом процессе длительностью 40–60 минут в зависимости от исследуемого образца. Количество продукта для одного анализа не превышает 2 мг. Хроматограф комплектуется программным обеспечением, которое позволяет автоматически обрабатывать хроматограммы и рассчитывать компонентный состав в массовых процентах.

Исследуемые образцы нефти Кулгинского и Грозненского месторождений относятся к парафиновому типу, так как содержание предельных высокомолекулярных углеводородов превышает 34,4%.

Таким образом, зная тип нефти, можно, исходя из общей теории растворимости, заранее определить направления поиска эффективных ингибиторов из имеющегося ассортимента. Выбираются ингибиторы исходя из химического состава – с большим содержанием ароматических или алифатических углеводородов. Применяются многокомпонентные ингибиторы, в состав которых входят ароматические углеводороды, которые растворяют смолы, но не растворяют асфальтены и парафины. Могут входить парафиновые углеводороды для растворения парафинов и церезинов, нафтеновые и непредельные углеводороды с высокой температурой кипения, которые растворяют смолы и парафины.

Ингибитор действует следующим образом: он растворяет связующий агент (смолу), в результате образуются отдельные агломераты асфальтенов и парафинов, дальнейшее растворение их зависит от состава растворителя. Поэтому очень важно для правильного подбора ингибитора определить групповой состав остатка нефти.

Также параллельно опытам определения типа нефти были проведены исследования физико-химических свойств нефти Кулгинского и Грозненского месторождений, таких как плотность, определение температур застывания и насыщения нефти парафинами. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические свойства исследуемых образцов нефти

Показатели	Нефть Кулгинского месторождения	Нефть Грозненского месторождения
Температура застывания, °С	+ 5	– 10
Температура насыщения нефти парафинами, °С	+ 24	+ 13
Плотность, кг/м^3	801	805

Температура застывания определялась на автоматическом приборе TANAKA модель «MPC-102S», который соответствует ASTM D6749. Метод определения заключается в охлаждении без перемешивания нагретого образца, пока он не потеряет текучесть.

Анализ остатков исследуемых образцов нефти проводился на установке дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Установка имеет две измерительные ячейки: одна предназначена для исследуемого образца, в другую – ячейку сравнения, помещают тигель с эталоном (инертным в заданном диапазоне условий веществом, по теплофизическим свойствам близким к образцу). Ячейки конструируют максимально симметрично (одинаковые тигли, одинаковые сенсоры, одинаковое расстояние от нагревателя до сенсора). Экспериментально измеряется временная зависимость разницы температур между ячейкой с образцом и ячейкой сравнения.

Данные по физико-химическим свойствам использовались для подбора температурного режима установки оценки ингибирования методом «холодный стержень». Температура «холодного» стержня выбирается в диапазоне температур ниже

температуры насыщения нефти парафином и выше температуры застывания нефти. Температуру водяной бани, то есть температуру объема нефти, поддерживают при температуре выше температуры насыщения нефти парафинами на 20 °С. Время анализа подбирается эмпирически, то есть после подбора температурного режима образец выдерживается 1, 2 и 4 ч. Затем визуально оценивается внешний вид слоя и путем взвешивания, выбирается то время, при котором было больше отложений. В табл. 4 приведены результаты исследований по подбору временного диапазона. На рис. 2 и 3 показаны как выглядят отложения нефтей Кулгинского и Грозненского месторождений без ингибитора. Согласно результатам проделанных опытов максимальное выпадение отложений наблюдается при анализе продолжительностью 4 ч, поэтому все опыты следует проводить с длительностью 4 ч.

Таблица 4

Подбор временного диапазона

Месторождение	1 ч	2 ч	4 ч
Кулгинское, г	0,02	0,044	0,41
Грозненское, г	0,16	1,5	2

Так же чтобы исключить тот факт, что для подбора температурного режима необходимо принять условия имитации погодных условий для системы добычи и сбора продукции скважины месторождения. Было принято решение принять температуру стержней равной минус 20 °С, что соответствует температуре окружающей среды нефтедобывающего региона (для условий наземной прокладки). Температуру бани – выше температуры насыщения нефти парафинами на 20 °С, что составляет плюс 45 °С. На рис. 3 представлен температурный режим имитации природных условий месторождения. Слой на трубках был образован неравномерно и при поднятии стержней не выдерживал свой вес и стекал обратно в стаканы. Это объясняется тем, что из-за высокого перепада температур в образовании АСПО на стержнях играют главную роль асфальтены и смолы, в присутствии которых происходит кристаллизация парафинов, то есть из раствора выделяются недоразвитые монокристаллы, возникшие из немногих центров кристаллизации. Они приобретают форму древовидных и шарообразных образований, и смолы либо встраиваются в кристаллическую решетку парафина, либо адсорбируются на поверхности его кристаллов, тем самым изменяют форму кристаллов. В результате получаются крупные кристаллы неправильной формы, а асфальтены играют роль стабилизаторов, препятствуя необратимой агрегации. Под действием внешних факторов часть смол десорбируется с поверхности асфальтеновых частиц, в результате чего развиваются процессы необратимой агрегации асфальтенов, приводящие к потере устойчивости частиц в среде и к их отложению на трубках стержней.

Рис. 2. Подбор температурного режима Кулгинского месторождения

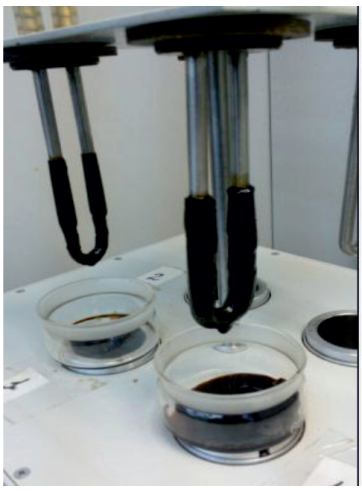


Рис. 3. Режим имитации природных условий

Нефть Грозненского месторождения имеет низкую температуру насыщения нефти парафинами, равна 13 °С. Из этого следует, что на образование отложений требуется большее количество времени, чем то время, которое может дать нам установка «холодного стержня», тогда нами было принято решение об искусственном введении парафина с целью доведения температуры насыщения нефти парафинами до плюс 24 °С (рис. 5).

Образование в нефти кристаллов парафина – новой фазы – возможно, когда нефть как раствор находится в метастабильном, то есть неустойчивом, состоянии, например при пересыщении нефти парафином (рис. 6). Пересыщение возможно при снижении температуры.

Следующим этапом исследований являлось разработка новых комплексных ингибиторов, обладающих эффектом ингибирования образования АСПО, а также оценка их эффективности по показателю степени ингибирования различных высокомолекулярных компонентов нефти.

Новизна данного этапа в том, что впервые показана высокая эффективность комплексного ингибитора на основе парафина в смеси с α-олефинами по отношению к АСПО парафинового типа.

Компоненты для создания ингибиторов подбирались с учетом теоретических знаний и безопасности для экологии, а также простоты создания, то есть путем простого перемешивания и растворения компонентов друг в друге. Физико-химические свойства используемых ингибиторов представлены (табл. 5).

Рис. 5. Вид отложений без добавления парафина

Рис. 6. Вид отложений после добавления парафина

Таблица 5

Физико-химические свойства разработанных ингибиторов

Компоненты	Химическое строение	Физико-химические свойства
Парафин + Гексен-1 Межсезон	$C_{25} + CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2$	Жидкость светло-желтого цвета. Температура застывания –21 °С. ρ = 693 кг/м^3
Парафин + Гексен-1 Арктика	$C_{25} + CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2$	Жидкость желтого цвета. Температура застывания –37 °С ρ = 682 кг/м^3
Гексен-1	$CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2$	Прозрачная жидкость. Температура застывания –139,8 °С ρ = 655 кг/м^3
Парафин + Октен-1	$C_{25} + CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2$	Прозрачная жидкость. Температура застывания –24 °С. ρ = 740 кг/м^3
Октен-1	$CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2$	Прозрачная жидкость. Температура застывания – 101,7 °С ρ = 715 кг/м^3
Полиалкилбензол	C6H4(CnHn)n	Желтого цвета жидкость Температура застывания –70 °С ρ = 862 кг/м^3
Щавелевая кислота + Этилгексанол + Малеиновый ангидрид 85%:15%	$C_2O_4H_2 + C_8H_{18}O + C_4H_2O_3$	Желтого цвета жидкость. Температура застывания –24 °С ρ = 837 кг/м^3
Щавелевая кислота + Этилгексанол + Малеиновый ангидрид 90%:10%	$C_2O_4H_2 + C_8H_{18}O + C_4H_2O_3$	Желтого цвета жидкость Температура застывания –62 °С ρ = 816 кг/м^3
Олеиновая кислота	$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH$	Желтого цвета жидкость Температура застывания + 7 °С ρ = 895 кг/м^3

Важным параметром при создании ингибиторов является температура застывания, поэтому для всех разработанных ингибиторов и индивидуальных компонентов были проанализированы их температура застывания, плотность и цвет. Температура застывания подбиралась эмпирически и имеет широкий диапазон от плюс 7 до минус 139 °С, который можно будет применить даже в суровых условиях Арктики, то есть при низких температурах (в магистральных нефтепроводах, нефтесборных коллекторах), когда происходит дезактивация смолисто-асфальтеновых веществ и возможно выпадение парафино-нафтеновых углеводородов в несвязанном состоянии.

Определение плотности было необходимо для расчета концентрации ингибитора, дозируемую в нефть по формуле

$$V = \frac{\rho}{m},$$

где V – требуемый объем-концентрация дозирования ингибитора, м^3;
ρ – плотность ингибитора, г/м^3;
m – масса ингибитора, дозируемая в нефть, г.

Ингибирующая способность бинарных композиций была исследована методом «холодного стержня» на нефти Кулгинского и Грозненского месторождений. Степень ингибирования образования АСПО представлена в табл. 6, 7.

Полученные результаты демонстрируют информативность предложенного способа оценки эффективности нефтепромысловых реагентов в целом и ингибиторов образования АСПО в частности. Это позволяет уже на этапе лабораторных испытаний выявлять наиболее эффективные реагенты. На рис. 7 и 8, в виде диаграммы, отражены показатели максимальной степени ингибирования образования АСПО из табл. 6 и 7.

Согласно полученным данным, эффективность испытанных реагентов можно представить последовательностью для нефти Кулгинского месторождения:

парафин + C_8 > Гексен-1 + парафин Арктика > Гексен-1 + парафин 1:45 межсезон > Гексен-1.

Максимальным эффектом ингибирования, более 50 %, обладает комплексный ингибитор на основе неполярного и поляризуемого компонентов при концентрации дозирования 50 мг/л нефти. Это можно объяснить тем, что входящий в состав ингибитора C_8 растворил смолу, оставив отдельные агломераты парафинов и асфальтенов в виде взвеси. Парафиновые углеводороды в свою очередь растворили парафины, нафтеновые и непредельные углеводороды.

Отрицательный эффект ингибирования дает ингибитор на основе индивидуального компонента Гексен-1. Механизм его действия заключается в том, что, растворив связывающий агент (смолу), парафины и асфальтены остались в нефти и тем самым были созданы благоприятные условия для роста их отложений.

Последовательность эффективности ингибиторов для нефти Грозненского месторождения:

C_8 > Щавелевая кислота + Малеиновый ангидрид + Этилгексанол 85:15, Щавелевая кислота + Малеиновый ангидрид + Этилгексанол 90:10, Полиалкилбензол > Олеиновая кислота > C_8 + Олеиновая кислота.

Таблица 6

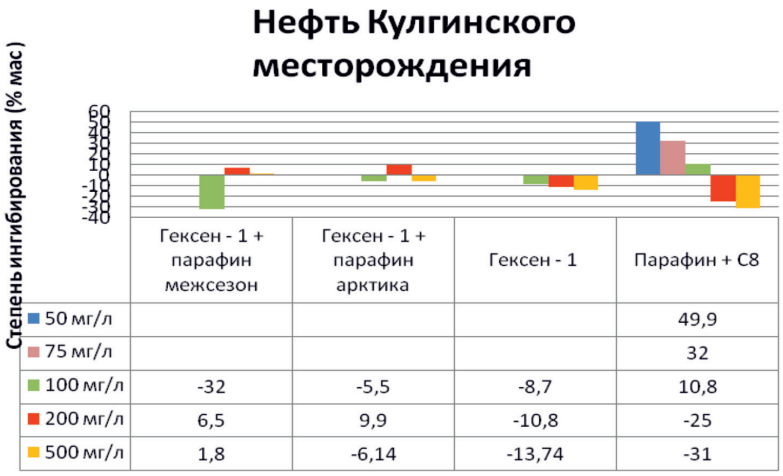
Степень ингибирования АСПО нефти Кулгинского месторождения композициями реагентов

Ингибитор	50 мг/л	75 мг/л	100 мг/л	200 мг/л	500 мг/л
Гексен-1 + Парафин Межсезон	–	–	– 32 %	+ 7 %	+ 2 %
Гексен-1 + Парафин Арктика	–	–	– 6 %	+ 10 %	– 6 %
Гексен-1	–	–	– 9 %	– 11 %	– 14 %
C_8 + Парафин	+ 50 %	+ 32 %	+ 11 %	– 25 %	– 31 %

Таблица 7

Степень ингибирования АСПО нефти Грозненского месторождения с дополнительным добавлением парафина композициями реагентов

Ингибитор	100 мг/л	200 мг/л	500 мг/л
C_8	+ 5 %	+ 38 %	+ 22 %
Полиалкилбензол	+ 15 %	+ 0,02 %	– 7 %
Щавелевая кислота + Малеиновый ангидрид + Этилгексанол 85:15	– 3 %	+ 15 %	– 10 %
Щавелевая кислота + Малеиновый ангидрид + Этилгексанол 90:10	– 39 %	+ 15 %	– 55 %
Олеиновая кислота	+ 14 %	+ 5 %	– 7 %
Олеиновая кислота + C_8	– 75 %	– 50 %	– 88 %



	Гексен - 1 + парафин межсезон	Гексен - 1 + парафин арктика	Гексен - 1	Парафин + С8
50 мг/л				49,9
75 мг/л				32
100 мг/л	-32	-5,5	-8,7	10,8
200 мг/л	6,5	9,9	-10,8	-25
500 мг/л	1,8	-6,14	-13,74	-31

Рис. 7. Эффективность реагентов на нефти Кулгинского месторождения

	С8	ПАБ	Смесь 85/15	Смесь 90/10	Оленновая к-та	Оленновая к-та + С8
100 мг/л	4,97	15	-3	-39	14	-75
200 мг/л	38	0	15	15	5	-50
500 мг/л	22	-7	-10	-55	-7,8	-88

Рис. 8. Эффективность реагентов на нефти Грозненского месторождения

Наибольший эффект ингибирования для данной нефти проявил ингибитор на основе индивидуального компонента C_8. Одинаковые значения эффективности 15% были зафиксированы у ингибиторов на основе Щавелевая кислота + Малеиновый ангидрид + Этилгексанол 85:15, Щавелевая кислота + Малеиновый ангидрид + Этилгексанол 90:10 и Полиалкилбензол. Данная эффективность недостаточна для внедрения в нефтепромысловое производство.

Худший результат показал ингибитор на основе полярного (олеиновая кислота) и поляризумого (C_8) компонентов, данный отрицательный показатель можно объяснить тем, что испытуемый ингибитор направлен на удаление полярных компонентов АСПО, так как нефть высокопарафинистая, удалив смолы из нефти, спровоцировал благоприятные условия для выпадения кристаллов парафина.

Заключение

Таким образом, в результате исследования установлено, что α-олефин C_8 в смеси с парафином проявляют высокую эффективность ингибирования по отношению к АСПО парафинового типа, в сравнении с другими экспериментальными образцами.

При разработке композиций, использованы отечественное сырье и компоненты, что снижает себестоимость производства композиционных ингибиторов образования АСПО на 5–20%, делая их более доступными.

Список литературы

1. Ахметов А.Ф., Нуриазданова В.Ф., Герасимова Е.В. Лабораторная методика определения эффективности растворителей асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) // Башкирский химический журнал. – 2008. – Т. 15, № 2. – С. 161–163.

2. Ахметов А.Ф., Герасимова Е.В., Нуриазданова В.Ф. Анализ лабораторных методик определения эффективности растворителей асфальто-смоло-парафиновых отложений // Башкирский химический журнал. – 2008. – Т. 15, № 1. – С. 65–67.

3. Герасимова Е.В., Ахметов А.Ф., Красильникова Ю.В. Растворители-теплоносители для удаления асфальто-смолистых и парафиновых отложений // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2010. – № 2.– С. 37.

4. Гумеров Р.Р., Кунакова А.М., Рахимов М.Н. Влияние олефинов и органических эфиров на отложения асфальто-смолопарафинов асфальтенового типа // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. – № 3. – С. 759–770.

5. Гумеров Р.Р., Рахимов М.Н., Рагулин В.В. Сравнительный анализ технологий по предупреждению и удалению АСПО и матрица их применения на месторождениях ОАО «Газпром нефть» // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – Т. 9, № 2. – С. 87–90.

6. Кунакова А.М., Файзуллин Р.К., Гумеров Р.Р., Сидоренко В.В., Сулейманов А.Г. Мониторинг солеобразования в скважинном оборудовании и технологии его предупреждения в ООО «Газпромнефть-Хантос» // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 12. – С. 66–67.

7. Маджид А.Я., Рахимов М.Н., Гумеров Р.Р. Система удаления АСПО в резервуарах // Материалы международной конференции «Нефтепереработка-2008». – Уфа: ИНХП, 2008. – С. 356.

8. Хайдарова Г.Р., Исламутдинова А.А., Дмитриев Ю.К., Сидоров Г.М., Иванов А.Н. Ингибитор коррозии нефтепромысловых сред // Нефтегазовое дело. – 2015. – Т. 13, № 4. – С. 249–253.

9. Хайдарова Г.Р., Исламутдинова А.А., Дмитриев Ю.К., Сидоров Г.М., Иванов А.Н. Ингибитор коррозии нефтепромысловых сред на основе азотсодержащих соединений и отходов хлорорганического производства // Нефтегазовое дело. – 2015. – Т. 13, № 4. – С. 163–168.

10. Щербаков Г.Ю., Петухов А.В., Халикова Г.М. Состав для удаления асфальтеносмоло-парафиновых отложений в добывающих скважинах нефтегазоконденсатных месторождений на углеводородной основе // Нефтегазовое дело. – 2015. – Т. 13, № 2. – С. 80–83.

УДК 678.7

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ – МОДИФИКАТОРЫ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ

Чернышова А.В., Лаптиева В.С., Филатова В.В., Пугачева И.Н.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, e-mail: eco-inna@yandex.ru

В работе показано перспективное направление применения побочных продуктов и отходов нефтехимической и легкой промышленности в производстве резинотехнических изделий. Выявлено, что текстильные отходы легкой промышленности могут быть использованы в качестве волокнистых добавок. Установлено, что применение таких добавок для производства композитов целесообразно с агентами межфазного взаимодействия. Предложено применение олигомеров, синтезированных из отходов и побочных продуктов нефтехимии, в качестве агентов межфазного сочетания. Выявлено, что наилучшим способом совмещения волокнистых отходов и олигомеров с матрицей синтетических каучуков является их введение в латекс в виде дисперсий. Изучена возможность получения водной маслоолигомерной и волокномаслоолигомерной дисперсий на основе смеси масла ПН-6 и модифицированного стиролсодержащего олигомера, с применением капронового и хлопкового волокна. Обнаружено, что введение водной волокномаслоолигомерной дисперсии в латекс на стадии создания эластомерных композиций позволяет повысить технико-экономическую эффективность и экологичность их производства. Оценка влияния изготовленных добавок на свойства получаемых композитов выявила их многофункциональность.

Ключевые слова: отходы, побочные продукты, нефтехимия, легкая промышленность, волокнистые добавки, олигомеры, эмульсионные каучуки, коагуляция, композиты

MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES – MODIFIERS EMULSION RUBBERS

Chernyshova A.V., Laptieva V.S., Filatova V.V., Pugacheva I.N.

Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, e-mail: eco-inna@yandex.ru

The work shows promising area of application of by-products and wastes of petrochemical and light industry in the manufacture of rubber products. It is revealed that the light industry, textile waste can be used as fiber additives. It is found that the use of such additives is expedient for the production of composites with interfacial agents. It provides the use of the oligomers synthesized from petrochemical waste and by products as the combination of interfacial agents. It was found that the best way of combining the fibrous waste and oligomers with a matrix of synthetic rubbers is their introduction to the latex in the form of dispersions. The possibility of obtaining water and maslooligomernoy and voloknomaslooligomernoy dispersions based on a mixture of oil and PN-6 modified styrene oligomer with nylon and cotton. It has been found that the introduction of an aqueous dispersion of latex voloknomaslooligomernoy at the stage of elastomeric compositions can improve the technical and economic efficiency and environmental friendliness of their production. Assessing the impact of manufactured additives on properties of the resulting composites revealed their versatility.

Keywords: waste, by-products, petrochemicals, light industry, fiber additives, oligomers, rubbers, emulsion, coagulation, composites

Реализация инновационного развития России приводит к росту производственных мощностей и расширению ассортимента конкурентоспособной выпускаемой продукции. Однако это неизбежно сопровождается накоплением разноплановых отходов и побочных продуктов, многие из которых и до настоящего времени не находят своего применения.

Согласно положениям документа «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» стратегическими целями государственной политики в области экологического развития является сохранение благоприятной окружающей среды, реализация права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. Достижение этих целей обеспечивается решением основных задач. Одной из таких задач является: предупреждение и сокращение образования отходов, а также вовлечение их в повторный хозяйственный оборот посредством максимально полного использования исходного сырья и материалов. Пути решения этой задачи заключаются не только во внедрении и применении малоотходных и ресурсосберегающих технологий и оборудования, но и использовании образовавшихся отходов путем переработки, регенерации, рекуперации, рециклинга.

В настоящее время одной из крупнотоннажных отраслей промышленности является нефтехимия. Переработка нефти и последующее использование полученных продуктов в производстве полимерных материалов приводит к образованию и нако-

плению значительных количеств побочных продуктов и отходов, многие из которых и до настоящего времени не нашли своего применения [2]. В то же время на предприятиях легкой промышленности также образуется значительное количество текстильных отходов. Образующиеся текстильные отходы и побочные продукты нефтехимии представляют собой вторичные полимерные материалы, которые могут служить ценным исходным сырьем для получения многофункциональных добавок, используемых в производстве резинотехнических изделий. Поэтому комплексный подход к переработке этих отходов позволит не только рационально их утилизировать, но и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

В опубликованной работе [4] показано получение полимерных материалов на основе отходов и побочных продуктов нефтехимии (со)полимеризацией их со стиролом в растворе или массе в присутствии различных инициаторов. В дальнейшем полученные полимерные материалы могут быть использованы для создания на их основе водных эмульсий и дисперсий, посредством механического диспергирования раствора полимера в водной фазе, содержащей в качестве стабилизаторов поверхностно-активные вещества. Существенным недостатком такого процесса является то, что для диспергирования используется углеводородный раствор низкомолекулярного полимерного материала (концентрация 50–70 %). Это приводит к появлению дополнительной стадии – отгонки углеводородного растворителя из получаемой водополимерной эмульсии. Применение углеводородного растворителя (толуол, ксилол, нефрас и др.) необходимо для перевода полимерных материалов, полученных из отходов нефтехимии, из твердого состояния в жидкую фазу. Для уменьшения содержания углеводородного растворителя в процессе приготовления водополимерной эмульсии целесообразно снизить молекулярную массу используемых полимерных материалов, например, с помощью термического или термоокислительного воздействия [3].

В шинной и резинотехнической промышленности широко используются различные виды добавок и наполнителей [5]. Текстильные отходы легкой промышленности являются перспективными добавками для эластомерных композиций. Однако исследования по изучению влияния волокнистых добавок на свойства получаемых композитов показывают, что для повышения их свойств добавки необходимо применять с агентами межфазного сочетания, в качестве которых могут быть использованы олигомеры.

Одними из марок маслонаполненных эмульсионных каучуков, выпускаемых промышленностью синтетического каучука, являются СКС-30 АРКМ 15 и СКС-30 АРКМ 27. В рецептуре их создания в качестве пластификатора применяется масло ПН-6, которое содержит в своем составе полициклические ароматические углеводороды, являющиеся токсичными веществами. Для повышения экологической безопасности производимой продукции целесообразно было бы рассмотреть возможность частичной или полной его замены на олигомеры, синтезированные из побочных продуктов и отходов нефтехимии.

Цель работы – изучить возможность получения многофункциональных добавок, на основе текстильных отходов, олигомера и масла ПН-6, и оценить их влияние на процесс создания эластомерных композиций и свойства получаемых композитов.

Материалы и методы исследования

Для исследований использовали масло ПН-6, стиролсодержащий олигомер модифицированный малеиновым ангидридом (СОМА), эмульсионные каучуки марки СКС-30 АРК, СКС-30 АРКМ 15, СКС-30 АРКМ 27, и волокнистую добавку (хлопковое и капроновое волокно).

С целью повышения равномерности распределения добавки в объеме полимерной матрицы ее целесообразно вводить в виде водной волокноолигомерной или волокномасляноолигомерной дисперсии.

Поскольку масло ПН-6 обладает повышенной вязкостью, то для хорошего его диспергирования и получения стабильной эмульсии на его основе, применяли растворитель – толуол (20 %). Диспергирование в водной фазе СОМА не требует дополнительного применения углеводородного растворителя, поскольку процесс модификации СО протекает при повышенных температурах (150–200 °С), что обеспечивает не только прививку малеинового ангидрида к макромолекулам, но и снижение молекулярной массы исходного олигомера. Получаемый олигомерный продукт, представляет собой маслообразную жидкость, включающую кислородсодержащие функциональные группы, которые повышают его сродство к водной фазе и позволяют приготовить эмульсию с хорошей устойчивостью к расслоению.

Методика и условия получения стабильной водноолигомерной эмульсии на основе СОМА представлены в работе [6]. По данной методике была получена водная маслоолигомерная дисперсия (МОД) на основе смеси масла ПН-6 и СОМА. Для получения водной волокномаслоолигомерной дисперсии (ВМОД) была разработана следующая методика. В начале волокнистая добавка подвергалась предварительной обработке при повышенной температуре смесью масла ПН-6 и СОМА, с последующим добавлением антиоксиданта. Далее в емкость для диспергирования загружали 20 г полученной смеси и вводили 50 г водной фазы, содержащей эмульгаторы (растворы канифольного мыла 5–6 % мас. и лейканола 0,2–0,3 % мас.). Гомоге-

низацию проводили при постоянном перемешивании в течение 1–7 часов при температуре 55–65 °С. Сухой остаток полученной дисперсии составлял 35–40 %.

Для исследования влияния полученных добавок (МОД и ВМОД) на процесс создания эластомерных композиций их смешивали с каучуковым латексом СКС-30 АРК, а затем полученную смесь подвергали коагуляции по общепринятой методике [1] с использованием в качестве коагулирующего агента водного раствора хлорида магния (12 % мас.) и подкисляющего агента 2,0 % мас. – водного раствора серной кислоты. Коагуляцию проводили при температуре 60–65 °С. Образующуюся крошку каучука отделяли от серума, промывали теплой водой и обезвоживали в сушильном шкафу при температуре.

Содержание в каучуковой матрице смеси масла ПН-6 и СОМА выдерживали – 15; 27 % мас. на каучук, антиоксидантов – согласно общепринятым требованиям, а волокнистой добавки – 7,0 % мас. на каучук. В табл. 1 представлены данные по влиянию МОД и ВМОД и расходов коагулирующего агента на массу образующейся крошки каучука.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что дополнительное использование МОД и ВМОД в качестве многофункциональной добавки положительно отражается на процессе выделения каучука из латекса и приводит к увеличению выхода образующейся крошки каучука, как за счет снижения потерь мелкодисперсной крошки каучука, так и за счет дополнительного вхождения в ее состав компонентов добавки, а также они полностью распределяются в полимерной матрице и отсутствуют в сточных водах. В производстве эмульсионных каучуков потери антиоксиданта составляют 30–35 %. Исходя из рассчитанного материального баланса процесса получения эмульсионных каучуков установлено, что при введении антиоксиданта в каучук в составе МОД и ВМОД его потери снижаются в 1,5 раза, что позволяет более полно и эффективно использовать дорогостоящее сырье.

Далее на основе полученных образцов каучука СКС-30 АРК, содержащего различные добавки, были приготовлены резиновые смеси и вулканизаты и исследованы их физико-механические свойства. Данные исследования были проведены в сравнении с образцами маслонаполненных каучуков СКС-30 АРКМ 15 и СКС-30 АРКМ 27. В табл. 2, 3 представлены свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК, наполненного МОД и ВМОД, введенными в эмульсионный каучук на стадии латекса.

Из полученных данных видно, что введение МОД и ВМОД позволяет получить вулканизаты, основные показатели которых удовлетворяют требованиям ТУ. В то же время наблюдается тенденция к повышению таких показателей, как сопротивление раздиру и многократному растяжению, а также устойчивости к термоокислительному воздействию.

Повышение устойчивости вулканизатов к термоокислительному воздействию свидетельствует о снижении потерь антиоксиданта в процессе получения эластомерных композиций, при введении его в составе МОД и ВМОД.

Таблица 1

Влияние МОД и ВМОД и расходов коагулирующего агента на выход образующейся крошки каучука

Расход хлорида магния, кг/т каучука	Без добавки	Номер образца*		
		1 2	3 4	5 6
5	14,9	15,2 16,8	16,1 17,3	17,8 19,0
10	29,1	30,5 32,3	31,2 33,4	34,6 36,1
15	60,5	61,8 62,5	66,6 67,8	69,6 71,2
20	83,2	83,9 84,5	86,9 88,0	89,5 90,1
25	90,4	90,8 91,7	91,3 92,5	93,2 93,8
30	93,2	95,6 96,8	96,4 97,5	98,1 98,6

* Примечание: 1 – образец, содержащий МОД (15 % мас.); 2 – МОД (27 % мас.); 3 – ВМОД (15 % мас., хлопковое волокно 7,0 % мас. на каучук); 4 – ВМОД (15 % мас., капроновое волокно 7,0 % мас. на каучук); 5 – ВМОД (27 % мас., хлопковое волокно 7,0 % мас. на каучук); 6 – ВМОД (15 % мас., капроновое волокно 7,0 % мас. на каучук).

Таблица 2

Свойства каучука и вулканизатов, содержащих маслоолигомерные и волокномаслоолигомерные добавки

Показатель	Номер образца*			
	1	2	3	4
Вязкость по Муни МБ 1 + 4 (100 °С): каучука	53	52	54	53
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	11,2	11,6	12,1	13,4
Условная прочность при растяжении, МПа	22,7	22,5	23,4	24,0
Относительное удлинение при разрыве, %	480	490	520	540
Твердость по Шору А, у. ед.	52	53	54	56
Сопротивление раздиру, кН/м	50	60	71	82
Сопротивление многократному растяжению (100 %), тыс. циклов	65	67	74	85
Коэффициент старения (100 °С, 72 ч): – по прочности – по относительному удлинению	 0,38 0,29	 0,42 0,32	 0,56 0,38	 0,62 0,40

* Примечание: 1 – образец без добавки на основе эмульсионного каучука СКС-30 АРКМ 15; 2 – образец, содержащий МОД (15 % мас.); 3 – образец, содержащий ВМОД (15 % мас., хлопковое волокно 7,0 % мас. на каучук); 4 – образец, содержащий ВМОД (15 % мас., капроновое волокно 7,0 % мас. на каучук).

Таблица 3

Свойства каучука и вулканизатов, содержащих маслоолигомерные и волокномаслоолигомерные добавки

Показатель	Номер образца*			
	1	2	3	4
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С): каучука	50	51	53	54
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	10,2	11,3	12,5	13,4
Условная прочность при растяжении, МПа	19,2	20,5	21,6	22,8
Относительное удлинение при разрыве, %	420	450	480	510
Твердость по Шору А, у. ед.	51	54	56	55
Сопротивление раздиру, кН/м	52	62	72	84
Сопротивление многократному растяжению (100 %), тыс. циклов	62	65	78	86
Коэффициент старения (100 °С, 72 ч): – по прочности – по относительному удлинению	 0,40 0,27	 0,44 0,30	 0,54 0,36	 0,64 0,40

* Примечание: 1 – образец без добавки на основе эмульсионного каучука СКС-30 АРКМ 27; 2 – образец, содержащий МОД (27 % мас.); 3 – образец, содержащий ВМОД (27 % мас., хлопковое волокно 7,0 % мас. на каучук); 4 – образец, содержащий ВМОД (27 % мас., капроновое волокно 7,0 % мас. на каучук).

Данный прием введения антиоксидантов относится к перспективному направлению эффективного использования дорогостоящих противостарителей. Увеличение сопротивления раздиру и многократному растяжению, в случае применения ВМОД, свидетельствует о том, что олигомеры выполняют функцию агентов межфазного сочетания между волокном и матрицей каучука.

Заключение

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития технологии полимеров и композитов является создание композиционных материалов с высоким уровнем эксплуатационных свойств путем направленного регулирования базовых характеристик полимерных систем и использования высокоэффективных технологий. В сегодняшних условиях к числу таких технологий относятся перспективные технические решения, ориентированные как на повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции за счет модификации составов композитов и применения новых сырьевых ресурсов, так и на снижение экологических последствий ее производства.

Поэтому полученные результаты исследований являются актуальными и позволяют сделать выводы, что олигомеры, синтезированные из побочных продуктов и отходов нефтехимии, можно применять в качестве добавок в эмульсионные каучуки, которые способны проявлять в составе эластомерных композиций многофункциональные свойства, выполняя одновременно функции агента межфазного сочетания и противостарителя; введение маслоолигомерных и волокномаслоолигомерных добавок в эластомерные композиции в процессе их создания, позволяет повысить технико-экономическую эффективность и экологичность их производства, а также получить вулканизаты с улучшенным комплексом физико-механических показателей. В то же время переработка отходов и повышение технико-экономической эффективности производства резинотехнических изделий минимизирует антропогенное и техногенное воздействие на окружающую среду, что обеспечивает повышение уровня и качества жизни населения.

Список литературы

1. Куренков В.Ф. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений [Текст] / В.Ф. Куренков, Л.А. Бударина, А.Е. Заикин. – М.: КолосС, 2008. – 395 с.

2. Никулин С.С. Перспектива использования кубовых остатков производства винилароматических мономеров [Текст] / С.С. Никулин, Т.Р. Бутенко, А.А. Рыльков, Р.Г. Фазлиахметов, С.М. Фурер. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1996. – 64 с.

3. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты [Текст] / К.Е. Перепелкин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 380 с.

4. Филимонова О.Н. Модификация бутадиен-стирольного каучука на стадии латекса [Текст] / О.Н. Филимонова, С.С. Никулин, В.А. Седых, О.Н. Хохлова // Каучук и резина. – 2003. – № 3. – С. 13–16.

5. Филимонова О.Н. Переработка и применение кубовых остатков ректификации стирола [Текст] / О.Н. Филимонова. – М.: Академия Естествознания, 2009. – 76 с.

6. Черных О.Н. Наполнение эмульсионных каучуков модифицированными олигомерами из побочных продуктов нефтехимии [Текст] / О.Н. Черных, И.Н. Пугачева, С.С. Никулин // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2012. – № 2. – С. 17–20.

УДК 544.643.076.2

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРОДА В ЭЛЕКТРОДАХ НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Язвинская Н.Н.

ФГБОУ ВПО «Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета», Шахты, e-mail: dmitri_gl@mail.ru

В данном исследовании выполнено термическое разложение электродов аккумуляторов KSL-15 (с металлокерамическими электродами) и KPL-14 (с ламельными электродами) со сроками эксплуатации от 0 до 10 лет. Разложение выполнялось в термокамере при температуре 800 °C. Выделяющийся в результате термического разложения электродов газ собирался в измерительную емкость. Анализ выделившегося из обоих электродов газа показал, что он состоит только из водорода. Количество выделившегося из электродов газа увеличивалось с увеличением срока эксплуатации аккумуляторов до 4–5 лет. После чего количество выделившегося газа оставалось неизменным. Причем в электродах новых никель-кадмиевых аккумуляторов водород отсутствует. Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показывают, что водород накапливается в электродах никель-кадмиевых аккумуляторов в процессе их эксплуатации.

Ключевые слова: накопление водорода, аккумулятор, никель-кадмиевый, тепловой разгон

CONTENT OF HYDROGEN IN THE ELECTRODES OF NICKEL-CADMIUM BATTERIES WITH DIFFERENT TIMING OF THEIR OPERATION

Yazvinskaya N.N.

Institute of sphere of service and business (branch) of Don State Technical University, Shakhty, e-mail: dmitri_gl@mail.ru

In this study, thermal decomposition of the electrodes of KSL-15 batteries (with sintered electrodes) and KPL-14 (with pocket electrodes) with a service life of from 0 to 10 years is performed. The decomposition was carried out in a heat chamber at a temperature of 800 °C. The gas released as a result of the thermal decomposition of the electrodes was collected in a measuring container. The analysis of the gas released from both electrodes showed that it consists only of hydrogen. The amount of released gas from the electrodes increased with increasing the life of the battery up to 4–5 years. After that, the amount of gas released remained unchanged. Moreover, in the electrodes of new nickel-cadmium batteries is not hydrogen. Thus, the conducted experimental studies show that hydrogen accumulates in the electrodes of nickel-cadmium accumulators during their operation.

Keywords: Hydrogen accumulation, battery, nickel-cadmium, thermal runaway

В аккумуляторах всех электрохимических систем встречается явление теплового разгона [9]. При возникновении явления теплового разгона аккумулятор резко разогревается, а также возможно возгорание корпуса аккумулятора и его взрыв. В этом случае система, содержащая аккумулятор, неминуемо выходит из строя.

Однако в мировой литературе очень мало исследований этого опасного явления, в особенности в щелочных аккумуляторах. Следует отметить, что тепловой разгон в литий-ионных аккумуляторах исследуется довольно интенсивно [10]. Значительно хуже исследуется тепловой разгон в свинцово-кислотных аккумуляторах [12].

Щелочные аккумуляторы устанавливаются во многие системы повышенной опасности: самолеты, железнодорожный транспорт и т.д. По нашему мнению, отсутствие исследований теплового разгона в щелочных аккумуляторах можно объяснить следующими причинами. Во-первых, явление теплового разгона очень редкое. Оно не представляет ежедневную опасность для систем, содержащих аккумуляторы. Поэтому изготовители аккумуляторов не вкладывают в исследование этого явления значительных финансовых средств. Во-вторых, механизм теплового разгона кажется многим исследователям очевидным [9]. Однако до сих пор нет ни прямых экспериментальных доказательств этого механизма, ни его искусственного воспроизведения.

В наших более ранних работах [2–6, 13–15] было показано, что тепловой разгон в никель-кадмиевых (НК) аккумуляторах связан с выделением большого количества водорода. В работах [7, 8], используя термическое разложение электродов, было доказано, что еще до теплового разгона, водород присутствует в электродах НК аккумуляторов. В данной работе исследуется количество водорода в электродах НК аккумуляторов в зависимости от срока их эксплуатации.

Теоретически водород может появиться в электродах НК аккумуляторов двумя пу-

тями. Во-первых, вследствие технологических процессов при изготовлении электродов. В этом случае водорода в электродах новых аккумуляторов должно быть столько же или больше, чем в аккумуляторах со значительным сроком эксплуатации. Во-вторых, в процессе работы аккумуляторов. Водород может накапливаться в электродах аккумуляторов вследствие разложения электролита. Например, при эксплуатации аккумулятор KSL-15 заряжается током 3,8 А в течение 6 часов. Поэтому, данный аккумулятор перезаряжается в 1,52 раза по сравнению с его номинальной емкостью. Следовательно, при заряде аккумулятора KSL-15 около 7,8 Ач расходуется на выделение водорода и кислорода вследствие разложения электролита.

Таким образом, расчеты показывают, что водород может накопиться в электродах НК аккумуляторов в процессе их длительной эксплуатации. В этом случае количество водорода в электродах должно зависеть от срока эксплуатации НК аккумуляторов. Цель данной работы состоит в исследовании количества водорода в электродах НК аккумуляторов при различных сроках их эксплуатации.

Материалы и методы исследования

Для проведения экспериментов были отобраны аккумуляторы KSL-15 (с металлокерамическими электродами) и сроком эксплуатации от 0 до 7,5 лет и аккумуляторы KPL-14 (с ламельными эдектродами) и сроком эксплуатации от 0 до 10 лет.

Герметическая термокамера для терморазложения электродов представляет собой трубу длиной 1,8 м и диаметром 2 см. Один конец трубы был запаян, а в другой конец вставлялась резиновая пробка с трубкой для отвода газа [6]. Запаянный конец трубы помещался в муфельную печь. Выделяющийся при нагревании в термокамере газ поступал в измерительную емкость, предварительно проходя через стандартный змеевик. Электрод перед терморазложением сначала помещался в картридж, а затем картридж помещался в термокамеру. Это позволяло легко извлекать электрод из термокамеры после терморазложения.

Разложение электродов проходило при температуре 800 °С. Данная температура была выбрана из предварительных экспериментов. Было установлено, что при температурах более 740°С начинается значительное выделение газа для обоих электродов. Таким образом, температура 800 °С была выбрана как оптимальная.

Когда суточное выделение газа было менее 100 мл, термическое разложение электрода прекращалось. Например, термическое разложение кадмиевого электрода аккумулятора KSL-15 происходило в среднем 12 дней, а оксидно-никелевого электрода в среднем 14 дней, по 11 часов в сутки. При этом из кадмиевого электрода в первые дни выделялось по 3,5 л водорода, а из оксидно-никелевого электрода по 5,5 л водорода.

Для определения количественного состава выходящего газа использовался газоанализатор ООГ-2М. Результаты проведенных экспериментальных исследований представлены в табл. 1 и 2 для аккумуляторов KSL-15 и KPL-14 соответственно. Термическому разложению подвергался один электрод. При этом он предварительно сворачивался в трубку и помещался в картридж а затем в термокамеру.

При температурном разложении электродов новых аккумуляторов KSL-15 выделяется около 160–190 мл смеси водорода и воздуха. Однако при нагревании пустой тепмокамеры в измерительную емкость также поступает воздух вследствие его расширения в самой термокамере (примерно 130–170 мл). Таким образом, очень сложно установить момент выделения водорода из электродов и поступления его в измерительную емкость. Поэтому объем газа в 170 мл при первоначальном терморазложении электродов мы удаляли из установки. То есть этот объем определяет точность измерения накопленного в электродах водорода.

Выделившийся в результате терморазложения оксидно-никелевого и кадмиевого электродов газ был проанализирован с помощью газоанализатора ООГ-2М. Анализ показал, что выделившийся газ это только водород. Абсолютная ошибка процентной концентрации 0,3–0,5.

Результаты исследования и их обсуждение

Из табл. 1 и 2 видно, что количество водорода в электродах НК аккумуляторов увеличивается с возрастанием срока их эксплуатации. Однако после пяти лет эксплуатации количество водорода в электродах не увеличивается, т.е. количество водорода в электродах достигает стадии насыщения. Следует отметить, что в электродах новых НК аккумуляторов водород вообще отсутствует. Таким образом, проведенные экспериментальные исследования (табл. 1 и 2) однозначно доказывают, что в процессе эксплуатации НК аккумуляторов в их электродах накапливается водород.

Таблица 1

Среднее количество накопленного водорода в оксидно-никелевом и кадмиевом электродах аккумуляторов KSL-15 при различных сроках эксплуатации

Номер аккумулятора	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Срок службы, лет	Новый	1	1,5	3,5	4	5	5,5	6	7,5
Количество газа, выделившегося из оксидно-никелевого электрода, л	0	13	16,7	26,3	29,9	32	31,5	31,6	31,9
Количество газа, выделившегося из кадмиевого электрода, л	0	11	12,8	16,1	18,7	20	19,5	19,5	19,8

Таблица 2

Среднее количество накопленного водорода в оксидно-никелевом и кадмиевом электродах аккумуляторов KPL-14 при различных сроках эксплуатации

Номер аккумулятора	1	2	3	4	5	6	7	8
Срок службы, лет	Новый	1	2	4,8	6	7	8	10
Количество газа, выделившегося из оксидно-никелевого электрода, л	0	19,9	30,9	37	36,9	37,1	36,8	36,9
Количество газа, выделившегося из кадмиевого электрода, л	0	7,7	17,2	26,1	25,9	26,1	25,8	25,9

Примечание. Относительная ошибка данных в табл. 1 и 2 составляет 5–6 %.

В электродах аккумуляторов со сроком эксплуатации более пяти лет накапливается большое количество водорода. Например, в аккумуляторе KSL-15 содержится 5 кадмиевых и 6 оксидно-никелевых электродов. Таким образом, в аккумуляторе KSL-15 (табл. 1) содержится примерно 292 л водорода. В аккумуляторе KPL-14 содержится 4 кадмиевых и 5 оксидно-никелевых электродов. Следовательно, в одном аккумуляторе KPL-14 (табл. 2) содержится примерно 289 л водорода. Данные значения соответствуют значениям, полученным ранее для других видов НК аккумуляторов [6-8].

Расчеты показывают, что это количество водорода НК аккумуляторы вполне могли накопить в процессе эксплуатации. Аккумуляторы KSL-15 при заряде перезаряжаются в 1,52 раза по сравнению с их номинальной емкостью, что необходимо для их полного заряда. Следовательно, при заряде примерно 7,8 А×ч расходуется на выделение водорода и кислорода из-за разложения электролита. Следовательно, при заряде аккумулятора KSL-15 выделяется 3 литра водорода и 1,5 литра кислорода. Поэтому, 292 литра водорода обнаруженные в электродах аккумуляторов KSL-15 при их термическом разложении могут быть получены за 98 циклов заряда-разряда. Однако аккумулятор KSL-15 проходит в двенадцать раз больше циклов заряда-разряда к концу своего срока эксплуатации. Поэтому, аккумулятор KSL-15 может накопить 292 литра водорода.

Аккумулятор KPL-14 заряжается током 2,5А в течение 10 часов. Следовательно, найденное количество водорода, в результате терморазложения электродов (табл. 2), аккумулятор KPL-14 мог бы накопить всего за 67 зарядно-разрядных циклов.

Следует отметить, что при разложении электролита выделяется водород и кислород. Однако эксперименты (табл. 1 и 2) показывают, что кислород не накапливается в электродах, а водород накапливается. Причем в водород накапливается как в оксидно-никелевом, так и в кадмиевом электродах в больших количествах. Это является следствием того, что водород имеет высокую диффузионную проницаемость. Например, коэффициент диффузии водорода в никеле приблизительно в 10^{10} раз выше, чем коэффициент диффузии кислорода при температуре 20 °С [1]. Таким образом, при разложении электролита на водород и кислород только водород проникает в электроды и накапливается в них, а кислород выходит в атмосферу. В нашей более ранней работе [8] было показано, что в никелевой матрице оксидно-никелевого электрода гравиметрическая емкость водорода может достигать 21 мас. %. Данное значение гравиметрической емкости превышает в три раза все ранее полученные значения, с использованием традиционных методов, для любых обратимых металлогидридов, включая комплексные гидриды и гидриды магния [1, 11].

Согласно общепринятому механизму теплового разгона, он происходит по следующему сценарию [9]. В случае длительного перезаряда аккумуляторов при постоянном напряжении или при их работе в буферном режиме происходит их нагрев. Это приводит к уменьшению внутреннего сопротивления аккумуляторов, и, следовательно, будет увеличиваться ток подзаряда, что в свою очередь увеличивает нагрев и т.д. Таким образом, тепловой разгон является результатом положительной обратной связи между током и температурой аккумуляторов во время их заряда при постоянном напряжении.

В наших предыдущих работах [2–6] было показано, что существует множество экспериментальных данных, которые противоречат этому механизму термического разгона. Например согласно общепринятому механизму теплового разгона, он происходит за счет энергии поступающей от зарядного устройства, так как считается, что тепловой разгон связан с ускорением известных электрохимических реакций – заряда аккумуляторов и разложение электролита (так как тепловой разгон происходит при длительном перезаряде аккумулято-

ров). Однако прямые экспериментальные исследования показали, что при тепловом разгоне выделяется примерно в 140 раз больше энергии, чем в это же время аккумулятор получает от зарядного устройства [2]. На основании всех имеющихся экспериментальных данных в работе [3] было доказано, что тепловой разгон связан с мощной экзотермической реакцией, рекомбинации атомарного водорода протекающей внутри аккумуляторов

$$H_{adsCd} + H_{adsNi} \rightarrow H_2 \uparrow, \quad (1)$$

по электрохимическому механизму

$$H_2O + H_{ads} + e^- \rightarrow H_2 \uparrow + OH^- \text{ (на катоде)},$$

$$H_{ads} + OH^- \rightarrow H_2O + e^- \text{ (на аноде)}.$$

Реакция (1) является мощной экзотермической реакцией с выделением 436 кДж/моль (водорода) [1]. Данное тепловыделение больше, чем при реакции горения водорода в кислороде 285,8 кДж/моль (водорода).

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O. \quad (2)$$

Согласно механизму теплового разгона, предложенному в работах [2–6], два процесса накопления постепенно подводят аккумулятор к тепловому разгону. Во-первых, процесс накопления водорода в электродах аккумуляторов в процессе их эксплуатации. Во-вторых, накопление дендритов на кадмиевом электроде. Проросший через сепаратор дендрит резко сокращает расстояние между электродами, и, следовательно, в этом месте пропорционально возрастает плотность тока заряда и температура электрода. Это приводит к возрастанию в этом месте мощности электрохимической реакции теплового разгона (1), так как лимитирующей стадией для этой реакции является скорость разложения металлогидридов, которая возрастает пропорционально температуре электрода [3, 4].

Таким образом, выполненные в данной работе экспериментальные исследования показывают, что в НК аккумуляторах как с металлокерамическими электродами, так и с ламельными электродами выполняется одно из необходимых условий для возникновения явления теплового разгона. Однако определение вероятности теплового разгона в аккумуляторах с различными электродами требует дополнительных экспериментальных и теоретических исследований.

Выводы

При заряде аккумуляторов водород выделяется на кадмиевых электродах. Тем не менее согласно данным экспериментальных исследований (табл. 1 и 2) водород, накапливаясь как в кадмиевых, так и в оксидно-никелевых электродах. В аккумуляторе KSL-15 плотная упаковка спеченных электродов. Таким образом, водород, выделяясь на кадмиевых электродах, легко может попадать на оксидно-никелевые электроды и накапливаться в них. В аккумуляторах большой емкости ламельные электроды расположены свободно. Однако эксперименты показывают, что водород, выделяясь на кадмиевых электродах, достигает оксидно-никелевые электроды и накапливается в них. Таким образом, и в аккумуляторах со свободным расположением электродов водород накапливается как в кадмиевых так и оксидно-никелевых электродах. Данный факт требует отдельных как экспериментальных, так и теоретических исследований.

Работа выполнена в рамках гранта МК-4969.2016.8.

Список литературы

1. Broom D.P. Hydrogen storage materials the characterisation of their storage properties. – London: Springer-Verlag, 2011.

2. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N. The mechanism of thermal runaway in alkaline batteries // J. Electrochem. Soc. – 2015. – Vol. 162. – Is.4. – P. A749–A753.

3. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N. Study of thermal runaway electrochemical reactions in alkaline batteries // J. Electrochem. Soc. – 2015. – Vol. 162. – Is.10. – P. A2044–A2050.

4. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Causes analysis of thermal runaway in nickel-cadmium accumulators // J. Electrochem. Soc. – 2014. – Vol. 161. – Is. 9 – P. A1360–A1363.

5. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Probability investigation of thermal runaway in nickel-cadmium batteries with sintered, pasted and pressed electrodes // Int. J. Electrochem. Sci. – 2015. – Vol. 10. – P. 6645–6650.

6. Galushkin D.N., Yazvinskaya N.N., Galushkin N.E. Investigation of the process of thermal runaway in nickel-cadmium accumulators // Journal of Power Sources. – 2008. – Vol. 177. – Is. 2. – P. 610–616.

7. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin, D.N. Ni-Cd batteries as hydrogen storage units of highcapacity // ECS Electrochem. Lett. – 2013. – Vol. 2. – Is. 1. – P. A1–A2.

8. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Oxide-nickel electrodes as hydrogen storage units of high-capacity // Int. J. of Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39. – Is. 33. – P. 18962–18965.

9. Guo Y. SAFETY | Thermal Runaway, Encyclopedia of Electrochemical Power Sources. – Amsterdam: Elsevier, 2009. – P. 241–253.

10. Lee S.J., Lee C.Y., Chung M.Y., Chen Y.H., Han K.C., Liu C.K., Yu W.C., Chang Y.M. // Int. J. Electrochem. Sci. – 2013. – Vol. 8. – P. 4131.

11. Sakintuna B., Lamari-Darkrim F., Hirscher M. // Int. J. Hydrogen Energy. – 2007. – Vol. 32. – P. 1121.

12. Torabi F., Esfahanian V. // J. Electrochem. Soc. – 2011. – Vol. 158. – P A850.

13. Yazvinskaya N.N., Galushkin N.E., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Analysis of thermal runaway aftereffects in nickel-cadmium batteries // Int. J. Electrochem. Sci. – 2016. – Vol. 11. – P. 10287–10295.

14. Yazvinskaya N.N., Galushkin N.E., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Study of effect of batteries capacity on probability of thermal runaway occurrence// Int. J. Electrochem. Sci. – 2016. – Vol. 11. – P. 8163–8168.

15. Yazvinskaya N.N., Galushkin N.E., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Probability investigation of thermal runaway in nickel-cadmium batteries with pocket electrodes // Int. J. Electrochem. Sci. – 2016. – Vol. 11. – P. 5850–5854.

УДК 338.46

АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕНОВАЦИИ ЗДАНИЙ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

[1]Бабенко Г.В., [2]Лукин М.В.

[1]Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, e-mail: lukor@list.ru;

[2]Университет профессиональных квалификаций в строительстве и промышленности, Санкт-Петербург, e-mail: lukor@list.ru

Рассматриваются проблемы проведения реновации физически и морально изношенных зданий и кварталов застройки, решаемые в различных странах мира. Классифицированы методы проведения работ по преобразованию разных видов городских зданий (в том числе консервации, реконструкции, реставрации и реновации), каждый из которых имеет свою специфику и область применения, а также основные риски их использования. Приведены примеры решения актуальной для многих стран (в том числе России) проблемы реновации панельных зданий средней этажности. Уделено внимание анализу концептуальных основ проведения данной работы, вопросам финансирования воспроизводства жилищного фонда, применению государственных и муниципальных программ. Авторами подчеркнуты специфические моменты и сформулированы выводы, касающиеся применения подобных подходов в крупных городах Российской Федерации, на этапе их агломерационного развития.

Ключевые слова: градостроительство, реновация, воспроизводство жилищного фонда, налоговые льготы, государственные программы, городские агломерации

ANALYSIS OF WORLD TENDENCIES AND FOREIGN EXPERIENCE OF ECONOMIC PROVIDING SOLUTION OF TASKS OF RENOVATION OF BUILDINGS OF CITY AGGLOMERATIONS

[1]Babenko G.V., [2]Lukin M.V.

[1]St. Petersburg State Economic University, St. Petersburg, e-mail: lukor@list.ru;

[2]University of professional qualifications in construction and the industry, St. Petersburg, e-mail: lukor@list.ru

Problems of carrying out renovation physically and morally worn-out buildings and quarters of building, solved worldwide are considered. Work methods are classified by transformation of different types of city buildings (including preservation, reconstruction, restoration and renovation), each of which has the specifics and a scope, and also the main risks of their use. Examples of the decision urgent for many countries (including Russia) problems of renovation of panel built buildings of average number of storeys are given. The attention is paid to the analysis of conceptual bases of carrying out this work, questions of financing of reproduction of a housing stock, application of the state and municipal programs. Authors emphasized the specific moments and the conclusions concerning application of similar approaches in the large cities of the Russian Federation at a stage of their agglomerative development are formulated.

Keywords: town planning, renovation, reproduction of a housing stock, tax benefits, state programs, city agglomerations

В мировой практике сложилось несколько подходов (стратегий), заключающихся в решении комплекса сложных задач, касающихся консервации, реконструкции, реставрации и реновации зданий.

Терминология используемых для данной категории методов, каждый из которых имеет свою специфику и область применения, а также основные риски использования данных методов представлены ниже в табличной форме (таблица).

В том случае, если здания и сооружения различного типа относятся к категории объектов культурного наследия, они попадают под защиту государства и в их отношении используются методы консервации, ремонта, реконструкции и реставрации зданий, реализуемые в виде проектов, выполняемых преимущественно на бюджетной основе. Другой формой финансового обеспечения работ по консервации и реставрации объектов исторического наследия, помимо государственных программ и проектов, является передача подобных зданий в рамках государственно-частного партнерства в аренду предпринимателям с установлением на договорной основе условий их эксплуатации и выполнения требований по сохранности зданий.

Для зданий, не представляющих исторической ценности (архитектурной, событийной и т.п.), целесообразно, на опре-

деленном этапе жизненного цикла зданий или в отношении целого комплекса зданий принять обоснованное решение по поводу сноса застройки (с последующим использованием освобожденной территории) или, в виде альтернативы, использовать метод *реновации здания*.

Анализ источников показывает, что опыт застройки городов панельными зданиями, требующими через 40–50 лет эксплуатации принятия мер по их сносу или реновации, накоплен многими странами мира [1, 5, 6]. В Европе, включая СССР, стимулом для строительства на типовой основе крупнопанельных домов массовых серий средней этажности (4–5 этажей) без значительных претензий к качеству жилья, в том числе к его долговечности, послужил жилищный кризис, обусловленный последствиями Второй мировой войны и вследствие демографического роста населения. Данная тенденция, в частности, проявилась в таких странах, как Германия (как ФРГ, так и ГДР), Франция, Швеция, Дания, Финляндия, Польша, Чехословакия и др.). В этих странах в период активного строительства данных домов (в 1960-е гг.) их доля составляла в среднем 50–70 % от всех застроек [1, 6].

Однако примерно к началу 1990-х гг. панельные здания стали терять свою привлекательность, как по своему внешнему облику, так и по уровню норм проживания, качества коммунального обеспечения и пр. В связи с этим возникла потребность в проведении работ по реконструкции и реновации данных зданий, которая в большинстве стран была завершена в течение одного-полутора десятилетий, а в России продолжается до настоящего времени. Вместе с тем единственным положительным фактором, связанным с данной застройкой, что касается и российских микрорайонов, явилась их удобная открытая планировка и достаточно комфортная инфраструктура территории, которую в настоящее время нередко рассматривают в качестве предтечи появления концепции комплексного освоения территории (КОТ).

Следует отметить, что существенным фактором, обеспечивающим решение задачи массовой реновации панельных зданий микрорайонов крупных городов, является поддержка государства, реализуемая путем применения целевых программ, обеспечивающих инвестирование проектов за счет предоставления субсидий, а также льгот физическим лицам по кредитованию и налоговым сборам.

Для российских условий интересен опыт объединенной Германии, в которой с 1993 г. стала на системной основе реализовываться государственная программа санации (реновации) зданий, временной лаг которой распространялся до 2010 г. Основным критерием для принятия одного из двух решений о последующей судьбе здания был выбран уровень физического износа зданий. Соответственно при значении данного показателя более 60 % принималось решение о сносе здания с возможным строительством на освободившейся территории новой постройки. Если данный показатель был меньше 60 %, то принималось решение о последующей реновации здания путем: надстройки дополнительных этажей, в том числе мансардных; расширения площади квартир на основе их перепланировки; создания новых мест общего пользования; утепления фасадов домов; модернизации системы теплоснабжения; установки стеклопакетов; внедрения систем энергосбережения и технологий централизованного учета коммунальных ресурсов. В результате реализации данной программы в течение 5 лет была проведена работа по реновации 2,7 млн квартир в панельных домах [6].

Ускоренному решению данной задачи в значительной степени способствовало сочетание финансирования программы из государственных и муниципальных фондов (в виде дотаций) с долевым вкладом собственников жилья (11 % от общей стоимости работ). В то же время долевому участию собственников способствуют льготные кредиты, устанавливаемые с учетом таких параметров, предоставляемые через специфическую для Германии форму – систему строительных сберегательных касс, созданную ранее еще в 1930-е гг. XX века. В основе деятельности данных строительных сберегательных касс лежит использование целевых жилищных займов, вносимых вкладчиками на протяжении определенного срока (около 5–6 лет), получающими, после накопления определенной суммы на счету, длительный льготный жилищный кредит. При этом фиксируются процентные ставки на взносы и кредит (около 5–6 % годовых). Дополнительно к кредитам данные сберегательные кассы имеют систему различных дотаций (премий), выделяемых для погашения кредитов с учетом уровня доходов и состава семьи вкладчиков [6].

Опыт Франции интересен системным подходом к формированию государственных и муниципальных программ воспроизводства жилищного фонда (то есть реновации) и применения в данной сфере различных форм государственно-частного партнерства. В частности, укажем на следующие виды программ, в основе выполнения которых лежит консолидация средств муни-

ципальных органов и частных инвестиций на паритетных началах, а также использование системы контрактных жилищных сбережений, позволяющих накапливать на счетах частных лиц до 400 тыс. евро и получать льготные кредиты на реновацию домовладений на сумму до 600 тыс. под 4,8% годовых, что на 4–5% ниже рыночных:

– *программа повышения качества жилья*, реализуемая на основе предоставления собственникам жилья субсидий (составляющих до 35% стоимости жилья) и льгот, идущих на реновацию жилого здания при выполнении домовладельцами ряда заранее оговоренных условий;

– *тематические социальные программы*, реализуемые путем предоставления собственникам жилья субсидий (составляющих до 70% стоимости жилья) при реновации зданий, позволяющих создать условия для развития социального предпринимательства;

– *программа предоставления собственникам жилья налоговых льгот* при проведении ими работ по реновации зданий;

– *программа, предусматривающая снос ветхого и аварийного жилья* с последующим новым строительством и компенсацией затрат собственников жилья на основе целевых субсидий [1].

Терминология основных понятий (консервации, ремонта, реконструкции, реставрации и реновации зданий)

№ п/п	Обозначение метода	Определение метода*	Основные риски применения метода
1	Консервация	Применительно к объектам культурного наследия обозначает комплекс научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, проводимых в целях предотвращения ухудшения состояния данных объектов (их облика и подлинных материалов), в том числе противоаварийных и защитных работ	Основной риск – возможная утрата объекта или его отдельных элементов
2	Ремонт	Означает совокупность мер, направленных на восстановление основных характеристик внешнего облика, декора, несущих конструкций и других элементов зданий	Основной риск – применение новых материалов, ухудшающих архитектурно-эстетические качества, физические характеристики (прочность и т.п.), экологичность объекта
3	Реконструкция	Заключается в полном или частичном воссоздании здания или его элементов. Минимизация риска обеспечивается за счет проведения ретроспективных историко-археологических, литературных и пр. изысканий, учета изменений окружающей среды	Основной риск – получение в результате работ так называемого «новодела», приводящего к фальсификации исторического здания, нарушению его исторической духовной составляющей
4	Реставрация	Заключается в проведении работ по частичному ремонту, восстановлению утраченных элементов и консервации отдельных элементов здания, позволяющих восстановить документально подтвержденный первоначальный или более поздний (в соответствии с обоснованным выбором) облик здания	Основные риски – длительность срока реставрации, высокая стоимость отдельных работ, риск замены (утраты) подлинного декора
5	Реновация	Используемая для объектов, не представляющих исторической ценности, переделка зданий (заключающаяся например, в добавлении этажности, улучшении конструкций, применении новых материалов и архитектурных решений, изменении функциональной фактуры и т.п.)	Основной риск – давление со стороны крупных девелоперских компаний, для которых снос с последующим развитием более выгоден и быстрее окупаем, по сравнению с реновацией

Примечание. *Источники, учитываемые авторами при определении отдельных методов: [3, 6–8].

В США, в условиях снижения масштабов деятельности собственной крупной промышленности (в режиме аутсорсинга, дислоцированном преимущественно в других странах), а также традиционной для этой страны высокой мобильности трудоспособного населения и соответствующего развития фонда арендного жилья, появилась проблема опустевших городов, отдельных кварталов и зданий. В этих условиях действует ряд федеральных программ, касающихся комплексной реновации жилых зданий. При этом используется шкала предварительного определения стоимости проведения подобных работ, нормированная на 25-летний жизненный цикл постройки. В основе финансирования большинства проектов формирования нового жилья лежит система государственного и частного ипотечного кредитования, в рамках которой, в частности, применяется форма предоставления социального жилья для льготных категорий граждан под низкие проценты на весь период их работы до достижения пенсии [10].

В Нидерландах в рассматриваемой сфере используются государственные и муниципальные программы реновации городской жилой застройки. В этих целях действует Фонд обновления городов, ежегодно финансируемый государством в размере около 500 млн долларов. Муниципалитеты формируют специальные программы ремонта и реновации зданий, предусматривающие утепление наружных стен, ремонт кровель (в том числе с использованием традиционных для этой страны покрытий, типа черепицы или тростника – в сельской местности), установку стеклопакетов, энергоэффективного освещения, ресурсосберегающих коммуникаций и т.п.

Скандинавские страны также широко практикуют применение государственных программ воспроизводства фонда жилья, в том числе за счет реновации зданий. В Швеции, например, полное возмещение затрат на реновацию жилья (как государственного, так и муниципального фонда), в совокупности с содержанием и обслуживанием жилищного фонда, осуществляется за счет дополнительной статьи квартирной платы, общий размер которой варьирует в пределах от 15 до 50% доходов семьи.

Опыт Финляндии в сфере воспроизводства жилищного фонда характеризуется приоритетной ориентацией на поддержку молодых семей. В частности, были установлены твердые ставки банковского кредита на приобретение молодыми семьями квартир под 3% годовых с рассрочкой платежей до 20–25 лет; а также снижен, с учетом количества детей, на 25–50% размер ипотечного кредита на приобретение жилья [10].

Китайский опыт характеризуется использованием масштабных программ преобразования жилищной сферы. За период с 1990 по 1995 г. было снесено более 5 млн м^2 ветхого жилья. Начиная с 1995 г. в стране началась реализация новой жилищной программы – «Национальный проект удобного жилья», ориентированной на продажу государственного жилья, реализуемого населению через предприятия, что позволило в основном решить проблему жилищного обеспечения населения со средним и низким уровнем доходов, а также плохими жилищными условиями. Выполнению данных программ способствовало одновременное создание в этой стране Фондов жилищных сбережений, формируемых на основе отчислений от заработной платы и доходов работодателей, а также использование системы скидок для льготных категорий граждан – молодых семей, преподавателей, пожилого населения и т.п. [4].

В Австралии и сопряженной с ней по нормам законодательства Новой Зеландии используется система предоставления населению специальными компаниями ипотечных кредитов в размере 70% стоимости жилья, сроком на 25 лет под 8,75% годовых. В целях ускорения принятия решений гражданами о приобретении недвижимости используется фонд, консолидирующий средства граждан для перспективного приобретения жилья [2].

Принципиальным вопросом, касающимся проведения работ по реновации зданий и соответствующего воспроизводства жилищного фонда, является применение различных форм стимулирования (инвестирования) данной сферы. К числу таких форм государственной поддержки относятся: субсидии; финансирование в рамках выполнения программ; финансирование в рамках договоров о государственно-частном партнерстве; льготирование по налогообложению при строительстве и реконструкции жилья.

Другим стимулом для реновации зданий и целых кварталов крупных городов явились тенденции, обусловленные развитием концептуальных основ *нового урбанизма*. В рамках данной концепции не только возникли новые форматы жилья (такие, как квартира-лофт; квартира-студия, апартаменты и т.п.), но и был реализован ряд проектов формирования самодостаточных новых жилых районов (характеризуемых наличием комфортной и экологичной среды обитания и полноценной, социальной и транспортной инфраструктуры), опреде-

ляющих полицентрический характер роста городских агломераций. К числу подобных проектов, реализованных в крупных городах Европы, можно, в частности, отнести: формирование (с 1980-х по 1990-е гг.) нового района Доклэндс, построенного на месте заброшенной портовой территории Лондона, преобразованной в комфортабельный общественный и деловой комплекс. За счет улучшения транспортной ситуации (строительства новой линии метрополитена), данный комплекс стал успешно конкурировать с деловым кварталом Сити.

В качестве одного из способов сохранения и использования объектов культурного наследия используется культурный и событийный туризм. Туризм способствует накоплению финансовых средств, полученных из таких источников, как: отельный и ресторанный бизнес, экскурсионная деятельность, создание сервисной среды и т.п. Здесь так же полезно использовать зарубежный опыт, дающий примеры благоустройства и преобразования городской среды, включая как исторические центры городов, так и высвобождаемые промышленные территории, которые в силу особенностей развития крупных городов нередко расположены на территориях, примыкающих к центральным районам.

В этой связи полезен учет опыта реновации Лондона, касающийся подготовки города к проведению Олимпиады 2012 г. В основу концепции изменений городской среды был положен принцип сохранения или точечной реновации кварталов и отдельных объектов, задействованных на период проведения Олимпийских игр с их последующим использованием. В частности, план предусматривал создание около 11,0 тыс. новых построек, в том числе жилого назначения, с террасами, выходящими на парки и речные каналы. Для сравнения, сопоставимые по своим культурно-историческим и туристическим возможностям мегаполисы Лондон и Санкт-Петербург разительно отличаются по созданию новых озелененных и оборудованных мест общественного пользования: при подготовке к Олимпиаде в Лондоне было создано около 100 таких мест, а в Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2030 г. таких объектов (при том, что город задействован в проведении Чемпионата мира по футболу в 2018 г.) таких мест планируется создать на порядок меньше [9].

Экономической составляющей подобных подходов к реновации городской среды выступает консолидация усилий государства (в виде государственных программ) и крупного бизнеса (инвесторов и рекламодателей) с последующей отдачей от прибыли, полученной от использования событийного туризма (туристов, болельщиков), а также эксплуатации ряда олимпийских объектов (стадионов, зданий «Олимпийской деревни» и др.).

Еще одной тенденцией реновации не только отдельных зданий или кварталов (микрорайонов), но и более обширных территорий, на которых реализуется как реновация физически изношенных строений, так и новое строительство, является использование мастер-плана развития города (городской агломерации). Этот инструмент, используемый, в частности, голландскими и датскими специалистами по градостроительному развитию, принципиально дополняет традиционный градостроительный план, поскольку строится на основе детально проработанных концептуальных положений, касающихся миссии города, перспективных трендов его развития, учета природно-ландшафтных детерминант и т.п.

Правда, следует отметить, что применение данного инструмента в российских условиях ограничивается по причине того, что он не является документом, применение которого регулируется соответствующими градостроительными законами. В этой связи можно упомянуть г. Пермь, где с помощью голландских консультантов был еще в 2010 г. разработан мастер-план перспективного развития данной городской агломерации, но позже со скандалом опротестованный властными структурами, как не соответствующий нормам законодательства [12].

Выводы

Проведенный анализ показал, что в экономически развитых странах средние расходы на реновацию зданий и соответствующее воспроизведение жилищного фонда составляют около 25% инвестиций (в основном государственных) и примерно эквивалентной суммы средств, внесенных населением [4]. При этом произошла переориентация инвестиций от нового строительства к поддержке действий по реконструкции и модернизации зданий жилищного фонда. В целом по экспертным оценкам доля инвестиций на реновацию составляет от 40 до 70%.

В российской практике зарубежный опыт реновации отдельных кварталов и зданий учитывается не в полной степени, по крайней мере с точки зрения нахождения наиболее экономичных решений и создания максимально комфортных условий для населения. Так, можно отметить, что

в Москве, в отличие от практики зарубежных стран (где акцент делается на выбор решения, удовлетворяющего требованиям оптимизации расходов и удобства для населения), принимается по своей сути безальтернативное решение об окончательном сносе пятиэтажек, выгодном только крупным строительным корпорациям [11].

Следует отметить, что в ряде западных стран практика государственной и муниципальной поддержки воспроизводства жилья, в том числе на базе реновации зданий, имеет системный характер. Для этих стран также характерен подход, связанный с детальным экономическим и гуманитарным обоснованием принятия решения о сносе или реновации конкретных зданий, что в российских условиях учитывается далеко не всегда, а вопрос решается в пользу интересов крупных строительных корпораций.

Вместе с тем укажем на то, что ряд задач, связанных с государственной поддержкой задач реновации и воспроизводства на этой основе жилого фонда, не может на данном этапе быть реализован вследствие более низкого уровня доходов российских граждан (обусловленного как масштабами страны, высоким уровнем транспортной и энергетической составляющих в конечной продукции, наличием кризисных явлений в экономике, недостаточно высоким уровнем производительности труда в ряде отраслей и т.п.).

Таким образом, зарубежный опыт решения задач реновации зданий жилого назначения и соответствующего воспроизводства жилого фонда может быть использован и в российских условиях с учетом специфики отечественной практики и перехода к новым концептуальным основам градостроительства, заключающимся в приоритетной ориентации на создание более комфортных условий проживания населения и повышению эколого-социально-экономической ценности городской среды.

Список литературы

1. Василенко И.А. Административно-государственное управление в странах Запада: США, Великобритания, Франция, Германия: Учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Издательская корпорация «Логос», 2001. – 200 с.

2. Вилисов М.В. Государственно-частное партнерство: политико-правовой аспект. – URL: www.rusrand.ru.

3. Гаццола П., Дайфуку Х., Коннели Э.А. и др. Консервация и реставрация памятников и исторических зданий [Текст] / Пер. с фр. Н.И. Суходрев и Ж.С. Розенбаума. – М.: Стройиздат, 1978. – 320 с.

4. Ефимова Л.И. Некоторые модели государственно-частных партнерств: тенденции и зарубежный опыт. – URL: www.eatc.ru.

5. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки города. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 208 с.

6. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города. Учеб. пособие для вузов. / Под ред. П.Г. Грабового, В.А. Харитонова. – М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект», 2005. – 624 с.

7. Реконструкция и реставрация храмов, церквей, исторических зданий. – URL: http://www.keetezh.ru/index/objects/memorials/rm.

8. СРП 2007.1 Свод реставрационных правил. Часть 1. Рекомендации о составе, порядке разработки, согласования и утверждения научно-проектной документации на выполнение производственных работ по сохранению объектов культурного наследия. Общие положения. – URL: http://skonline.ru/doc/52043.html.

9. Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2030 г. – URL: http://gov.spb.ru/gov/otrasl/c_econom/strategiya-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya-sankt-peterburga-do-2030.

10. Частно-государственное партнерство при реализации стратегических планов: практика и рекомендации. – СПб.: Международный центр социально-экономических исследований «Леонтьевский центр», 2005. – 188 с.

11. Щукин А. Пятиэтажкам объявлена война без правил // Эксперт, № 10, 6 марта 2017. – С. 13–18.

12. «К генплану относимся как к тряпке». Эксперты возмущены тем, что Пермь развивается не по утвержденной стратегии // ФедералПресс, 24.07.2015. – URL: http://archi.ru/press/russia/63653.

УДК 336.22

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЛОГОВЫХ ОРГАНОВ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

Билалова И.М., Мамедова А.Р.

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: billena20@gmail.com, aishat_mannarova@mail.ru

В статье приведены различные методики оценки эффективности деятельности территориальных органов Федеральной налоговой службы России. Проведен анализ налоговых поступлений в бюджет, который позволил оценить эффективность деятельности налоговых органов в Республике Дагестан. Статистический анализ налоговых поступлений заключается в сравнении плановых и фактических поступлений за несколько отчетных периодов и выполнялся на основе данных за 2014–2015 гг. по формам 1-НМ и 1-НОМ статистической налоговой отчетности по основным видам экономической деятельности. Методика оценки эффективности деятельности территориальных органов ФНС России содержит в себе 17 показателей, характеризующих деятельность налогового органа, каждый из них содержит определенную информацию. Эффективность работы налогового органа в данной методике определяется достижением планового показателя, на основе которого осуществляется распределение средств материального стимулирования.

Ключевые слова: налоговые органы, оценка эффективности, эффективность деятельности налоговых органов, методики оценки

EFFICIENCY EVALUATION OF ACTIVITIES OF TAX AUTHORITIES IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

Bilalova E.M., Mamedova A.R.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: billena20@gmail.com, aishat_mannarova@mail.ru

The article presents various methods for assessing the effectiveness of the activities of the territorial bodies of the Federal Tax Service of Russia. The analysis of tax revenues to the budget was carried out, which made it possible to assess the effectiveness of the activities of tax authorities in the Republic of Dagestan. Statistical analysis of tax revenues is a comparison of planned and actual receipts for several reporting periods and was performed on the basis of data for 2014–2015 on forms 1-NM and 1-NOM of statistical tax reporting for the main types of economic activity. The methodology for assessing the effectiveness of the territorial bodies of the Federal Tax Service of Russia contains 17 indicators characterizing the activities of the tax authority, each of which contains certain information. The effectiveness of the tax authority in this methodology is determined by the achievement of the target indicator, on the basis of which the distribution of means of material incentive is carried out.

Keywords: tax authorities, efficiency evaluation, efficiency of activities of tax authorities, assessment techniques

Непременным атрибутом осуществления экономической политики государства во все времена является налоговая система. Налог представляет собой обязательный, индивидуально безвозмездный, относительно регулярный и законодательно установленный государством платеж, уплачиваемый организациями и физическими лицами в целях финансового обеспечения деятельности государства и (или) муниципальных образований [9] Именно налоги являются основным источником доходов государства, а также дополнительным источником ресурсов для покрытия общегосударственных расходов на удовлетворение общественных потребностей. Налоги формируют доходную базу федерального, регионального и местного бюджетов любой развитой страны.

В соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации участниками налоговых правоотношений со стороны государства выступают соответствующие уполномоченные государственные и муниципальные органы местного самоуправления. При этом основным звеном налоговых правоотношений со стороны государства выступают налоговые органы [7].

Налоговые органы составляют единую централизованную систему контроля за соблюдением законодательства о налогах и сборах, за правильностью исчисления, полнотой и своевременностью внесения в соответствующий бюджет налогов и сборов и иных обязательных платежей [4]. Система налоговых органов в России построена в соответствии с административным и национально-территориальным делением РФ. Эта система состоит из четырёх компонентов (рис. 1):

1. Федеральная налоговая служба.
2. Межрегиональные инспекции ФНС России:
   - по федеральным округам (9 округов);
   - по крупнейшим налогоплательщикам;
   - по централизованной обработке данных.
3. Управления ФНС России по субъектам РФ, в которые входят инспекции ФНС России в субъектах РФ.
4. Городские, районные и межрайонные инспекции ФНС России [5].

Рис. 1. Структура Федеральной налоговой службы России

От результатов деятельности налоговых органов зависит, будут ли реализованы запланированные государством программы и проекты, в связи с чем в настоящее время актуализируется необходимость оценки деятельности налоговых органов.

В настоящее время в налоговых органах используется методика, разработанная в 2007 г., которая направлена на создание единого механизма оценки результатов эффективности деятельности территориальных органов ФНС России, их структурных подразделений, эффективности работы федеральных государственных гражданских служащих и качества исполнения ими должностных обязанностей.

Показатели, которые входят в методику оценки эффективности деятельности территориальных органов ФНС России, подразделяются на следующие группы:

– количественные показатели – показатели для оценки эффективности деятельности территориальных органов ФНС России на период, которые рассчитываются на основании статистической отчетности, формируемой налоговым органом, с использованием имеющихся программных комплексов, позволяющих сформировать количественные данные, используемые в алгоритме расчета. Такие показатели имеют количественную оценку;

– аналитические показатели – показатели, не поддающиеся количественной оценке, оцениваются на основании проведенного анализа, полученных выводов, заключений, обзорных писем, служебных записок, а также других факторов.

Показатели, выделенные в данной методике, направлены на то, чтобы учитывать различные направления деятельности налоговых органов, результаты оценки которых формируют систему материального стимулирования, позволяют отслеживать проблемные зоны и повышать уровень управляемости налоговыми органами.

Методика оценки эффективности деятельности территориальных органов ФНС России содержит в себе 17 показателей, характеризующих деятельность налогового органа, каждый из них содержит определенную информацию. Но, к сожалению, отсутствует обобщающий показатель, позволяющий учитывать вклад каждого отдела.

Эффективность работы налогового органа в данной методике определяется достижением планового показателя, на основе которого осуществляется распределение средств материального стимулирования. Отчетным периодом оценки эффективности деятельности налоговых органов считается квартал [1].

Регламентирует использование методики расчета качественных показателей для оценки эффективности деятельности руководителя Федеральной налоговой службы приказ Федеральной налоговой службы от 22 февраля 2013 г. № ММВ-7-12/95@. Эта

методика содержит в себе качественные показатели деятельности налогового органа, определение значений которых основывается на результатах социологического исследования. Социологическое исследование ежегодно организуется Федеральной налоговой службой и проводится в форме массового анкетного опроса [10].

Анализ отечественной литературы по налогообложению знакомит нас с авторскими методиками А.Т. Щербинина и Г.Н. Карташовой. По методике А.Т. Щербинина для комплексной оценки эффективности работы налогового органа предлагается использовать коэффициент начисления налогов, который рассчитывается как доля налогов в общей сумме начислений [6]. Данный показатель позволяет учесть характер взаимоотношений налоговых органов с налогоплательщиками и дать комплексную характеристику их работы. Однако методика А.Т. Щербинина не учитывает конечный результат взаимоотношений с налогоплательщиками – фактическую уплату налогов, сборов и других платежей в бюджетную систему РФ.

Г.Н. Карташова, разрабатывая концептуальные подходы к некоторым аспектам аналитической работы в сфере налогообложения, приходит к выводу, что в качестве объективного критерия, позволяющего оценить эффективность функционирования налоговой системы, можно использовать разность между ожидаемой и реально перечисленной в бюджет суммой налоговых платежей. Это так называемый резерв налогового потенциала для доначислений в бюджет при документальных проверках предприятий. Чем меньше величина такого «резерва», тем более успешной следует признать работу налоговой службы. Эффективность функционирования налоговой системы она считает целесообразным оценивать по тому, насколько полно налоговый потенциал превращается в реальные налоговые поступления. При этом автор методики не раскрывает способ формирования ожидаемой величины поступлений [2]. Таким образом, рассмотренные методики в большей степени являются теоретическими разработками и практическое применение их в деятельности налоговых органов затруднительно [3].

Так же для оценки эффективности деятельности налоговых органов осуществляется статистический анализ налоговых поступлений, который предполагает сравнение плановых и фактических поступлений за несколько отчетных периодов.

Далее проведем анализ налоговых поступлений в бюджет, который позволит оценить эффективность деятельности налоговых органов в Республике Дагестан [8]. Динамика налоговых поступлений за 2008–2015 гг. (рис. 2) отражает рост, за исключением 2009 г., причиной спада которого связана с мировым экономическим кризисом.

Статистический анализ налоговых поступлений выполняется на основе данных за 2014–2015 годы по формам 1-НМ и 1-НОМ статистической налоговой отчетности по основным видам экономической деятельности, размещенные на официальном сайте Федеральной налоговой службы РФ (табл. 1) [8] Данные, представленные в отчетах, приводятся в тысячах рублей без десятичных знаков.

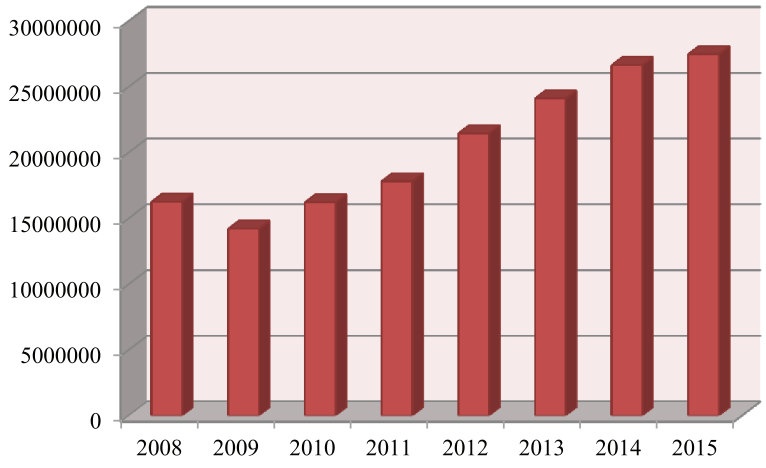


Рис. 2. Динамика налоговых поступлений в Республике Дагестан

Таблица 1

Анализ налоговых поступлений в Республике Дагестан за 2014–2015 гг.

№ п/п	Наименование налогов	Факт 2014	План на 2015	Факт на 2015	% выполнения за 2015	Отклонение факта 2015 от плана 2015	Прирост факта 2015 к факту 2014	Рост факта 2015 к факту 2014 (%)	Рост плана 2015 к факту 2014
1	Федеральные налоги и сборы	21684742	12332485	22272890	180,6	9940405	588148	102,7	– 9352257
2	Региональные налоги	2984940	3952293	3126413	79,1	– 825880	141473	104,7	967353
3	Местные налоги	1022899	1014409	927266	91,4	– 87143	– 95633	90,65	– 8490
4	Иные налоги	951063	1152841	1162543	100,8	9702	211480	122,2	201778
	Итого	26643644	18452028	27489112	148,9	9037084	845468	103,1	– 8191616

Таблица 2

Поступления по федеральным налогам и сборам за 2014–2015 гг. в Республике Дагестан

№ п/п	Наименование налогов	Факт2014	Факт 2015	Прирост факта 2015 к факту 2014	Рост факта 2015 к факту 2014 (%)
1	Налог на прибыль организаций	3169521	2432112	– 737409	76,7
2	НДФЛ	11704613	11483345	– 221268	98,1
3	НДС	2241879	3766948	1525069	168,0
4	Акцизы по подакцизным товарам	3592683	3426767	– 165916	95,3
5	НДПИ и биоресурсы	829788	1008305	178517	121,5
6	Госпошлина и прочие	146258	155413	9155	106,2
	Итого	21684742	22272890	588148	102,7

Так из табл. 1 видно, что плановые задания за 2015 г. по Республике Дагестан были определены в следующих объёмах:

– федеральные налоги и сборы – 12332485 тыс. руб.

– региональные налоги – 3952293 тыс. руб.

– местные налоги – 1014409 тыс. руб.

– иные налоги – 1152841 тыс. руб.

Фактические налоговые поступления по всем видам налогов в 2014 г. составили 26643644 тыс. руб. План в 2015 г. относительно факта в 2014 г. был определён с уменьшением на сумму 8191616 тыс. руб., однако фактически поступления в 2015 г. составили 27489112 тыс. руб., то есть план за 2015 год был перевыполнен на 48,9%.

На 2014–2015 гг., несмотря на сложную экономическую ситуацию, показатели по сборам налогов растут: за 2015 г. в бюджет поступило 27489112 тыс. руб., и эта цифра превышает на 3,1% аналогичный период за 2014 г.

Поступления по федеральным налогам и сборам за 2014–2015 гг. по видам налогов представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, в 2015 г. наблюдается уменьшение поступлений по налогам на прибыль организаций, НДФЛ и акцизам по подакцизным товарам, но за счет того, что возросли поступления НДС – на 68%, НДПИ – на 21,5%, госпошлина и прочие – на 6,2%, наблюдается абсолютный прирост факта за 2015 г. относительно факта в 2014 г.– на 588148 тыс. руб., что составило 102,7%.

В табл. 3 представлены поступления региональных налогов в 2014–2015 гг.

По региональным налогам факт в 2014 г. составляет 2981495 тыс. руб., а факт за 2015 г. 3122332 тыс. руб., наблюдается абсолютный прирост – 140837 тыс. руб., что составило 104,7%. Видно увеличение поступлений по транспортному налогу на 74,4%.

Как видно, в целом за рассматриваемый период наблюдается прирост фактических налоговых поступлений за 2015 г. относительно факта за 2014 г. практически по всем видам налогов. Однако план налоговых поступлений по региональным и местным налогам за 2015 г. выполнен не был.

Таблица 3

Поступления по региональным налогам за 2014–2015 гг. в Республике Дагестан

№ п/п	Наименование налогов	Факт2014	Факт 2015	Прирост факта 2015 к факту 2014	Рост факта 2015 к факту 2014 (%)
1	Налог на прибыль	2811199	2825355	14156	100,5
2	Транспортный налог	170296	296977	126681	174,4
	Итого	2981495	3122332	140837	104,7

В деятельности налоговых органов Российской Федерации за последние годы наблюдается прирост налоговых поступлений. От эффективной деятельности их зависит реализация запланированных государством программ и проектов, улучшение экономического благополучия и финансовой безопасности государства, в связи с этим и возникает необходимость оценки деятельности налоговых органов.

Список литературы

1. Аристархова М.К., Шеина А.Ю. Концепция оценки деятельности налоговых органов // Экономика и управление: Научно-практический журнал. – 2015. – № 2. – С. 79–83.

2. Васильева М.В. Оценка эффективности контрольно-проверочной работы налоговых органов / М.В. Васильева // Управленческий учет. – 2011. – № 4. – С. 66–73.

3. Гузаиров М.Б., Аристархова М.К., Кузьмина Е.А. Совершенствование оценки эффективности деятельности налоговых органов // Вестник МГОУ. Серия «Экономика». – 2011. – № 4. – С. 46–51.

4. Дмитриева Н.Г. Налоги и налогообложение в Российской Федерации: Учебник для вузов / Н.Г. Дмитриева, Д.Б. Дмитриев – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 512 с.

5. Куницин Д.В. Налоговое администрирование: Учебное пособие / Д.В. Куницын, Д.А. Черненко – Новосибирск: СибАГС, 2010. – 224 с.

6. Куницын Д.В., Синицына Е.С., Худяева Л.А. Методики оценки эффективности деятельности налоговых органов: виды, особенности, проблемы использования и пути совершенствования // Сибирская финансовая школа. – 2004. – № 3(52). – С. 69–74.

7. Налоги и налогообложение: Учебник – Курск: Региональный финансово-экономический институт, 2010. – 356 с.

8. Официальный сайт ФНС России [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nalog.ru/rn05/related_activities/statistics_and_analytics/forms/ (дата обращения: 11.12.16).

9. Пансков В.Г. Налоги и налогообложение в Российской Федерации: Учебник для вузов / В.Г. Пансков – М.: МЦФЭР, 2006. – 592 с.

10. Приказ Федеральной налоговой службы от 22 февраля 2013 г. № ММВ-7-12/95@ «Об утверждении методик расчета значений показателей для оценки эффективности деятельности руководителя Федеральной налоговой службы по созданию благоприятных условий ведения предпринимательской деятельности» [Электронный ресурс]. // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70221718/#ixzz4T7s4oqOz (дата обращения: 07.12.16).

УДК 331.446.4

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ С РАЗВИТИЕМ ТУРИСТСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА

[1]Бушуева И.П., [2]Климова Т.В.

[1]ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», Новосибирск, e-mail: irina_lyarskaya@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Сибирский институт управления – филиал РАНХиГС», Новосибирск, e-mail: udacha-54@mail.ru

В статье приведен анализ основных направлений социальной политики Сибирского региона. Подтверждена взаимосвязь развития социальной инфраструктуры региона и развития предприятий туристической отрасли. Установлено, что целенаправленное создание благоприятных факторов, их использование для развития туристической отрасли на уровне конкретных регионов является одной из самых актуальных проблем управления туристско-рекреационной деятельностью. Показаны возможности применения программного подхода к развитию туризма в Сибирском федеральном округе на основе анализа государственной работы по реализации национальных проектов. Указаны направления реализации инвестиционных туристических проектов во взаимосвязи со стратегическими направлениями развития региона и социально-экономической политикой. Сделан вывод, что комплексное развитие туристического потенциала Сибирского региона невозможно в настоящее время без взаимной привязки к его социальной политике и стратегическим целям.

Ключевые слова: туризм, развитие туризма, региональные особенности туризма, социальная политика региона

INTERRELATION OF FUNCTIONING OF SOCIAL POLICY WITH DEVELOPMENT OF THE TOURIST ENTITIES IN THE REGION

[1]Bushueva I.P., [2]Klimova T.V.

[1]Federal State-funded Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State University of Economics and Management NSUEM, Novosibirsk, e-mail: irina_lyarskaya@mail.ru;

[2]Federal State-funded Educational Institution of Higher Education Siberian Institute of management – branch of Ranepa, Novosibirsk, udacha-54@mail.ru

The analysis of the main directions of social policy of the Siberian region is provided in article. The interrelation of development of a social infrastructure of the region and development of the entities of a tourist industry is confirmed. It is established that purposeful creation of advantage factors, their use for development of a tourist industry at the level of specific regions is one of the most urgent problems of management of tourist and recreational activities. Possibilities of application of program approach to tourism development in Siberian Federal District on the basis of the analysis of the state work on implementation of national projects are shown. The directions of implementation of investment tourist projects in interrelation with strategic directions of development of the region and social and economic policy are specified. The conclusion is drawn that complex development of tourist capacity of the Siberian region is impossible without mutual binding to its social policy and strategic objectives now.

Keywords: tourism, tourism development, regional features of tourism, social policy of the region

Согласно конституции РФ, развитие социальной сферы является приоритетным направлением государства. Современное состояние туризма как части экономики показывает, что необходимо усиливать конкурентные преимущества данной сферы, чему и была посвящена панельная сессия «Россия – выбор туриста: чего не хватает?» на прошедшем Международном инвестиционном форуме «Сочи-2016».

По словам участников сессии, Россия обладает достаточным потенциалом для развития туристической отрасли, однако в полной мере он еще не использован и присутствует значительная возможность для развития внутренних туристических услуг. В целях увеличения конкурентоспособности Российской Федерации как туристической дестинации следует реализовывать комплексный подход к управлению туристической отраслью. При этом следует учитывать необходимость соблюдения баланса интересов заинтересованных сторон, в частности государства, представителей бизнеса и населения рассматриваемого региона [9].

По словам руководителя Федерального агентства по туризму О. Сафонова: «Современный туризм – важнейшая сфера жизнеобеспечения деятельности человека, направленная на восстановление и развитие его физических, духовных и интеллектуальных сил. Каждый турист <…> находясь на отдыхе, обеспечивает своими деньгами три рабочих места, а в целом пять туристов в течение года создают одно новое рабочее место» [8, 1]. Следует также отметить, что почти каждое одиннадцатое рабочее место в мире относится сегодня к туристско-ре-

креационной отрасли. Причем туризм – это практически единственная сфера деятельности, где число занятого в ней населения растет каждый год вне зависимости от мировых кризисов и прочих внешних условий.

В контексте туристической деятельности социально-экономическая политика связана с решением таких задач, как повышение здоровья населения через повышение качества медицинского обслуживания населения; приумножение и развитие культурного и социального потенциала и наследия страны и ее регионов; создание единого культурного пространства, обеспечивающего преемственность традиций и национальных ценностей населению страны [5]. Данные задачи являются стратегическими, реализация которых возможна за счет устойчивого экономического роста, развития туристской индустрии, что суммарно повышает качество жизни населения.

В текущей ситуации развития Российской Федерации туризм считается одним из приоритетных направлений российской экономики, ориентированным на удовлетворение потребностей населения и рост качества жизни населения страны.

Согласно статье 3.3 Федерального закона № 49-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях совершенствования законодательства, регулирующего туристскую деятельность» от 02.03.2016 года [6], основные права органов местного самоуправления в части создания благоприятных условий для развития туризма сводятся:

– к внедрению мер по совершенствованию приоритетных направлений развития туризма на территориях муниципальных образований, в том числе социального, детского и самодеятельного видов туризма;

– содействию для развития благоприятных условий и беспрепятственного доступа туристов к туристским ресурсам, находящимся на территориях муниципальных образований, а также средствам связи, медицинской, правовой и иных видов неотложной помощи;

– организации и проведению туристических мероприятий на муниципальном уровне;

– участию в организации и проведении международных, всероссийских, межрегиональных, региональных и межмуниципальных туристических мероприятий;

– содействию в разработке и успешной работе туристических информационных центров на территориях муниципальных образований.

В условиях реализации региональной социальной политики развитие туристической деятельности должно рассматриваться как полифункциональный феномен, который включает в себя большое количество связанных между собой отраслей экономики, социальной и других сфер. Анализ ряда разработанных и принятых к исполнению региональных программ по развитию туристической сферы позволил выявить несколько важных направлений данной отрасли экономики. Так, в Сибирском федеральном округе сегодня возможно констатировать тенденцию формирования и сегментации туристической отрасли по направлениям и региональной специфике. Приоритетность развития делового и детского туризма наблюдается в республиках Хакасия и Бурятия, ориентация на молодежный вид отдыха – в Кемеровской и Новосибирской областях, развитие объектов туризма для отдыха людей старшего и пенсионного возраста – на Горном Алтае и т.д. Конечно, реализация всех перечисленных направлений требует специфических экономических условий, обусловленных спецификой той или иной целевой аудитории.

Кроме того, туризм играет весомую роль в решении общественных региональных задач, обеспечивая как становление и развитие малого бизнеса, так и подъем прибылей у различных слоев населения. Так как сфера туризма принадлежит к отраслям агрегирующего типа, то она, несомненно, оказывает стимулирующее влияние на становление и развитие смежных секторов экономики, таких как автотранспорт, услуги связи, услуги общественного питания, выпуск и реализация сельскохозяйственной продукции, народные промыслы и ремесло, пищевая индустрия, рекреация и развлечения и пр. При этом важной особенностью и отличием туризма от других секторов экономики является то, что туризм не влияет на ухудшение природных богатств, появление экологических проблем, а, напротив, некоторые туристические направления приводят к восстановлению природы, помогают в очистке водных ресурсов, способствуют росту популяции некоторых видов животного и водного мира. Также становление и развитие в регионе туристической отрасли способствует росту международного и межрегионального сотрудничества в этой сфере, увеличивает образовательный и культурный уровень населения региона, повышает уровень патриотизма.

В целях развития регионального туризма все большее количество субъектов Сибирского федерального округа указывают по потребность в формировании регионального туристического бренда как набора тех местных достопримечательностей, которые

демонстрируются приезжающим в первую очередь, и в целом делают продвижение региона на туристическом рынке более простым. Также помимо туристического бренда важным является значение бренда и маркетинга самой территории, то есть позиционирования местности как исключительно благоприятной не только для отдыха и жизни, но и ведения бизнеса. Таким образом, развитие туристических комплексов и сфер, их обеспечивающих (транспорта, средств размещения, экскурсионного сопровождения, рекреационного и спортивного досуга и пр.), будет способствовать как развитию туризма, так и территориальному развитию в целом.

Таким образом, региональный туризм является важным отраслевым направлением развития Сибирского федерального округа. Потенциал сибирских территорий позволяет эффективно развивать все виды туризма для различных категорий населения.

Развитие туризма как части социальной сферы, включающей различные отрасли народного хозяйства, связано с функционированием различных организаций, работающих в индустрии туризма. Г.И. Зорина подчеркивает, что специалисты по туризму в основном выделяют два направления туристской деятельности: туристскую индустрию и индустрию гостеприимства, каждая из которых включает специфические виды обслуживания [2, с. 18–23].

Таким образом, все организации, работающие в туризме, классифицируются на организации непосредственного обслуживания и косвенного обслуживания. Без предприятий науки, культуры, образования и других смежных областей, относящихся к косвенным, и других заинтересованных сторон невозможно развитие конкурентоспособного регионального туристского продукта.

Понятие «туристский регион» относится к категории «широких», означающих часть географической территории, активно вовлеченной в туристскую деятельность общества и организаций и обладающей туристским потенциалом. Сибирский федеральный округ обладает значительными туристско-рекреационными ресурсами. «Данный регион представлен уникальными природными комплексами: озеро Байкал, Телецкое озеро, многочисленные и разнообразные источники минеральных и термальных вод, запасы лечебных грязей в Республиках Алтай, Бурятия, Тыва и Хакасия, Алтайском и Забайкальском краях, лесными массивами, развитой гидрографической сетью, многочисленными памятниками истории, археологии и материальной культуры, живописными ландшафтами, разнообразными видами животных, а также территориями с благоприятными и относительно благоприятными климатическими условиями для рекреационных занятий» [2].

Одна из ключевых задач социальной политики Сибирского федерального округа – развитие и поддержание индустрии отдыха и туризма для жителей как самого региона, так и других территорий, а главная цель – обеспечение качественно иного уровня комфортности жизни через создание «средовых зон» (развлекательно-образовательных, торговых, инновационно-образовательных, рекреационных и других). Развитие таких средовых зон способно обеспечить приток в туристический регион трудовых ресурсов, будет положительно влиять на социальную инфраструктуру и обеспечивать комфортный уровень жизни.

Несмотря на существенные усилия в модернизации социальной сферы Сибирского федерального округа, данный сегмент все же еще не отвечает как принятым стандартам социально-экономического и технического прогресса, так и мировым требованиям. Принимая во внимание важность и значимость достойной и комфортной жизни населения региона, представляется, что совершенствование сферы туризма и различных форм рекреации станет успешно развиваться, если будет поддержано в рамках специальных национальных проектов.

Вспоминая успешную государственную работу над национальными проектами, которая началась еще в 2005 году с проектов по здравоохранению, образованию, программ развития села и жилищных программ, представляется, что эффективное развитие туристической отрасли возможно с учетом применения программного подхода к управлению. Тем более что на текущем этапе развития нацпроектов в Российской Федерации появился специальный орган – Совет при Президенте по стратегическому развитию и приоритетным проектам – главным направлением деятельности которого определено управление приоритетными проектами, направленными на структурные изменения в экономике и социальной сфере с целью повышения темпов роста [4].

Однако только государственной поддержки этой сферы деятельности недостаточно, совершенствование туристической отрасли следует рассматривать также как одно из приоритетных направлений повышения инвестиционной привлекательности Сибирского региона, причем инвестиционные проекты необходимо реализовывать во взаимной увязке с другими направлениями стратегического развития региона (сельское

хозяйство, экономика, малый бизнес, наука и пр.), реализуя механизмы брендирования и территориального маркетинга.

Важнейшими характеристиками при формировании новых или реконструкции имеющихся туристических комплексов и зон должны стать востребованность видов услуг и направлений деятельности, сочетаемость туристических услуг с продукцией соседствующих экономических зон, комплексность предоставления туристической и экономической услуг. Среди главных направлений реализации концепции реформирования туризма необходимо выделить создание и совершенствование культурных коммуникаций внутри региона, разработку и развитие культурных традиций и разработку современных моделей культурной политики, оптимизацию городской среды, модернизацию культурно-досуговой инфраструктуры. Также стоит учитывать, что реализация данной программы нуждается в серьезном кадровом сопровождении.

Важной задачей должно стать взаимодействие власти и туристическо-рекреационного бизнеса, построенное на долгосрочном взаимовыгодном взаимодействии, как отмечает Э.Н. Климова [5, с. 52–53]. Реализация поставленных задач развития туристической деятельности Сибирского федерального округа способна достичь значительных результатов:

– достижение уровня развития инфраструктуры туризма до показателей, соответствующих текущим мировым требованиям;

– рост представителей среднего и малого бизнеса в ВРП (внутреннем региональном продукте);

– реализация на практике всевозможных инициатив граждан (в частности, предпринимательских и социально-экономических);

– возрастание числа населения, занятого работой на объектах туристической и рекреационной отраслей;

– способствование росту конкурентоспособности социокультурного бренда региона;

– усиление как инвестиционной, так и социально-экономической привлекательности Сибирского региона для возможных инвесторов и граждан;

– укрепление позиций региона на различных уровнях (от местного до международного) и пр.

Одним из главных преимуществ Сибирского региона как туристического центра является его экономико-географическое положение, которое одновременно является и центральным и «узловым». Например, именно Новосибирск и Новосибирская область являются одним из ключевых контактных, в том числе транспортных, центров взаимоотношений с Азией.

В настоящее время во многих регионах России значительное внимание уделяется территориальному маркетингу, эффективность которого строится на условиях эффективного сотрудничества местных властей, бизнес-сообщества и населения региона в целом. Территориальный маркетинг представляет собой достаточно сложную область деятельности, требующую не только глубоких маркетинговых знаний, но и навыков в области связей с общественностью, менеджмента территории и рекламы. В российской действительности значительное место в территориальном маркетинге уделяется национальным, климатическим и географическим различиям. Однако имидж территории находится в тесной взаимосвязи с региональной экономикой, ролью региона в экономике страны, динамикой различных макроэкономических показателей.

Инновационная составляющая туристских продуктов заключается в новаторстве, то есть поиске туристских новшеств и их внедрении на рынок услуг, оценки их экономической эффективности. Таким образом, туристский продукт в рыночных условиях имеет смысл рассматривать как продукт предпринимательского характера, основной характеристикой которого будет являться взаимодействие следующих элементов: новаторство – туристские новшества – туристские инновации – конкурентные преимущества туристического продукта – конкурентоспособность предприятий сферы туризма. Следует отметить, что конкурентоспособность является отличительной характеристикой новаторского турпродукта. Под новаторским турпродуктом чаще всего понимается комплекс ранее не представленных на рынке туристских услуг, который сформирован на основе современных технологий и трендов, а также направлен на максимальное удовлетворение как индивидуальных, так и групповых потребностей. А под конкурентоспособностью новаторского туристского продукта – специфическая характеристика новаторского турпродукта, характеризующая его способность к реализации в условиях высококонкурентного рынка, а также существенно различающая его от других представленных на рынке туристских предложений.

Система внедрения новаторского туристского продукта включает в себя обязательные элементы. Особый интерес из всех элементов системы управления представляет предмет новаторского туристского продукта, под которым понимается совокупность новых туристских идей и меро-

приятий. Причем в результате воплощения данных мероприятий появляется инновационный туристский продукт, качество которого должно быть сопоставимо (или выше) с уже представленными на туристском рынке услугами. Таким образом, новаторство в создании и внедрении на рынок туристских услуг не только повышает привлекательность региона, но и способствует развитию социальной политики на его территории, так как новаторство обеспечивает туристскому продукту определенную доходность (часто более высокую, чем у представленных ранее турпредложений).

Социальная эффективность маркетинговых факторов конкурентоспособности новаторского туристского продукта определяет его ценность для индивидуальных и групповых потребителей, то есть способность по параметрам конкурентоспособности превосходить существующие на рынке конкурирующие турпродукты. Также социальный эффект новаторских турпродуктов на экономику региона оказывает и имидж туристских предприятий – тот образ, который сформирован у потребителей на основе специально спланированного и рекламно-организуемого информационного воздействия.

Таким образом, целенаправленное создание благоприятных факторов, их использование для развития туристической отрасли на уровне конкретных регионов – одна из самых актуальных проблем управления туристско-рекреационной деятельностью. Комплексное развитие туристического потенциала Сибирского региона невозможно в настоящее время без взаимной привязки к его социальной политике и стратегическим целям.

Список литературы

1. Архипов А.Е., Климова Э.Н., Алимпиева А.С. Маркетинг территорий как базис формирования туристского имиджа региона / А.Е. Архипов, Э.Н. Климова, А.С. Алимпиева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 10–1 (41). – С. 8–11.

2. Зорина Г.И. Основы туристской деятельности: учебник / Г.И. Зорина и др. – М.: Сов. спорт, 2007. – 200 с.

3. Итоги работы XX Петербургского международного экономического форума «На пороге новой экономической реальности» 16–18 июня 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.forumspb.com/ru/2016/sections/67/materials/334 (дата обращения 05.12.2016).

4. Климова Т.В., Климова Э.Н. Интеллектуальная культура специалиста сферы сервиса / Т.В. Климова, Э.Н. Климова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 6–1 (48). – С. 52–53.

5. Климова Э.Н. Формирование позитивного имиджа как аргумент коммерческой привлекательности территории / Э Н. Климова // Экономика и социум. – 2014. – № 4–3 (13). – С. 455–461.

6. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях совершенствования законодательства, регулирующего туристскую деятельность: Федеральный закон от 02.03.2016 № 49-ФЗ // СЗ РФ, 07.03.2016, № 10, ст. 1323.

7. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Сибири до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 05.07.2010 № 1120-р [Электронный ресурс]. – URL: http://lawru.info/dok/2010/07/05/n40286.html (дата обращения 05.12.2016).

8. Россия – выбор туриста: чего не хватает? [Электронный ресурс]. – URL: http://www.forumkuban.org/ru/odna-sessiya/?session_id=1555 (дата обращения 05.12.2016).

9. Стенограмма совещания о развитии внутреннего туризма. [Электронный ресурс]. – URL: http://government.ru/news/21363/#sel (дата обращения 05.12.2016).

УДК 330.8: 338.46

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИЙ КОНКУРЕНЦИИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Волошин А.В., Александров Ю.Л.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: a_voloshin2010@hotmail.com

В статье проведен обзор основных направлений и этапов развития экономической науки в контексте конкурентных отношений, предложен авторский вариант систематизации экономических школ, теорий и концепций. В частности, ретроспективный анализ, проведенный авторами статьи, охватывает основные экономические школы и теории с середины XV века и завершается современными исследованиями. Авторы статьи проводят сравнительный анализ подходов к классификации экономических школ в зависимости от вклада того или иного направления в развитие «теории конкурентоспособности». В качестве классификационных признаков в статье предложены следующие: школы и теории, послужившие основой для современных концепций конкуренции и конкурентоспособности; школы и теории, рассматривающие конкурентные отношения в контексте изучения различных экономических явлений и процессов; школы и теории, предметом исследования которых является конкуренция или конкурентоспособность. Проблемы конкуренции и конкурентоспособности в том или ином виде рассматривались представителями практически всех экономических школ, но основным предметом исследования они становятся с середины XX в. Именно этому периоду посвящен основной материал статьи. Характерной чертой отечественных исследований конкурентоспособности и конкурентоспособности региона, которые начинаются в конце XX в., является их прикладной характер и высокая степень адаптации к конкретным экономическим условиям. В завершение статьи предложен авторский вариант определения конкурентоспособности образовательной организации, как комплексной характеристики её потенциала, которая с помощью набора количественных и качественных показателей позволяет, не только оценить достигнутый уровень развития, но и потенциальные возможности роста с учетом влияния совокупности специфичных факторов.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособность, конкурентоспособность образовательной организации, конкурентные преимущества, кластеры, качество жизни, качество экономического роста

THE EVOLUTION OF THEORIES OF COMPETITION AND COMPETITIVENESS IN THE ECONOMIC SCIENCE

Voloshin A.V., Aleksandrov Yu.L.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: a_voloshin2010@hotmail.com

Article review the main directions and stages of development of economic science in the context of the competitive relations is carried out, the author's option of systematization of economic schools, theories and concepts is offered. In particular the retrospective analysis which is carried out by authors of article covers the main economic schools and theories from the middle of the 15th century and comes to the end with modern researches. Authors of article carry out the comparative analysis of approaches to classification of economic schools depending on a contribution of this or that direction to development of «the theory of competitiveness». As classification signs in article the following is offered: the schools and theories which have formed a basis for modern concepts of the competition and competitiveness; the schools and theories considering the competitive relations in the context of studying of various economic events and processes; schools and theories which object of research is the competition or competitiveness. In end of article the author's option of determination of competitiveness as complex characteristic of potential that will allow to consider integrated influence of factors on the level of social and economic development is offered.

Keywords: competition, competitiveness, the competitiveness of the educational organization, competitive advantages, clusters, quality of life, quality of economic growth

Интерес к изучению отдельных аспектов конкуренции и конкурентоспособности проявляли представители различных экономических школ. Способы достижения преимущественного положения компаний на рынке, стратегии достижения лидерства и обеспечения влияния на глобальные экономические процессы характеризуют исследования второй половины XX – начала XXI века.

Большой энциклопедический словарь рассматривает конкуренцию (от лат. concurrere – сталкиваться) как «…соперничество, соревнование людей, групп, организаций в достижении сходных целей, лучших результатов в определенной общественной сфере. Конкуренция – существенная черта различных видов деятельности, в которых происходит столкновение интересов…» [26].

Большая экономическая энциклопедия определяет конкуренцию как «…борьбу предпринимателей за получение прибыли путем использования наиболее выгодных условий производства, сбыта продукции, … характерную для товарного производства,

основой которого является частная собственность на средства производства» [42].

Проблема экономического соперничества вызывала интерес множества авторов на различных этапах развития экономической науки. Отдельные аспекты конкурентных отношений рассматривались в том числе и на ранних этапах развития научной мысли [48], сведения об ограничениях на ссудном рынке изложены в своде законов царя Хаммурапи, древнекитайских и древнегреческих источниках, а концепция справедливой цены рассматривалась в работах Августина Блаженного и Фомы Аквинского.

Развитие международной торговли и зарождение мирового рынка привело к росту внимания к исследованию конкурентных отношений со стороны представителей меркантилизма. Его представители (Т. Ман, А. Монкретьен, У. Стаффорд и др.) уделяли большое внимание ограничению конкуренции со стороны иностранных товаропроизводителей посредством государственного протекционизма. Тем не менее фрагментарный и исключительно прикладной характер работ меркантилистов в сфере конкуренции определяет интерес к их исследованиям лишь в историческом контексте.

Активное развитие капиталистических отношений и обострение конкурентной борьбы за факторы производства обусловили интерес представителей классической английской политэкономии к проблеме конкуренции. Работа Адама Смита «Исследования о природе и причинах богатства народов» послужила отправной точкой в теории конкуренции. Несмотря на то, что А. Смит в своей работе [40] не дает однозначного определения конкуренции и использует дефиниции «соперничество» и «соревнование», для характеристики взаимоотношений между участниками рынка, он формулирует основную функцию конкуренции, которая реализуется посредством «невидимой руки». Коммерческие интересы являются определяющими для субъектов рынка, роль конкуренции в том, что она «направляет» действия участников рынка для достижения наибольшего блага для всех.

Более эффективное распределение ресурсов является результатом конкуренции, что и представляет собой общественное благо.

В качестве основного механизма конкуренции А. Смит рассматривает цены, которые, в свою очередь, оказывают непосредственное влияние на динамику спроса и предложения, что приводит к конкуренции покупателей, в случае возникновения дефицита товаров, и конкуренции среди производителей в случае возникновения профицита. При этом равновесная цена формируется в процессе взаимодействия покупателей и продавцов.

Д. Рикардо [33], рассматривая конкуренцию, не принимает в расчет такие факторы как государственное регулирование, монопольная власть, географические особенности рынка, равновесная цена, по его мнению, результат исключительно свободной конкурентной борьбы участников рынка.

В качестве антипода свободной конкуренции Д. Рикардо рассматривал монополию, возникновение на рынке которой приводит к росту цены до максимального значения, при котором покупатель готов приобрести товар.

Ж-Б. Сей [43] рассматривая различные аспекты конкуренции товаропроизводителей и регулирования стоимости произведенных товаров, отмечал негативное влияние государственного протекционизма на развитие свободной конкуренции и ущерб наносимый потребителям подобными мерами.

Значительное влияние на развитие теории конкуренции оказал Дж. Стюарт Милль [26] разработав уравнение международного спроса, выделив «не конкурирующие группы на рынке», дав тройственную классификацию ценовой эластичности спроса, разработав понятия «экономия на масштабах» и «альтернативные издержки». С точки зрения Дж.С. Милля, конкуренция выступает в качестве единственного регулятора рыночных цен, заработной платы и ренты, она сама является законом, который устанавливает правила этого регулирования.

Дальнейшее развитие исследования в сфере конкурентных отношений нашли в работах К. Маркса [24], труды которого представляют собой дальнейшее развитие классической политэкономии, но, безусловно, стоят особняком. Принципиальное отличие позиции К. Маркса от позиции последователей А. Смита заключалось в точке зрения на предмет исследования. Если представители классической политэкономии рассматривали конкуренцию как инструмент обеспечения равновесия на рынке и фактор экономического оздоровления в среде производителей, то К. Маркс уделял большее внимание социальным последствиям конкурентной борьбы. В частности, более крупные производители изначально имеют более преимущественное положение на рынке, следствием конкурентной борьбы является разорение мелких производителей, что приводит к еще большей концентрации капитала и господству монополий.

Тем не менее К. Маркс рассматривает конкуренцию как фактор стимулирующий развитие капиталистического производства, обуславливающий научно-технический прогресс и техническое перевооружение производства. В конечном счете в своей работе [24] К. Маркс делает вывод о сущности конкуренции, которую он понимает как «закон, регулирующий общую норму прибыли и определяемые ею так называемые цены производства».

Неоклассическая школа, наиболее ярким представителем которой является А. Маршалл [25], рассматривала рынок с позиций совершенной конкуренции, что предполагает свободный доступ покупателей и продавцов и отсутствие решающего влияния субъектов рынка на его динамику (уровень цен). Форма конкуренции имеет решающее значение, так как только совершенная конкуренция выступает в качестве «движителя экономического роста».

Справедливо полагая наличие зависимости спроса и предложения от цены, А. Маршалл сформулировал концепцию равновесной цены, которая является результатом конкурентной борьбы субъектов рынка, трактуя конкуренцию с поведенческих позиций и связывая её с борьбой за редкие экономические блага, в результате которой достигается оптимальное разделение труда и обеспечивается эффективность экономики.

Представители различных направлений маржинализма в своем анализе рассматривают также различные аспекты конкурентных отношений. В частности, Л. Вальрас [5], при рассмотрении модели общего экономического равновесия исходил из наличия совершенной конкуренции на рынке, что в свою очередь привело к большому количеству допущений.

Изменения, происходившие на рынке в конце XIX – начале XX века, не могли быть объяснены с позиций классической теории конкуренции, растущая степень монополизации, высокая динамика общественных отношений, «выдавливание» мелких производителей более не согласовывались с концепциями «невидимой руки», или совершенной конкуренции, что привело к новому этапу в развитии теории конкурентных отношений.

Первый шаг в развитии структурного подхода сделал американский экономист Э. Чемберлин [45], рассматривающий конкуренцию как динамический процесс на основе идеи синтеза конкуренции и монополии, предложив теорию монополистической конкуренции. Дифференциация продукта служит основой для замены концепции «конкурентного идеала» идеалом, включающим и конкуренцию и монополию.

С точки зрения Э. Чемберлина, каждый продавец выступает в качестве локального монополиста, производя дифференцированный продукт, он формирует специфический рынок и регулирует цену на нем. Реальные цены не тяготеют к крайностям и формируются исходя из силы влияния обоих факторов, что приводит к заключению об искусственности чистой конкурентной цены и отсутствии тенденции к её установлению. Таким образом, Чемберлин рассматривает конкуренцию на рынке как конкуренцию монополистов.

Автор теории несовершенной конкуренции Дж. Робинсон [34] помимо ценовой конкуренции рассматривает в качестве инструментов конкурентной борьбы: репутацию фирмы, уровень качества продукции, рекламу, особенности обслуживания клиентов, возможность получения и сроки кредита.

Ключевым признаком совершенной конкуренции считается возможность компании оказывать влияние на уровень цен на рынке. Отсутствие указанной возможности позволяет признать рынок – рынком совершенной конкуренции, наличие возможности влиять на цены является признаком рынка несовершенной конкуренции.

Таким образом, структурная концепция предполагает смещение акцента исследования с борьбы компаний на рынке на анализ структуры и условий, господствующих на рынке.

Следующим этапом в эволюции экономических взглядов на теорию конкурентных отношений стал функциональный подход Й. Шумпетера [47], который способность конкурентного рынка инициировать научно-технический прогресс рассматривал как отличительный признак его наличия. Функциональный подход к конкуренции предполагает смещение предмета исследования от сущности к исследованию её роли в экономическом развитии. Нововведения, использование новых комбинаций ресурсов и новые технологии – инструмент конкурентной борьбы.

Тем не менее любое нововведение зарождает тенденции монополистической конкуренции. Й. Шумпетер считает, что монополия является следствием нововведений и выделяет её позитивные черты. Получение монопольной прибыли, считающейся экономистом справедливой платой общества за научно-технический прогресс, влечет за собой наличие у монополистов более прочного финансового положения, недоступных или труднодоступных способов

производства, средств для финансирования технического прогресса.

Подверженный влиянию экономической конъюнктуры и кризисам, рынок совершенной конкуренции не может выступать в качестве примера эффективности. Таким образом, Й. Шумпетер через категорию инноваций усовершенствовал понимание конкуренции как закономерности рыночной экономики, оправдывая процесс монополизации экономики.

Наиболее весомый вклад в развитие теории конкурентных отношений во второй половине XX века внес М. Портер [32]. Исследуя теорию конкуренции, ведущее место отводит способности к адаптации к технологическим изменениям. В качестве источника конкуренции М. Портер рассматривает её основополагающую экономическую структуру и ставит её в зависимость от возможности появления на рынке новых участников, товаров-заменителей, рыночного влияния покупателей и поставщиков, особенностей конкурентной борьбы между субъектами рынка. В указанном контексте М. Портер определяет конкуренцию как расширенное соперничество.

М. Портер высказывается в пользу формирования соответствующей конкурентной стратегии, направленной на достижение превосходства на определенном рынке. В качестве основы стратегии он предлагает произвести оценку своих конкурентных преимуществ, а также их углубление и совершенствование. М. Портер выделяет «конкурентные преимущества высшего порядка», специфический характер которых не позволяет их заимствование конкурентами. Условием формирования указанных конкурентных преимуществ он называет долговременные и интенсивные инвестиции, специализированное обучение персонала, проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и в маркетинг, а не только в развитие производственных мощностей.

Сформулировав характерные признаки конкурентных стратегий (низкие издержки, дифференциация продукта, углубленная специализация), М. Портер выбор конкретной стратегии ставит в зависимость от влияния двух факторов: привлекательность отрасли и рыночная доля фирмы.

Приведенный подход невозможно признать исчерпывающим, так как в реальной экономической практике на рынок оказывают влияние факторы институциональной среды, такие как законодательство, традиции, моральные аспекты и др.

Заслугой М. Портера является предложенная им, на основе обобщения подходов различных экономических школ, модель пяти конкурентных сил, анализ которых позволяет сформулировать обоснованную конкурентную стратегию.

Изучение сущности и эволюции конкурентных отношений продолжается и в настоящее время. В частности, Г.Л. Азоев, Л.Н. Качалина [1, 20] рассматривают конкуренцию как соперничество между конкретными участниками рынка, преследующими одну и ту же цель. Поведенческие аспекты конкурентных отношений поставщиков, товаропроизводителей, их борьбы за выбор покупателей отражены в работах Г.Я. Кипермана, В.Л. Лунева, Е.И. Мазилкиной, Т.Г. Паничкиной [35, 22, 23]. Конкурентным отношениям на мировом рынке и управленческим подходам в конкурентной борьбе посвящены работы И.А. Спиридонова и Р.А. Фатхутдинова [41, 44].

Исследование конкурентных отношений в эволюционном аспекте приводит к необходимости количественной и качественной оценки конкурентной позиции фирмы на том или ином рынке, которую можно характеризовать как конкурентоспособность субъекта хозяйствования. Конкурентоспособность в общем случае можно определить как способность определённого объекта или субъекта превзойти конкурентов в заданных условиях.

При рассмотрении конкурентоспособности как экономической категории следует учитывать отсутствие её однозначного определения в экономической литературе. Множество авторов приводит широкий спектр точек зрения, рассматривая конкурентоспособность на различных уровнях экономического взаимодействия, что позволяет констатировать отсутствие общепризнанной концепции.

Анализ зарубежных источников позволяет сделать вывод о более глубокой разработке по сравнению с отечественной наукой. Проблема оценки конкурентоспособности была предметом исследования следующих авторов: П.Дж. Баклей, Д. Белл, М. Портер, Б.Р. Скотт, В. Беренс, Б. Вернерфельт, Р. Румельт, Д.Х. Джакот, М. Коленсо, Т. Коно, Р.К. Кэмп, С. Лодж, В.А. Лапидус, Р. Фьюрер, Дж. Хайн, П.М. Хавранек, К. Чахарбани и др.

Среди отечественных авторов различные аспекты конкурентоспособности исследовали: Г.Г. Азгальдов, Г.Л. Азоев, Р.А. Фатхутдинов, И. Ансофф, И.П. Богомолова, Х.А. Фасхиев, М.И. Гельвановский, О.В. Аристов, С.Г. Светуньков, М.Г. Долинская, П.С. Завьялов, М.И. Кныш, И.П. Фаминский, А.П. Челенков и другие.

Положение компании на рынке является следствием определенного набо-

ра конкурентных преимуществ, которые формируются под воздействием ряда конкурентных сил, оптимальное сочетание которых, в свою очередь, определяется конкурентной стратегией фирмы. Рыночная концепция формирования конкурентных преимуществ фирмы нашла отражение в работах Г.Л. Азоева, Е.А. Бройдо, А.В. Гобозовой, Е.В. Лавреновой, А.В. Бугая [32, 1, 9, 13, 21, 10].

Ресурсный подход состоит в том, что конкурентоспособность определяется уникальным сочетанием ресурсов, которые находятся в распоряжении фирмы, выступают источником экономических рент или источниками экономии на издержках. При этом внутренняя среда предприятия является основным резервом повышения конкурентоспособности [28, 11].

Отношенческий подход положен в основу исследований Дж.Х. Дайер и Х. Сингх [15]. Факторами отношенческих рент определяются специфичные для конкретных взаимосвязей активы, процедуры совместного использования знаний, комплементарные ресурсы и способности, а также эффективное управление межфирменными взаимодействиями [15].

Прикладные аспекты конкурентоспособности субъектов хозяйствования рассмотрены в работах Р.А. Фатхутдинова, Л.В. Новак, Г.Л. Азоева, Е.Г. Ефимовой, Е.С. Подборновой [44, 27, 2, 18, 31].

Импортозамещение, инновации, эффективность системы управления, управление качеством продукции, тактический маркетинг, с точки зрения Р.А. Фатхутдинова, являются основными инструментами обеспечения конкурентоспособного положения. При этом автор уделяет внимание факторам конкурентоспособности, среди которых он выделяет качество товара, цену товара, затраты в сфере потребления товара, факторы синергетичности и времени.

Л.В. Новак в своей работе [27] отмечает, что характер влияния внешней и внутренней среды, необходимость выпускать продукцию с заданными свойствами и низкими затратами потребления определяют конкурентоспособность как движущую силу и стратегическую цель.

Отличительной чертой позиции Е.С. Подборновой [31] является выделение в качестве основы роста конкурентоспособности предприятия: производственной, финансовой, кадровой, управленческой деятельности и гибкой адаптивности к внешним и внутренним воздействиям.

По мнению Г.Л. Азоева [2], основными направлениями обеспечения конкурентоспособности фирмы выступают структура рынка, уровень монополизации, концентрации производства и капитала. В меньшей степени автор уделяет внимание внутренним резервам роста конкурентоспособности и не подвергает анализу инструментарий повышения конкурентоспособности предприятия на рынке.

Г.Л. Азоев определяет конкурентоспособность как «экономический процесс взаимодействия, взаимосвязи и борьбы между выступающими на рынке предприятиями в целях обеспечения лучших возможностей сбыта своей продукции, удовлетворения разнообразных потребностей покупателей» [2].

Многообразие подходов к изучению конкурентных отношений обусловливает и наличие большого числа вариантов их классификации.

Одна из первых отечественных попыток систематизации различных теоретических подходов к проблеме оценки конкурентоспособности была предпринята И.В. Пилипенко, который в своей работе [29] выделяет три зарубежных школы конкурентоспособности: американскую, британскую и скандинавскую. Автор отмечает, что американская школа ориентирована в большей степени на практические аспекты достижения конкурентоспособности, британская школа – уделяет большее внимание особенностям обеспечения конкурентоспособности развивающихся стран, а скандинавская – рассматривает предмет исследования с позиций удовлетворения потребностей экономики и общества.

Ю.В. Савельев [36], развивая позицию И.В. Пилипенко, среди зарубежных школ выделяет две. Первая из которых – американская, акцентирует внимание на пространственном и воспроизводственном аспектах конкуренции. Вторая – европейская, уделяет большее внимание пространственно-функциональным, а также институциональным и инновационным механизмам повышения конкурентоспособности.

С точки зрения классификации представляет интерес позиция Е.А. Сысоевой [42], которая рассматривает конкурентоспособность на различных уровнях иерархии: страны, региона, отрасли, кластера, предприятия, продукции (услуги). При этом автор определяет конкурентоспособность как способность предприятия «удерживать существующие и завоевывать новые позиции на рынке на основе создания и предоставления потребителям продукции, обладающей более высокой ценностью в сравнении с продукцией конкурентов» [42].

Разнородность предмета исследования представляет определенную сложность для

классификации школ и теорий в контексте изучения различных теоретических аспектов конкурентоспособности и приводит к некоторой «искусственности» классификации, что не снижает научной ценности приведенных выше исследований.

С точки зрения авторов, представляется целесообразным провести классификацию в зависимости от вклада той или иной школы в развитие «теории конкурентоспособности».

Все экономические школы, теории и концепции, которые в той или иной степени уделяли внимание различным аспектам конкуренции и конкурентоспособности, можно разделить на следующие группы:

Первая – школы и теории, послужившие основой для современных концепций конкуренции и конкурентоспособности, к которым следует отнести представителей меркантилизма, различные теории международной торговли, теории совершенной и несовершенной конкуренции, например А. Смит, Д. Рикардо, А. Маршал, Дж. Робинсон, П. Кругман, Б. Баласса [40, 33, 25, 34, 52, 49].

Вторая – школы и теории, рассматривающие конкурентные отношения в контексте изучения различных экономических явлений и процессов. В их число входят: некоторые теории пространственной организации (А. Леш, Ф. Перру, Ж.Б. Будвиль), электическая ОЛЕ-парадигма Дж. Даннинга, теория системных инноваций М. Симагути [39], концепция национальной системы инноваций Б. Лундваля, концепция территориальных производственных систем и инновационных милье Д. Мэйя и др.

Третья – школы и теории, предметом исследования которых является конкуренция или конкурентоспособность. В их число можно включить: теории конкурентных преимуществ и промышленных кластеров М. Портера, теорию региональных кластеров М. Энрайта [50], концепцию «Индекс качества» экономической деятельности Э. Райнерта, концепцию «региона обучения» (Б. Асхайм, А. Изаксен), теорию взаимодействия кластеров и цепочек добавления стоимости (Дж. Хамфри, Х. Шмитц, Р. Каплински [51, 52]), а также ряд современных отечественных исследователей указанного направления (Г.Г. Азгальдов, Г.Л. Азоев, Р.А. Фатхутдинов, И. Ансофф, И.П. Богомолова, Х.А. Фасхиев, М.И. Гельвановский, О.В. Аристов, С.Г. Светуньков, М.Г. Долинская, П.С. Завьялов, М.И. Кныш, И.П. Фаминский, А.П. Челенков).

Четвертая – теории и концепции, оказавшие влияние на изучение различных теоретических аспектов конкурентных отношений. К их числу следует отнести: геополитические теории (Ф. фон Ратцель, Р. Челлен, Ф. Науман), классические теории размещения (И.Г. Тюнен, В. Лундхарт, А. Вебер, Д. Пик, Т. Паландер, В. Кристаллер) и теории пространственной организации (Н.Н. Колосовский, Н.Н. Баранский, Т. Хагерстрандт, П. Хаггет, У. Айзард, Б.Б. Родман, И. Фогт, Н.Ф. Фишер, Дж. Фридман, Х. Ричардсон, М.К. Бандман) и другие.

Несмотря на большое количество исследований в сфере конкурентных отношений различного уровня, разработанные теории и механизмы обеспечения конкурентоспособности нельзя признать однозначными.

Одной из попыток внести определенность, является методика Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), которая трактует конкурентоспособность как возможности компаний, отраслей, регионов и государств создать достаточный уровень доходов, заработной платы, при этом оставаясь доступными для международной конкуренции. На первый взгляд определение представляется исчерпывающим, но возникают вопросы к применимости методики к отечественным условиям и универсальности показателей и критериев для компаний, регионов и стран.

Еще одной попыткой обеспечения универсальности является индекс глобальной конкурентоспособности (ИГК, GCL), который рассчитывается по методике Всемирного экономического форума. В настоящее время индекс определяется по 113 основным показателям, которые включают как статистические данные, так и результаты опроса менеджеров из различных стран. Эти показатели сводятся в девять факторных индексов, а затем определяется сводный индекс конкурентоспособности, в соответствии со значениями которого проводится ранжирование стран. Попытка адаптации ИГК была предпринята в работе А.Ю. Егорова [17], но и она не позволяет использовать методику на уровне конкретных субъектов хозяйствования.

М. Портер [32] трактует конкурентоспособность как продуктивность использования ресурсов, в первую очередь рабочей силы и капитала, по сравнению с другими субъектами. Но в этом случае возникает вопрос, о достаточности показателя и полноте, с которой он характеризует эффективность использования ресурсов и качество управления.

В своей работе [14] А.Г. Гранберг рассматривает конкурентоспособность как способность субъекта защищать свои позиции на рынке.

Г.Я. Белякова [4] анализирует проблему конкурентоспособности с точки зрения способности субъекта хозяйствования отвечать требованиям и запросам потребителей. Такой подход является популярным, но вызывает сомнения с точки зрения обеспечения интересов других участников экономических отношений, например региона, как целостной социально-экономической и экологической системы, и государства, как арбитра конкурентных процессов, происходящих в стране.

Иллюстрацией аналогичного подхода является работа Т.В. Сачук [37], в которой конкурентоспособность определяется как совокупность индивидуальных конкурентных преимуществ, определяемых для потребителя, т.е. интересы потребителя в данном случае первичны, что характерно для маркетингового подхода.

Также интерпретацией маркетингового подхода является работа Ю.В. Савельева [36], который рассматривает конкурентоспособность как способность создать «уникальные сочетания факторов производства, внешней и внутренней среды, трансформирующихся в конечном итоге в уникальные предложения для потенциальных потребителей». Данное определение предъявляет высокие требования к «способности» системы управления «создать уникальные условия…», но возникает проблема определения и количественной оценки показателей, а также выявления критериев конкурентоспособности. Представляет интерес и вопрос сопоставимости показателей с уровнем конкурентоспособности других субъектов экономики, т.к. «уникальные условия» могут предполагать и наличие совершенно специфических характеристик и показателей.

Анализ публикаций позволяет сделать вывод об определенной «эволюции» теоретических подходов в определении такой экономической категории, как «конкурентоспособность».

В последнее время все большее количество авторов рассматривают конкурентоспособность в комплексе взаимоотношений предприятия с иными субъектами хозяйствования, с учетом влияния региональных и международных факторов, а показатель конкурентоспособности рассматривается не как «механическая» производная от ряда факторов, а как качественный, относительный и/или интегральный показатель эффективности деятельности организации.

Так, А.З. Селезнев в своей работе [38] рассматривает конкурентоспособность как обусловленное экономическими, социальными и другими факторами положение на внутреннем и внешнем рынках отраженное через показатели (индикаторы), адекватно характеризующие такое состояние и его динамику.

Е.Н. Бондаренко [8] считает, что конкурентоспособность – это возможности по производству продукции востребованной на внутреннем, межрегиональном и международном рынках, что позволяет в свою очередь обеспечить субъектам хозяйствования и населению высокий уровень доходов и требуемое качество жизни.

Таким образом, авторы делают попытку отразить в рамках определения конкурентоспособности не только количественную характеристику достигнутого уровня экономического развития, но и взаимосвязи с внешней средой, а также качество экономического роста.

Конкурентоспособность в данном случае, представляется как система, включающая: конкурентоспособный потенциал, факторы и условия формирования конкурентной среды, эффективность использования ресурсов, конкурентные преимущества, конкурентные стратегии хозяйствующих субъектов, государственные и рыночные механизмы управления экономическим потенциалом.

Представляет интерес позиция Г.Г. Карачуриной [19], которая рассматривает конкурентоспособность в системе показателей устойчивого развития «как способность взаимодействующих субъектов обеспечивать прогрессивное социально-экономическое развитие посредством внедрения и использования новых технологий, организационных и других нововведений для достижения устойчивости в условиях инновационной экономики».

Более полное и лаконичное определение приводит И.П. Данилов [16], рассматривая конкурентоспособность как выражение совокупности множественных отношений, по поводу экономического развития во взаимодействии с другими субъектами хозяйствования.

Широкий спектр публикаций по теме исследования представляют собой попытку выстроить «теорию конкурентоспособности», и если на макроэкономическом уровне можно наблюдать некоторую «чёткость», то на уровне микроэкономики – отсутствует однозначность в определении объекта и предмета исследования, факторов и механизмов обеспечения конкурентоспособности.

Таким образом, на сегодня общепризнанной теории конкурентоспособности и конкурентных преимуществ не существует, несмотря на наличие обширного арсена-

ла теоретико-методологических и методических разработок в указанной области.

Большинством авторов конкурентоспособность рассматривается как некоторое конкретное состояние социально-экономической системы, при этом в качестве критериев эффективности приводятся показатели, заимствованные из методик, разработанных для объектов исследования более высокого или более низкого порядка. Таким образом, возникает проблема неприменимости методики и как следствие – нерепрезентативность показателей и результатов анализа.

Специфичность факторов, определяющих положение организации на рынке и механизм взаимодействия с внешней средой, носит характер отличный от государства или региона. В свою очередь, различные сферы общественного производства накладывают свой отпечаток на особенности конкурентных отношений и конкурентоспособность организаций.

Характер деятельности образовательных организаций и высокая социальная значимость образовательных услуг не позволяют рассматривать конкурентоспособность образовательных организаций высшего образования исключительно как показатель коммерческой эффективности, подобный подход приводит к «выхолащиванию» образовательного процесса, сводит его к задаче максимизации прибыли, что нивелирует критерий социальной эффективности.

Конкурентоспособность образовательных организаций высшего образования, как и любых других образовательных организаций, целесообразно рассматривать, во-первых, с позиций социальной (общественной эффективности); во-вторых, как комплексную (интегральную) характеристику их деятельности.

Конкурентоспособность образовательных организаций высшего образования представляет собой качественную характеристику эффективности их деятельности, при этом различные участники образовательного процесса имеют свои специфические интересы и, соответственно, критерии его эффективности.

Как следствие их «требования» накладывают свой отпечаток на систему оценки и приводят к необходимости разработки интегрального подхода, который заключается в рассмотрении конкурентоспособности образовательной организации высшего образования как комплексной характеристики её потенциала, которая с помощью набора количественных и качественных показателей позволяет не только оценить достигнутый уровень развития, но и потенциальные возможности роста с учетом влияния совокупности специфичных факторов.

Список литературы

1. Азоев Г.Л. Конкурентные преимущества фирмы [Текст] / Г.Л. Азоев, А.П. Челенков. – М.: Новости, 2000. – 256 с.

2. Азоев Г.Л. Конкуренция: анализ, стратегия, практика [Текст]: учеб. пособие / Г.А. Азоев. – М.: Центр экономики и маркетинга, 1996. – 189 с.

3. Белоногова Е.В. Методические подходы к оценке эффективности систем материального стимулирования труда работников торговых организаций [Текст] / Е.В. Белоногова, Ю.Ю. Суслова, А.В. Волошин // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8–1. – С. 96–101.

4. Белякова Г.Я. Конкурентоспособность региональной экономики: концепция опережающего развития. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – 230 с.

5. Блауг М. Общее равновесие по Вальрасу // Экономическая мысль в ретроспективе. – М.: Дело, 1994. – 627 с.

6. Большая экономическая энциклопедия. – М.: Эксмо, 2008. – 816 с.

7. Большой энциклопедический словарь: в 2-х кн. / [под ред. А.М. Прохорова]. – М.: Большая российская энциклопедия, 2001. – 2015 с.

8. Бондаренко Е.Н. Методические подходы к оценке конкурентоспособности региона / Е.Н. Бондаренко // Наука Парк. – 2011. – № 2 (3). – С. 88–95.

9. Бройдо Е.А. Формирование конкурентных преимуществ компании путем развития инновационных возможностей: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05; [Место защиты: Гос. ун-т упр.]. – М., 2009. – 173 с.

10. Бугай А.В. Формирование конкурентных преимуществ фирмы в условиях изменяющейся экономики: институциональный подход: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.01. – Иркутск, 2004. – 164 с.

11. Вернерфельт Б. Ресурсная трактовка фирмы / Б. Вернерфельт // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2006. – вып. 1. – С. 103–118.

12. Волошин А.В. Конкурентоспособность региона как предмет исследования экономической науки [Текст] / А.В. Волошин, Ю.Л. Александров, С.Н. Шестов, Е.В. Белоногова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10–1. – С. 113–118.

13. Гобозова А.В. Формирование конкурентных преимуществ компании в условиях экономической нестабильности: дис ... канд. экон. наук: 08.00.01; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. – М., 2011. – 167 с.

14. Гранберг А.Г. Региональное развитие: опыт России и Европейского союза. – М.: ГУВШЭ, 2000. – 576 с.

15. Дайер Дж.Х. Отношенческий подход: корпоративная стратегия и источники межорганизационных конкурентных преимуществ / Дж. Х. Дайер, Х. Сингх // Российский журнал менеджмента. – 2009. – № 3. – С. 65–94.

16. Данилов И.П. Конкурентоспособность регионов России (теоретические основы и методология). – М.: Изд-во «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2007. – 368 с.

17. Егоров А.Ю. Комплексный анализ в системе маркетинговой деятельности [Текст]. – М.: Вся Москва, 1994. – 255 с.

18. Ефимова Г.А. Конкурентоспособность российского АПК в условиях присоединения РФ к ВТО / Г.А. Ефимова, Е.Г. Степанова // Молодой ученый. – 2015. – № 8. – С. 390–392.

19. Карачурина Г.Г. Инновационная конкурентоспособность региона и ее влияние на устойчивость экономического развития / Г.Г. Карачурина, А.В. Золотухина, Е.А. Путенихина // Региональная экономика: теория и практика. – 2010. – № 21. – С. 29–34.

20. Качалина Л.Н. Конкурентоспособный менеджмент [Текст]. – М.: Эксмо, 2006. – 464 с.

21. Лавренова Е.В. Механизм управления конкурентными преимуществами предприятия в условиях нестабильной экономики: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05; [Место защиты: Воронеж. госуд. технич. унив.]. – Воронеж, 2003. – 229 с.

22. Лунев В.Л. Управление зарубежной промышленной фирмой [Текст]. – Новосибирск: НГАЭИУ, 2007. – 164 с.

23. Мазилкина Е.И. Управление конкурентоспособностью [Текст] / Е.И. Мазилкина, Т.Г. Паничкина. – М.: Омега-Л, 2007. – 325 с.

24. Маркс К. Капитал / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Наука, 1990.

25. Маршалл А. Принципы политической экономии. – М.: Издательство Прогресс, 1983. – 416 с.

26. Милль Дж.С. Основы политической экономии. – М.: Прогресс, 1981. – С. 12.

27. Новак Л.В. Моделирование механизма повышения конкурентоспособности в активных экономических системах; Филиал ФГОУ ВПО «РГУТиС» в г. Самаре. – Самара: Самара, отд-ние Литфонда, 2009. – 184 с.

28. Пенроуз Э. Теория роста фирмы. – СПб.: Издательство «Лань», 1999. – 480 с.

29. Пилипенко И.В. Конкурентоспособность стран и регионов в мировом хозяйстве: теория, опыт малых стран Западной и Северной Европы. – М.: Изд-во «Ойкумена», 2005. – 496 с.

30. Подачина Л.И. Современные подходы к классификации и оценке услуг, влияющих на параметры качества жизни [Текст] / Л.И. Подачина, Ю.Ю. Суслова // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 4. – С. 347–351.

31. Подборнова Е.С. Организационно-экономические направления развития конкурентоспособности промышленных предприятий: на примере автомобилестроения: дис. ... канд.экон. наук: 08.00.05 [Место защиты: Самарский госуд. унив.]. – Самара, 2012. – 171 с.

32. Портер М. Конкуренция. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 608 с.

33. Рикардо Д. Начала политической экономии и налогового обложения. – М.: Эксмо, 2007. – 960 с.

34. Робинсон Дж. Экономическая теория несовершенной конкуренции. – М.: Прогресс, 1986. – 362 с.

35. Рыночная экономика: словарь / [под ред. Г.Я. Кипермана]. – М.: Республика, 1993. – 524 с.

36. Савельев Ю.В. Управление конкурентоспособностью региона: от теории к практике. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. – 516 с.

37. Сачук Т.В. Территориальный маркетинг. – СПб.: Питер, 2009. – 368 с.

38. Селезнев А.З. Конкурентные позиции и инфраструктура рынка России. – М.: Юристъ, 1999. – 384 с.

39. Симагути М. Эпоха системных инноваций. В поисках новой парадигмы маркетинга / пер. с яп. – М.: Издательство «Секрет фирмы», 2006. – 247 с.

40. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. – М.: Эксмо, 2009. – 960 с.

41. Спиридонов И.А. Международная конкуренция и пути повышения конкурентоспособности экономики России [Текст]. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 170 с.

42. Сысоева Е.А. Конкурентоспособность промышленного предприятия: теория, методология, стратегии обеспечения. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 352 с.

43. Сэй Ж.-Б. Трактат по политической экономии. – М.: Дело, 2000. – 232 с.

44. Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент. – М.: Дело, 2008. – 448 с.

45. Чемберлин Э. Теория монополистической конкуренции. – М.: Центр, 1997.

46. Ченченко Д.А. Системный подход к формированию региональной рыночной инфраструктуры [Текст] / Д.А. Ченченко, Ю.Ю. Суслова // Российское предпринимательство. – 2012. – № 17. – С. 114–119.

47. Шумптер Й.А. Теория экономического развития. – М.: Прогресс, 1982.

48. Эзрох Ю.С. Генезис и эволюция теории конкуренции в трудах экономистов до Дж. Робинсок и Э. Чемберлина // Вестник ТвГУ. Серия «Экономика и управление». – 2014. – № 4. – С. 71–87.

49. Balassa B. Tariff Reductions and Trade in Manufactures among the Industrial Countries // American Economic Review, 1966. – Vol. 56. – P. 466–173.

50. Enright M.J. Why Clusters are the Way to Win the Game? // World Link, No 5, July–August, 1992. – P. 24–25.

51. Humphrey J., Schmitz H. (2002b) How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? – IDS Working Paper No. 120, 2000. – 39 p.

52. Kaplinsky R. Spreading the gians from globalization: What can be learned from value chain analysis? – IDS Working Paper No. 110, 2000. – 37 p.

53. Krugman, Paul Geography and Trade. – Cambrige: The MIT Press, 1992.

УДК 330.3:338.4

СУЩНОСТЬ, СПЕЦИФИКА И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Гатауллин Р.Ф., Каримов А.Г., Аслаева С.Ш.

ФГБУН «Институт социально-экономических исследований» Уфимского научного центра Российской академии наук, Уфа, e-mail: Salima2006A@mail.ru

В представленной работе показано соотношение поляризации и нивелирования развития территориальных систем, рассмотрено влияние внешних и внутренних факторов на эти процессы. В качестве внешних факторов признаны: поток инвестиций в регион, межбюджетные отношения и реализация федеральных инвестиционных программ в рамках региона, институциональные изменения в стране. В качестве внутренних факторов определены уровень конкурентоспособности и рентабельность производимых товаров, географическое положение и наличие полезных ископаемых, человеческий капитал. В виде важнейшего механизма нивелирования предложено рассматривать инновационности и развитие науки. Предложен теоретический подход к решению проблем поляризации территориальных образований Республики Башкортостан по заработной плате, уровню производительности труда и систем, выявлена противоречивость существующих методов нивелирования. Произведен анализ поляризации муниципальной фондооснащенности.

Ключевые слова: поляризация, нивелирование, точки роста, инновационность развития

ESSENCE, SPECIFICITY AND KEY FACTORS POLARIZATION OF TERRITORIAL SYSTEMS

Gataullin R.F., Karimov A.G., Aslaeva S.Sh.

Institute for Social and Economics Researsh, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, e-mail: Salima2006A@mail.ru

The paper shows the ratio of polarization and leveling of territorial systems. Select the action of external and internal factors in these processes. External factors are the flow of investment from outside to the region, intergovernmental fiscal relations and the implementation of federal investment programs within the region, institutional changes in the country. Internal factors are the level of competitiveness and profitability of goods produced, the geographic location and availability of minerals, human capital. An important lever of innovation and development of science. It is shown that the polarization between municipal formations of the Republic of Bashkortostan on wages, level of labor productivity and fondoosnaschennosti. A methodological approach to solving the problem of polarization of territorial systems, as well as the inconsistency of the existing leveling mechanisms.

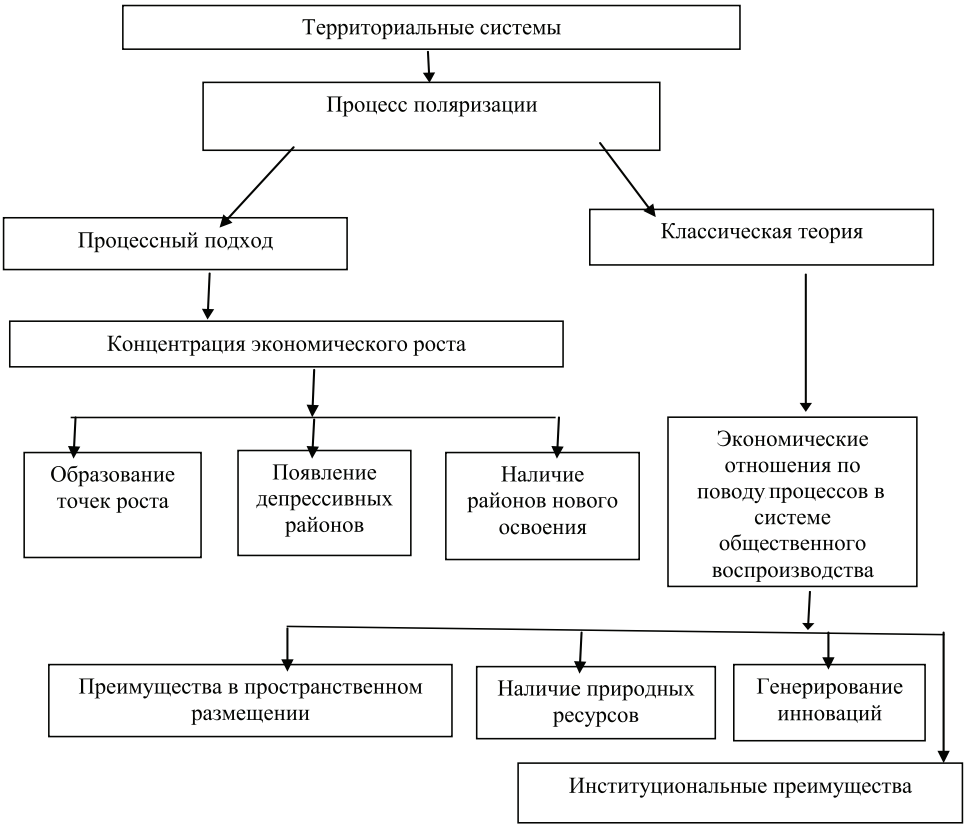
Keywords: polarization, leveling, points of growth, innovation development

Теория поляризационного развития впервые была предложена французским экономистом Ф. Перру, который сделал попытку объяснить пространственную организацию производства. Цель его анализа – обосновать стратегию развития хозяйства в пределах региона. Он в своей работе рассматривал слаборазвитые, новые и депрессивные районы. Полярными по отношению к ним рассмотрены полюсы роста, которые одновременно выступают центрами распространения инноваций. В книге Ф. Перру «Экономика 20 века» (1961 г.) экономический мир функционирует на принципе неравенства, новым результатом которого является существование доминирующих и подчиненных структур или агентов [4].

Согласно Ф. Перру полюсы роста – ядра, вокруг которых концентрируются предприятия, фирмы, которые более всех способны воспринимать технологические и инновационные процессы (так называемые пропульсивные). Постепенно вокруг них формируется зона влияния, в которой размещаются зависимые от указанных предприятий агенты. В результате возникает эффект поляризации, когда экономическое развитие происходит асимметрично, давая больший эффект на полюсах роста.

С теорией поляризации связано возникновении трех форм эффекта. Это, кроме уже упомянутого поляризационного, агломерационный и инновационный эффекты. В составе агломерационного эффекта учитывают экономию от создания общей производственной и социальной инфраструктуры, сокращения масштабов перевозок (эффект локализации) и экономию от масштаба. Инновационный эффект является результатом диффузий нововведений от центра к периферии.

Шведский ученый Т. Хёгерстранд в книге «Пространственная диффузия как процесс внедрения новаций» дал общий анализ сущности и видов диффузии новаций. Им были проанализированы скорость распространения и траектории распространения инноваций [5].



Сущность поляризации территориальных систем

Х.Р. Лаусэн анализировал полюсы роста и диффузию нововведений. Ж. Будвиль изучал региональные полюсы роста, П. Потье – оси развития. Основной их вывод – взаимосвязи между полюсами роста через развитую транспортную сеть усиливают эффект поляризации [2].

Существует определение поляризации как процесса концентрации экономического роста в отдельных точках экономического пространства [3].

Если исходить из классических канонов экономической теории, то поляризацию следует определять через особую систему экономических отношений по поводу преимуществ территориальных факторов в системе общественного воспроизводства. Указанные преимущества могут быть представлены наличием природных ресурсов, географическим расположением территории. В последние годы особое значение среди преимуществ приобретают институциональные факторы, в том числе узнаваемость территории [1].

Поляризация территориальных систем во многом определяется уровнем социально-экономического развития страны, характером экономических отношений (рисунок). На взгляд авторов, достаточно глубокая поляризация экономического пространства, когда на столичный регион приходится 27,3% объема выпуска продукции, 90% банковского капитала, 43% инноваций, 13,1% населения страны, при тенденции к росту данных показателей обусловлена:

1) невысоким уровнем развития производительных сил страны среди, когда Россия среди 103 стран мира по производительности труда занимает 51 место, по объему ВВП 12 место, по объему промышленного производства 6 место;

2) низким уровнем плотности экономического развития. На 1 кв.м территории страны в 2015 г. было произведено 64,3 тыс. долл. валового продукта, против 960 тыс. долл. в мире. Плотность населения составила 8,6 чел. на 1 кв.м при среднем показателе по странам мира 53,4 чел.;

3) издержками в структурной перестройке экономике. Неконкурентоспособные производства в России превратились в факторы депрессии и упадка. Так, в Центральной России с развитой текстильной промышленностью и машиностроением некогда процветающие центры превратились в депрессивные территории;

4) потерями от институциональных преобразований. В условиях плановой экономики действовали соответствующие методы обеспечения политики пространственного развития. В зависимости от необходимости обеспечения обороноспособности государства, выравнивания уровня социально-экономического развития окраин без учета фактора конкурентоспособности в некоторых из них были построены крупные предприятия, которые сегодня бездействуют и места их размещения также превратились в депрессивные территории.

Необходимость технологического обновления производства при незаконченных институциональных преобразованиях и дефиците финансовых ресурсов создали серьезные трудности в экономическом развитии страны.

В условиях сохранения в целом сырьевого характера экономики потребность в инновациях понижена, что в последние годы начало ощутимо давить на функционирование научно-исследовательского сектора.

При растущем научно-технологическом отставании страна потеряет важные рычаги в формировании точек роста. В развивающихся странах точки роста формируются при решающем воздействии внешних факторов. Обслуживание внешнеэкономических связей и у нас постепенно выходит на передний план, а о реализации национальной технологической инициативы придется начисто забыть.

Новые точки роста возможны при следующих условиях:

– открытии новых месторождений полезных ископаемых;

– изменении конфигурации транспортных потоков;

– освоении новых технологий.

Открытие новых месторождений полезных ископаемых, изменение конфигурации транспортных потоков во многом носят непредсказуемый характер и не зависят от усилий органов власти, особенно – на уровне регионов. В то же время последние могут заметно повлиять на действие такого фактора, как освоение новых технологий. Поэтому нынешнее состояние качества управления научным потенциалом отражается в организации территориального развития в целом. Отсюда следует признать: развитие науки, экономики и государственного управления образуют единую систему и ущемление одного звена ведет к сбою в ее функционировании в целом.

На региональном уровне специфика поляризации обусловлена действием внешних и внутренних факторов. Внешними факторами в данном случае мы признаем:

1) поток внешних инвестиций в регион;

2) межбюджетные отношения между федеральным центром и регионами;

3) реализацию в рамках региона федеральных инновационных программ;

4) институциональные изменения, осуществляемые по инициативе федеральных органов власти;

5) укрепление органов управления регионом более квалифицированными кадрами.

В качестве внутренних факторов поляризации следует отметить:

1) уровень конкурентоспособности производимых в регионе товаров и услуг;

2) рентабельность предприятий региона;

3) наличие полезных ископаемых;

4) географическое положение региона;

5) институциональное развитие региона;

6) уровень развития человеческого капитала;

7) наличие научного потенциала.

Указанные факторы по вектору своего воздействия могут различаться как содействующие, так и противодействующие поляризации. Так, безусловно, в сторону углубления поляризации действуют такие факторы, как отсутствие притока инвестиций в регион или даже их отток, изъятие бюджетных доходов, исключение региона из федеральных инновационных программ, институциональные противоречия, назначение в регион в качестве руководителей неквалифицированных кадров, которые относятся к внешним факторам. Из числа внутренних факторов углубления поляризации можно отметить низкий уровень конкурентоспособности производимых в регионе товаров и услуг, низкий уровень их рентабельности, отсутствие полезных ископаемых, неблагоприятное географическое положение региона, его институциональная отсталость, низкий уровень развития человеческого и научного потенциалов.

Следует отметить, что данные факторы усиливают поляризацию в том случае, если регион среди других субъектов РФ находится на уровне ниже медианного. В противном случае указанные факторы действуют в обратном направлении, нивелируя поляризацию.

Увеличивают поляризацию в группе регионов с показателями выше медианного уровня такие факторы, как приток инвестиций, сокращение оттока бюджетных средств, успешная реализация федеральных инновационных программ, положительные институциональные изменения, приток квалифицированных кадров. Из

числа внутренних факторов необходимо отметить рост уровня конкурентоспособности производимых в регионе товаров и услуг, рост рентабельности работы предприятий, открытие запасов полезных ископаемых, развитие коммуникационных сетей, рост человеческого и научного потенциалов, повышение уровня эффективности институтов.

В регионах, которые характеризуются показателями ниже медианного уровня, эти же факторы способствуют нивелированию уровня развития регионов.

На наш взгляд, все это обуславливает необходимость использования двух групп механизмов стимулирования развития территориальных систем. В регионах или территориальных системах с показателями выше медианного механизм хозяйствования должен создавать условия для дальнейшего развития, допуская перераспределение средств не в ущерб потребностям прогресса в них. Известная полемика между президентом Республики Татарстан и премьер-министром Российской Федерации Д. Медведевым о справедливости перераспределения бюджетных доходов свидетельствует об остроте и актуальности проблемы.

В регионах с показателями ниже медианного помощь федеральных органов власти должна быть направлена на нивелирование действий отрицательных факторов, действий, которые не зависят от деятельности органов власти в них. В противном случае у отстающих регионов возникнет синдром вечного реципиента, что характеризуется отсутствием интереса к обеспечению самодостаточности. Считаем справедливым, когда потери регионов от неэффективного функционирования региональной власти должны ложиться на все региональное сообщество.

Считаем, что отсутствие механизма территориального управления, учитывающего качественные их различия по социально-экономическому развитию, в настоящее время является одним из главных факторов поляризации на этом уровне. Эти же тенденции наблюдаются и внутри регионов:

Внутри регионов муниципальные образования (МО) сильно различаются по показателям личных доходов, производства товаров и услуг, по инвестициям на душу населения и личным доходам.

В Республике Башкортостан функционируют 62 муниципальных образования, включающих 8 городских округов и 54 сельских региона. Уровень среднемесячной оплаты труда по муниципальным образованиям составляет 22,1 тыс. руб., максимальный – 35,7 тыс. руб. (г. Уфа), минимальный – 17,4 тыс. руб. (Миякинский район). Таким образом, полярность составляет – 2,1 раза. Выше медианного уровня муниципальных образований находится оплата труда во всех городских округах и в 24 сельских районах, ниже – в остальных сельских районах. Среднемесячная заработная плата в МО выше медианного уровня составляет 25,7 тыс. руб., ниже – 19,7 тыс. руб. или с отставанием в 1,3 раза (таблица).

Уровень поляризации МО Республики Башкортостан по производительности труда составляет 24,7 раза. Если взять различие между средними показателями по МО с выше и ниже медианного уровня, этот показатель сокращается до 3,6 раза.

В условиях Республики Башкортостан различия по производительности труда среди МО, на наш взгляд, в основном определяются разницей в показателях фондооснащенности. В полярных муниципальных образованиях она составляет 18,3 раза, а в медианных группах 3 раза.

Поляризация социально-экономического развития муниципальных образований Республики Башкортостан в 2015 г., в тыс. руб.

Группы муниципальных образований	Уровень среднемесячной заработной платы	Уровень производительности труда	Стоимость основных фондов в расчете на 1 жителя
Максимальный уровень	35,7	4438,1	1118,3
– в т.ч. среднее значение среди МО выше медианного уровня	25,7	1311,5	260,8
Минимальный уровень	17,4	153,1	61,0
– в т.ч. среднее значение среди МО ниже медианного уровня	19,7	362,1	88,0
Уровень поляризации	2,1	24,7	18,3
– в т.ч. разность между средними значениями выше и ниже медианного уровня	1,3	3,6	3,0

Территориальное развитие РБ сегодня явно не соответствует принципу справедливости. Большие различия в фондооснащенности обуславливают соответствующие показатели в производительности труда. При этом различия в оплате труда заметно ниже. В республике существуют достаточно заметные перераспределительные процессы, что не соответствует стимулированию муниципальных образований к повышению эффективности производства. Преодоление данной ситуации требует изменений в экономическом механизме осуществления управления на данном уровне территориальных систем.

Данное исследование выполнено в рамках госзадания ИСЭИ УНЦ РАН по теме «Нивелирование пространственной поляризации разноуровневых территориальных систем в условиях формирования технологического прорыва» (номер госрегистрации АААА-А17-117021310209-5).

Список литературы

1. Гатауллин Р.Ф. Структуризация экономического пространства региона: сущность, факторы, проектирование: монография [Текст] / под общей редакцией Р.Ф. Гатауллина // ИСЭИ УНЦ РАН. – Уфа, 2016. – 216 с.

2. Клевцова М.Г. Региональная поляризация: отраслевой и территориальный аспекты [Текст] / М.Г. Клевцова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2011. – № 2. – С. 62–67.

3. Кузьбожев Э.И., Козьева И.А., Световцева М.Г. Экономическая география и регионалистика (история, методы, состояние и перспективы размещения производительных сил): учебное пособие. [Текст] – М.: Высшее образование, 2009. – 75 с.

4. Франсуа Перру. Москва: научная цифровая библиотека [Электронный ресурс]. – URL: http:// www.portalus| economics_redme.php? Subachion=showfullsiid=11026243228<archive= 112004430098 start_from=Sucat=S (дата обращения: 08.02.2017).

5. Шумилова Ю.А. Методологические аспекты исследования категорий «экономическая интеграция» [Текст] Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2014. – № 4. – С. 77–86.

УДК 336.711/.719

АНАЛИЗ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ КОРПОРАЦИИ ПО СТРАХОВАНИЮ ВКЛАДОВ США

[1]Земцов А.А., [2]Цибульникова В.Ю.

[1]Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, e-mail: tuv82@bk.ru;

[2]Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

Настоящая статья посвящена исследованию основных этапов развития Федеральной корпорации по страхованию вкладов в США за период с 1932 по 2016 г. Авторами выделены ключевые этапы развития законодательной базы системы страхования вкладов, раскрыты основные особенности каждого этапа. Данный подход позволил систематизировать историю становления FDIC и в дальнейшем может использоваться другими авторами для проведения исследований. В статье также выполнен анализ статистических данных о развитии банковской системы США, показаны ее основные преимущества и особенности. Авторами выделена важность изучения американской системы страхования вкладов, поскольку именно на этом опыте основано большинство систем страхования вкладов в других странах. Данная статья является первой частью исследования, посвященного изучению систем страхования вкладов в разных странах с целью дальнейшего совершенствования российского компенсационного механизма в разных сферах финансового рынка.

Ключевые слова: страхование вкладов, система страхования вкладов, Федеральная корпорация по страхованию депозитов, банк, вкладчик, компенсационный механизм

FEDERAL DEPOSIT INSURANCE CORPORATION STAGES DEVELOPMENT ANALYSIS IN THE USA

[1]Zemtsov A.A., [2]Tsibulnikova V.Yu.

[1]National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: tuv82@bk.ru;

[2]Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, Tomsk

The article is dedicated to the study of the Federal Deposit Insurance Corporation main stages development in the USA from 1932 to 2016. Authors allocated key stages of the deposit insurance system legislation development, the main features of each stage are revealed. This approach allowed to systematize history of FDIC formation and further can be used by other authors for carrying out researches. In the article the analysis of statistical data on a USA bank system development is also made, its main benefits and features are shown. Authors marked out the importance of studying of the American deposit insurance system as the majority of deposit insurance systems in other countries is based on this experience. This article is the first part of the research devoted to a study of deposit insurance systems in the different countries for the purpose of further enhancement of the Russian compensation mechanism in different spheres of the financial market.

Keywords: deposit insurance, deposit insurance system, Federal Deposit Insurance Corporation, bank, investor, compensation mechanism

Проблема защищенности инвесторов и вкладчиков в различных сегментах финансового рынка – одна из широко обсуждаемых тем в России. Предоставление гарантий сохранности средств является одним из способов повышения доверия к финансовому рынку, его институтам. В России процесс создания системы страхования банковских вкладов занял более 10 лет, и его успех зависел преимущественно от политических факторов, а не экономических [1]. Российское банковское законодательство, а также основные принципы работы системы страхования вкладов, во многом основаны на американской и европейской практиках [4].

Изучение зарубежного опыта необходимо с целью поиска возможных перспектив развития системы страхования и компенсационных механизмов, как для профессиональных, так и для непрофессиональных участников различных сфер финансового рынка России, что составляет практическую значимость настоящего исследования.

Поскольку родоначальником института страхования депозитов принято считать Соединенные Штаты Америки, целесообразно в первую очередь рассмотреть опыт создания Федеральной корпорации по страхованию депозитов.

Еще в первой половине девятнадцатого века в США появились первые локальные (на уровне отдельных штатов) системы, предусматривающие коллективную ответственность группы банков перед вкладчиками в случае разорения одного из членов этой группы. В **1829** году официальная система страхования вкладов была сформирована коммерческими банками в штате Нью-Йорк – с этого времени можно вести отсчет существования института страхования вкладов как такового. Эта система предусматривала три важные характеристики: форми-

рование за счет взносов банков-участников единого гарантийного фонда; создание совета уполномоченных, имевшего право проверять банки; а также определение круга инструментов, в которые мог инвестироваться капитал банка – участника системы [2].

В период с 1829 по 1917 г. в США велось обсуждение возможности создания федеральной системы страхования депозитов или введения федеральных гарантий по банковским депозитам, и шел интенсивный поиск основных подходов к построению общенациональной системы защиты вкладчиков банков. В основном предложения о создании такой системы, которые поступали в Конгресс, были вызваны различного рода кризисами. Должного внимания этим предложениям не уделялось вплоть до 1930-х гг., поскольку последствия кризисных явлений в целом не были серьезными для банковской сферы. После обрушения фондового рынка США в 1929 г., массового банкротства нескольких тысяч банков в начале 1930-х гг. Президент страны Ф. Рузвельт вынужден был одним из своих первых официальных актов внести предложения по прекращению паники вкладчиков и выводу страны из ситуации банковского кризиса. На экстренно созванное заседание Конгресса **9 марта 1933 г.** был вынесен законопроект, который стал впоследствии известен как Чрезвычайный банковский закон [7].

Вторым важным законом стал «Закон о банках» (известный также как закон Гласса – Стиголла), принятый **13 июня 1933 г.** [5]. Частью 8 этого закона предусматривалось создание общенациональной системы страхования депозитов (через внесение поправок в Закон «О Федеральном резерве» [10]), учреждалась Федеральная корпорация по страхованию депозитов (Federal Deposit Insurance Corporation – FDIC), определялся ее организационный статус, обязанности и функции. Достаточно длительное время законопроект, предлагающий создание этой организации, встречал сопротивление части Администрации Президента, членов Конгресса и представителей банковского сообщества. Они утверждали, что система страхования вкладов не будет работать и затраты на ее функционирование будут слишком высокими. При этом необходимо отметить, что создание FDIC являлось частью антикризисного плана Ф. Рузвельта, который также включал: реформу фондового рынка, борьбу с безработицей и укрепление банковской системы в целом. Создание FDIC в форме государственной корпорации было обосновано тем, что для начала ее функционирования требовалось бюджетное финансирование, а также разразившийся тяжелый экономический кризис, ослабивший в том числе банковскую систему.

Первоначальный капитал FDIC подлежал формированию за счет средств Министерства финансов США и двенадцати Федеральных резервных банков. Министерство финансов должно было внести 150 млн долларов, а каждый из Федеральных резервных банков – выкупить доли участия в капитале FDIC на сумму, равную половине его прибыли, накопленной по состоянию на 1 января 1933 г. Управление FDIC поручалось совету директоров, состоящему из трех членов (контролер денежного обращения и два других члена, которые назначались президентом США сроком на шесть лет). Сумма страхового возмещения устанавливалась на уровне 2500 долларов на одного вкладчика [3]. Причем нормы страхового возмещения были сразу установлены для всех видов депозитов любого вкладчика (как юридического, так и физического лица). Банки, принятые в систему, должны были внести вступительный взнос в фонд страхования депозитов в размере 0,5% от объема страхуемых депозитов. При этом половина взноса подлежала перечислению незамедлительно, а вторая половина – по требованию FDIC. Эксперты отмечают, что Закон Гласса – Стиголла стал каркасом банковской индустрии вплоть до 1999 г. [15].

Согласно закону [5], членство в системе было обязательным для всех банков – членов Федеральной резервной системы, получивших от Министра финансов лицензию. Остальные должны были войти в систему после подтверждения их состоятельности надзорным органом соответствующего штата и по результатам проверки, проведенной FDIC [3].

Система страхования банковских депозитов в США заработала с **1 января 1934 г.** В нее вошло 90% (около 7050) всех коммерческих банков и 36% всех банков взаимных сбережений [15]. Основные этапы развития системы страхования вкладов в США отражены в табл. 1.

В период с 1934 г. по 1941 г. произошло 370 страховых случаев. Поскольку это были в основном мелкие банки, их разорение не оказало существенного влияния на динамику роста фонда страхования депозитов. Как результат, к концу 1941 г. отношение фонда к сумме застрахованных депозитов составило 1,96%, что является абсолютным рекордом за всю историю Корпорации. FDIC первая начала использовать метод формирования фонда с использованием таргетируемого коэффициента отношения величины страхового фонда к величине покрываемых страхованием вкладов (designated reserve ratio – DRR).

Таблица 1

Этапы развития системы страхования вкладов в США с 1932 по 2008 г.

Год	Закон	Основные события
1	2	3
1932	Закон о Reconstruction Finance Corporation (RFC) и Закон о Federal Home Loan Bank	Корпорация создана для выдачи кредитов банкам, сберегательным банкам, строительным ассоциациям, индустриальным банкам, страховым и железнодорожным компаниям. Утвержден Федеральный банк ипотечного кредитования (Federal Home Loan Bank Board – FHLBB) для надзора за ипотечными банками и их финансирования
1933	Чрезвычайный банковский закон (Emergency Banking Act) [7], Закон о банках (The Banking Act), Закон Гласса – Стиголла (Glass-Steagall Act) [5]	Национальные банковские каникулы, FDIC – временная правительственная корпорация. Введение системы страхования депозитов. FDIC наделена полномочиями по надзору и регулированию всех коммерческих банков. Разделены функции коммерческих и инвестиционных банков, национальным банкам разрешено открывать филиалы, коммерческим банкам запрещено выплачивать проценты по вкладам до востребования, введен «потолок» процентов по срочным вкладам
1934	Национальный жилищный закон (National Housing Act), Закон о ценных бумагах (Securities Exchange Act)	Создана Федеральная корпорация по страхованию сбережений и займов (Federal Savings and Loan Insurance Corporation – FSLIC), которая регулируется советом директоров Федерального банка ипотечного кредитования (Federal Home Loan Bank Board – FHLBB). Создана Комиссия по ценным бумагам (Securities and Exchange Commission – SEC)
1935	Закон о Федеральном кредитном союзе (Federal Credit Union Act), Закон о Банках (The Banking Act) [6]	Утверждены федеральные кредитные союзы. FDIC – постоянное государственное агентство, страховая сумма повышена до $5000. FDIC может выступать ликвидатором разорившихся застрахованных банков, ужесточены требования к новым банкам. Единая ставка взноса для всех банков в фонд страхования депозитов – 1/12% в год от совокупных депозитов. FDIC может осуществлять заимствования у государства – эмитировать долговые ценные бумаги. FDIC может выплачивать возмещение по депозитам со своего счета или через банк-агент
1950	Федеральный закон о страховании депозитов (Federal Deposit Insurance Act) [11]	Увеличен страховой лимит до $10000. FDIC может кредитовать банки, находящиеся на грани закрытия, если их существование важно для местного бюджета, и может проверять национальные банки и банки штатов на уровень страхового риска
1956	Закон о банковских холдинговых компаниях (Bank Holding Company Act)	Банковским холдингам запрещено заниматься небанковской деятельностью через дочерние компании
1975	Закон о раскрытии информации по жилищным ипотекам (Home Mortgage Disclosure Act)	Банкам и кредитным кооперативам разрешено кредитовать население с низким уровнем дохода. Введена система документирования их операций
1977	Закон о коллективном реинвестировании (Community Reinvestment Act)	Банки должны удовлетворять кредитные потребности местности, в которой они принимают депозиты, в том числе – потребности близлежащих отсталых и бедных районов. FDIC обязана проверять все организации на предмет жалоб о несоблюдении условий данного закона
1978	Закон о международных банках (International Banking Act), Закон о регулировании финансовых институтов и о контроле уровня процентной ставки (Financial Institutions Regulatory and Interest Rate Control Act)	Закреплены нормы регулирования для иностранных банков на территории США. Создан Федеральный совет по надзору за финансовыми учреждениями (Federal Financial Institutions Examination Council – FFIEC), в который вошли Совет директоров федерального резерва (FRB), Управление контролера денежного обращения (OCC), представители FDIC, совет директоров Федерального банка ипотечного кредитования (FHLBB), Управления по надзору за сберегательными учреждениями. Установлены требования к внутренним транзакциям банков, к электронным переводам
1980	Закон о дерегулировании депозитных учреждений и контроле за денежным обращением (Depository Institutions Deregulation and Monetary Control Act)	Введена программа постепенной отмены потолков процентных ставок (правило «Q»), создан Комитет по дерегулированию депозитных учреждений; сберегательным учреждениям разрешено выполнять функции коммерческих банков; введено требование, чтобы все финансовые учреждения, открывающие своим клиентам операционные счета, поддерживали обязательные резервы в банках-членах ФРС; увеличены максимальные суммы депозитов, страхуемых FDIC и FSLIC до $100000; разрешено открывать клиентам NOW-счета

Окончание табл. 1

1	2	3
1982	Закон Гарна-Сен-Жермена «О депозитных учреждениях» (Garn-St Germain Depository Institutions Act)	Разрешил банкам и сберегательным институтам открывать депозитные счета денежного рынка и супер NOW-счета; позволил регулирующим органам санкционировать межштатные покупки обанкротившихся банков. Ссудо-сберегательным ассоциациям разрешено иметь в активах до 50% недвижимого имущества
1987	Закон о равных условиях конкуренции в банковской сфере (Competitive Equality Banking Act)	Разрешил рекапитализацию FSLIC в размере $10,75 млн в трехлетний период. Раздел IV закона, «Об ускоренной доступности средств», установил порядок поступления в распоряжение клиентов банков задепонированных средств
1989	Закон о реформировании финансовых институтов, восстановлении и мерах воздействия (Financial Institutions Reform, Recovery, and Enforcement Act) [12]	Разрешил использовать средства налогоплательщиков для покрытия банкротств ссудо-сберегательных ассоциаций. Были созданы: Трастовая корпорация для урегулирования (Resolution Trust Corporation) для закрытия и слияния ассоциаций-банкротов, Финансовая корпорация для урегулирования (Resolution Funding Corporation) для аккумулирования на рынках средств финансирования закрытия и слияния банкротов, Фонд страхования сберегательных ассоциаций, который заменил FSLIC; полномочия FHLB были переданы учреждению по надзору за бесприбыльными институтами (Office of Thrift Supervision), 12 федеральных банков жилищного кредита были переданы под контроль Федеральному совету по жилищному финансированию
1991	Закон об улучшении деятельности Федеральной корпорации страхования депозитов (FDIC Improvement Act) [9]	Каждый федеральный банковский институт обязан предоставлять Федеральной корпорации страхования депозитов отчет о применяемых им принципах финансового учета. Значительно расширены полномочия FDIC. Она может закрывать депозитные учреждения, если их капитал опускается ниже 2%
1993	Закон о ликвидации Трастовой корпорации для урегулирования (RTC Completion Act)	Закрытие Трастовой корпорации для урегулирования и перевод ее капитала и сотрудников во FDIC
1996	Закон о фондах страхования вкладов (Deposit Insurance Funds Act)	Дополнительно принят Закон об экономическом росте и регулировании бумажного оборота (Economic Growth and Regulatory Paperwork Reduction Act). Улучшилась защита потребителей кредитных услуг
1999	Закон «О модернизации финансовых услуг» (Закон Грэма – Лича – Блилея (Gramm-Leach-Bliley Act) [13]	Отменен ограничения по совмещению деятельности коммерческих и инвестиционных банков; разрешено создание финансовых холдинговых компаний – универсальных структур, способных оказывать весь комплекс финансовых услуг (банковские, страховые, инвестиционные)
2005	Закон «О реформировании федеральной системы страхования депозитов» [16]	Объединены фонды страхования депозитов для банков и ссудо-сберегательных ассоциаций, предусмотрена индексация лимита возмещения на уровень инфляции, скорректирован интервал, в пределах которого должен находиться размер фонда FDIC – 1,15–1,50% от совокупного объема застрахованных депозитов, изменена шкала взносов банков, исключена нулевая ставка взноса
2008	«План Полсона» (Emergency Economic Stabilization Act) [8]	Лимит страховых выплат по банковским депозитам увеличен со 100 тыс. долларов до 250 тыс. долларов. Увеличен до неограниченного лимит заимствований FDIC у Министерства финансов

Примечание. * Источник: [15], составлено авторами.

За годы Второй мировой войны банковская система США окрепла: ее активы выросли в два раза, количество разоряющихся банков снизилось. В послевоенные годы динамичное развитие американской банковской системы продолжилось, и в среднем вплоть до 1970 года количество разорявшихся застрахованных банков не превышало 10 в год [1].

В начале 1970-х годов начался период нарастания конкуренции на банковском рынке, сопровождавшийся всплесками нестабильности курсов валют, процентных ставок, цен на сырьевые товары, инфляции и пр. Банки стали активно искать новые рынки. Одновременно крупные компании, являвшиеся главными заемщиками и источниками доходов банков, начали все

больше привлекать средства через эмиссию разного рода ценных бумаг, минуя банки. Появилось множество финансовых компаний и фондов взаимного инвестирования, конкурирующих с банками. Это привело к существенному возрастанию уровня рисков, принимаемых на себя банками и к разорению большего их числа. На размере финансовых потерь FDIC также сказались повышения лимита страхового возмещения – до 40 тысяч долларов в 1974 г. и до 100 тысяч долларов в 1980 г. В **1980** г. впервые был законодательно установлен интервал, в пределах которого должен был находиться фонд страхования депозитов – 1,1–1,4 % от объема застрахованных депозитов [2, 3].

В 1980–1990-е гг. финансовые потери FDIC ежегодно превышали 1 млрд долларов, в том числе по 6 млрд долларов в 1988, 1989 и 1991 гг. Размер фонда страхования депозитов, составлявший на конец 1987 г. 18,3 млрд долларов, к концу **1991 г.** стал отрицательным – минус 7 млрд долларов. Также в **1991 г.** дважды пришлось резко увеличить ставки взносов банков, вначале до 0,195 %, затем до 0,23 %, тогда как ранее они не превышали 0,083 % [1].

С **1992 г.** доходы банков начали расти, а качество их активов – улучшаться. При этом интенсифицировался процесс слияний банков. О стабилизации ситуации также свидетельствовало снижение числа страховых случаев и финансовых потерь FDIC.

Таблица 2

Показатели системы страхования вкладов США за период с 1990 по 2016 гг.

Год	Количество коммерческих банков	Количество сберегательных банков	Количество проблемных банков	Количество обанкротившихся банков	Объем застрахованных депозитов, млрд $	Баланс фонда FDIC, млрд $	Резервный уровень, %
1990	12 343	2 815	1 496	381	2 785	4,1	0,15
1991	11 921	2 561	1 430	268	2 733	– 6,9	– 0,25
1992	11 463	2 390	1 066	179	2 678	0,2	0,01
1993	10 959	2 262	575	50	2 603	14,3	0,55
1994	10 452	2 152	318	15	2 589	23,8	0,92
1995	9 941	2 030	193	8	2 664	28,8	1,08
1996	9 528	1 926	117	6	2 690	35,7	1,33
1997	9 143	1 780	92	1	2 746	37,7	1,37
1998	8 774	1 690	84	3	2 850	39,4	1,38
1999	8 580	1 642	79	8	2 869	39,7	1,38
2000	8 315	1 589	94	7	3 055	41,7	1,37
2001	8 080	1 534	114	4	3 217	41,4	1,29
2002	7 887	1 467	136	11	3 384	43,8	1,29
2003	7767	1 414	116	3	3 453	46,0	1,33
2004	7 628	1 348	80	4	3 622	47,5	1,31
2005	7 523	1 310	52	0	3 891	48,6	1,25
2006	7 397	1 283	50	0	4 154	50,2	1,21
2007	7 279	1 255	76	3	4 292	52,4	1,22
2008	7 076	1 229	252	25	4 751	17,3	0,36
2009	6 829	1 183	702	140	5 408	– 20,9	– 0,39
2010	6 519	1 139	884	157	6 302	– 7,4	– 0,12
2011	6 275	1 082	813	92	6 973	11,8	0,17
2012	6 072	1 011	651	51	7 405	33,0	0,45
2013	5 847	965	467	24	6 005	47,2	0,79
2014	5 607	902	291	18	6 206	62,8	1,01
2015	5 338	844	183	8	6 528	72,6	1,11
2016*	5 170	810	132	5	6 823	80,7	1,18

Примечание. * По состоянию на 30 сентября 2016 г. Источник: [14], составлено авторами.

С **1 января 1993 г.** FDIC ввела систему дифференцированных взносов банков с учетом рисков, которые каждый из них накладывает на фонд страхования депозитов. Каждый банк относился к одной из девяти групп риска, исходя из показателей достаточности капитала и надзорного рейтинга. Также FDIC было предоставлено право самой закрывать банки, ранее это мог делать только банковский регулятор. Было установлено, что FDIC должна применять метод урегулирования несостоятельности банка, являющийся наименее затратным для фонда страхования депозитов. В 1993 г. удалось преодолеть и дефицит фонда страхования депозитов, а к маю 1995 г. он достиг предписанного уровня в 1,25%. Потому с 1 июня 1995 г. снизились ставки взносов банков: банки с минимальным риском – 0,04%, наиболее рискованные банки – 0,31% [2]. С **1 января 1996 г.** ставки были еще раз снижены: минимальная – до нуля, максимальная – до 0,27%.

В **2007–2008 гг.** американская банковская система столкнулась с серьезными проблемами. Существенно снизились доходы банков, ухудшилось качество активов, возросло количество банкротств. Если в 2007 г. произошло только 3 страховых случая с мелкими банками, то за 2008 г. их было уже 25, причем в числе разорившихся были уже и крупные банки [15].

В **октябре – ноябре 2008 г.** был реализован ряд мер, направленных на повышение стабильности банковской системы и повышение уровня защищенности граждан страны в условиях непрекращающегося финансового кризиса. В частности, началась реализация программы FDIC по полному гарантированию новых долговых обязательств банков и остатков на беспроцентных транзакционных счетах в финансовых институтах, а также программы системного смягчения условий ипотечных кредитов. Была изменена расчетная база для исчисления страховых взносов банков в фонд. Ставка взноса стала применяться не к объему страхуемых депозитов, а к средним совокупным активам за минусом среднего материального капитала (tangible equity). Последствия мирового финансового кризиса привели к тому, что в 2010 г. было уже 157 обанкротившихся банков, и баланс средств фонда был отрицательным. В **2015 г.** произошло 8 страховых случаев, а отношение баланса фонда к размеру застрахованных депозитов на 30 сентября 2016 г. составляло 1,18%. При этом целевой уровень FDIC – 1,35% к 2020 г. (подробнее в табл. 2).

Отметим, что установление на законодательном уровне целевого уровня соотношения баланса фонда к объему застрахованных депозитов позволяет наглядно оценивать эффективность работы системы. По данным АСВ, на 1 октября 2016 г. объем застрахованных депозитов в российских банках составлял 23041 млрд рублей. С учетом суммы остатка чистого фонда страхования вкладов (42,2 млрд руб.), резервный уровень АСВ составил 0,18%, что значительно ниже показателей FDIC. Недостаток данного подхода в том, что FDIC вынужден взимать невысокие страховые тарифы в благоприятные периоды развития экономики и высокие в периоды банковских кризисов для обеспечения соответствующего соотношения DRR.

Таким образом, для развития механизма страхования вкладов в России необходимо внедрение дифференцированных ставок взносов в страховые фонды в зависимости от финансовых показателей деятельности профессиональных участников. Поскольку более крупные, более надежные организации не должны оплачивать банкротства мелких, ведущих более рискованную деятельность участников финансового рынка. Кроме того, компенсационный механизм должен быть унифицирован для всех участников финансового рынка: случай – лишение лицензии – страховые выплаты – банкротство.

Список литературы

1. Кротов Н.И. История создания российской системы страхования банковских вкладов (Свидетельства очевидцев. Документы) [Текст] / Н.И. Кротов. – М.: Экономическая летопись, 2009. – 568 с.

2. Турбанов А.В. Федеральной системе страхования депозитов США – 75 лет [Текст] / А.В. Турбанов, Н.Н. Евстратенко // Деньги и кредит. – 2008. – № 12. – С. 47–52.

3. Ткебучава Л.Д. Финансово-правовое регулирование системы страхования банковских вкладов: сравнительно-правовое исследование: дис...канд. юр. наук: 12.00.14. – М., 2010. – 204 с.

4. Яблокова И.В., Волков С.Д. Актуальность развития правового механизма защиты депозитов частных лиц в современной банковской системе [Текст] / И.В. Яблокова, С.Д. Волков // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2015. – № 2. – С. 132–142.

5. Banking Act of 1933 (June 22, 1933). [Электронный ресурс] // Federal Reserve Bank of New York Circulars. Federal Reserve Archival System for Economic Research (FRASER). – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://fraser.stlouisfed.org/scribd/?item_id=15952&filepath=/files/ docs/historical/ny%20circulars/1933_01248.pdf (дата обращения: 30.01.2017).

6. Banking Act of 1935, Public Law no. 305, 49 Stat. 684 (Aug. 23, 1935). [Электронный ресурс] // FederalReserveHistory.org. – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: http://www.federalreservehistory.org/Media/Material/Event/26-284 (дата обращения: 30.01.2017).

7. Emergency Banking Relief Act of March 9, 1933, Public Law 73-1, 48 STAT 1. [Электронный ресурс] // Series: Enrolled Acts and Resolutions of Congress, 1789 – 2011. – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://research.archives.gov/id/299829 (дата обращения: 30.01.2017).

8. Emergency Economic Stabilization Act of 2008 (P.L. 110-343). [Электронный ресурс] // https://www.gpo.gov. – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/ PLAW-110publ343/pdf/PLAW-110publ343.pdf (дата обращения: 30.01.2017).

9. Federal deposit insurance corporation improvement act of 1991. [Электронный ресурс] // https://www.fdic.gov/ – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.fdic.gov/regulations/laws/rules/8000-2400.html (дата обращения: 30.01.2017).

10. Federal Reserve Act Public Law 63-43, 63d Congress, H.R. 7837 [Электронный ресурс] // https://www.federalreserve.gov. – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.federalreserve.gov/aboutthefed/fract.htm (дата обращения: 30.01.2017).

11. Federal Deposit Insurance Act of 1950, Pub.L. 81–797, 64 Stat. 873. [Электронный ресурс] // https://www.fdic.gov/ – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.fdic.gov/regulations/laws/rules/1000-100.html (дата обращения: 30.01.2017).

12. Financial institutions reform, recovery and enforcement act of 1989. [Электронный ресурс] // https://www.fdic.gov/ – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.fdic.gov/regulations/laws/rules/8000-3100.html (дата обращения: 30.01.2017).

13. Financial Services Modernization Act of 1999, (Pub.L. 106–102, 113 Stat. 1338, enacted November 12, 1999). [Электронный ресурс] // https://www.gpo.gov – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-113/pdf/STATUTE-113-Pg1338.pdf (дата обращения: 30.01.2017).

14. Research & Analysis of Federal Deposit Insurance Corporation [Электронный ресурс] // https://www.fdic.gov/ – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.fdic.gov/bank/ statistical/stats/ (дата обращения: 30.01.2017).

15. The First Fifty Years A History of the FDIC 1933–1983. [Электронный ресурс] // Federal Deposit Insurance Corporation. Washington, D.C. 1984. – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.fdic.gov/bank/analytical/firstfifty/ (дата обращения: 30.01.2017).

16. The Federal Deposit Insurance Reform Act of 2005 (P.L. 109-171). [Электронный ресурс] // https://www.gpo.gov – Электрон. текст. дан. – М., 2017. – URL: https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/ PLAW-109publ171/pdf/PLAW-109publ171.pdf (дата обращения: 30.01.2017).

УДК 330.43

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА НАЛОГА НА ДОХОДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В РЕГИОНАХ РФ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Исмиханов З.Н., Ремиханова Д.А., Рабаданова З.Р.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, e-mail: zaur_7979@mail.ru

Прогнозирование и планирование налоговых доходов являются одним из важных аспектов управления экономикой. При этом не менее важным моментом является объективность планов по сбору налогов. Одним из необходимых условий обеспечения объективности является использование инструментария математического моделирования в процессе налогового прогнозирования. В работе предлагаются регрессионные модели для прогнозирования налога на доходы физических лиц в регионах РФ. Они описывают зависимость поступлений по налогу на доходы физических лиц от различных показателей развития территории. В моделях дана количественная оценка полученных взаимосвязей. Доля поступлений по данному налогу в консолидированных бюджетах регионов РФ составляет в среднем около 34% всех налоговых доходов. При построении моделей использован метод регрессионного анализа. Эти модели проверены на адекватность и обладают хорошими статистическими качествами для использования в прогнозировании. Используя в практике планирования построенные нами регрессионные модели, можно выявить относительное изменение поступления налога на доходы физических лиц в зависимости от повышения или снижения различных существенных социально-экономических показателей.

Ключевые слова: прогнозирование, средняя эластичность, регрессионная модель, регрессионный анализ

ESTIMATES INCOME TAX OF INDIVIDUALS IN RUSSIAN REGIONS THROUGH REGRESSION MODEL

Ismikhanov Z.N., Remikhanova D.A., Rabadanova Z.R.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: zaur_7979@mail.ru

Forecasting and planning of tax revenues are one of the important aspects of economic management. At the same time, an equally important point is the objectivity of plans to collect taxes. One of the necessary conditions for ensuring objectivity is the use of mathematical modeling tools in the process of tax forecasting. The paper suggests regression models for forecasting the personal income tax in the regions of the Russian Federation. They describe the dependence of income on personal income tax on various indicators of the development of the territory. In the models a quantitative evaluation of the obtained relationships is given. The share of revenues for this tax in the consolidated budgets of the regions of the Russian Federation is an average of about 34% of all tax revenues. When constructing models, the regression analysis method was used. These models are tested for adequacy and have good statistical qualities for use in forecasting. Using regression models constructed in the practice of planning, it is possible to reveal the relative change in the income of the personal income tax, depending on the increase or decrease of various significant socio-economic indicators.

Keywords: forecasting, average elasticity and regression model, regression analysis

Для совершенствования процесса налогового планирования на современном этапе развития экономики большинства стран имеет место необходимость разработки новых методик, основанных на всестороннем учете множества влияющих факторов на величину поступлений налоговых платежей в бюджетную систему различного уровня [1, 4].

Прогнозирование налоговых доходов бюджета должно осуществляться исходя из того, что это сложный и многоэтапный процесс. В этой связи возникает необходимость разработки системы таких мер по решению задач прогнозирования налоговых поступлений, которые позволили бы объективно оценить величину поступлений платежей по каждому налогу на определенный период с учетом наиболее существенных влияющих факторов. Для решения подобных задач актуальным на сегодняшний день является инструментарий эконометрического моделирования. Одним из важнейших инструментов данного метода является корреляционно-регрессионный анализ.

В литературе вопросу применения различных количественных методов в прогнозировании макроэкономических показателей уделяется достаточное внимание [2, 5, 6].

Необходимо также отметить и некоторые авторские работы по этому направлению [3], где построены значимые эконометрические многофакторные модели прогнозирования налоговых поступлений и выявления тенденций развития макроэкономических показателей региона.

В работе нами предпринята попытка построить оригинальные по структуре и составу факторов регрессионные модели прогнозирования объемов поступлений по налогу на доходы физических лиц.

Данные, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, каково же значение налога на доходы физических лиц в формировании доходной части консолидированных бюджетов регионов РФ в 2015 г. Так, в указанном году доля НДФЛ в общих доходах КБ субъектов РФ составляла 31%. Если говорить в разрезе федеральных округов, то почти во всех округах его доля составляла свыше 30%. Данный факт еще раз говорит об актуальности задачи планирования данного налога на основе регрессионных моделей.

Таблица 1

Данные структуры доходов консолидированных бюджетов регионов РФ в 2015 г. (в разрезе некоторых федеральных округов)

Федеральный округ/ регионы	Доходы, всего, млн руб.	Налог на прибыль организаций	НДФЛ	Налог на имущество	Безвозмездные поступления	Доля НДФЛ в общих доходах
Центральный федеральный округ						
Белгородская область	81 081,9	11 507,1	23 738,6	12 739,4	20 569,1	29,3
Брянская область	49 827	3 118,2	11 518,2	3 979,1	23 700,6	23,1
…	…	…	…	…	…	…
Орловская область	31 958,5	2 822,2	8 219,1	2 912,9	12 109,9	25,7
Рязанская область	50 598,6	7 740,3	14 617,8	7 185,0	11 913,6	28,9
Смоленская область	38 559,7	7 987,0	11 624,1	4 743,7	7 303,5	30,1
Тамбовская область	48 751,6	6 108,7	10 819,0	4 949,7	19 842,6	22,2
Тверская область	62 121,1	10 786,5	16920,6	9 768,8	11 245,3	27,2
Тульская область	75 423,2	16 973,3	20191,2	7 048,1	13 963,0	26,8
Ярославская область	64 758,4	10 288,5	18589,1	9 918,2	8 808,2	28,7
г. Москва	1 673 525,8	484 746,1	695 411	144 111,1	75 323,7	41,6
Итого	**3 090 416,0**	**735 401,7**	**1 114 094**	**343 619,7**	**346 180,5**	**Ср. 28,4**
в% к итогу	**100,0**	**23,8**	**36,0**	**11,1**	**11,2**	
Северо-Западный федеральный округ						
Республика Карелия	34 801,5	3 114	10 131,4	3 274,9	10 535,8	29,1
Республика Коми	67 419,7	16 371,9	21 870,5	13 150,2	6 649,1	32,4
…	…	…	…	…	…	…
Архангельская область	78 414,3	15 877,2	23 195,5	7 337,4	19 120,8	29,6
Псковская область	26 843,0	2 617,0	7 474,8	2 262,4	9 400,2	27,8
г. Санкт-Петербург	447 420,2	111 528,6	181 021,2	46 388,9	24 073,1	40,5
Ненецкий автономный округ	18 470,6	3 438,8	2 422,3	4 373	904,5	13,1
Итого	**1 019 572,0**	**241 372,7**	**342 693,7**	**123 024,8**	**124 972,2**	**Ср. 28,9**
в% к итогу	**100,0**	**23,7**	**33,6**	**12,1**	**12,3**	
Южный федеральный округ						
Республика Адыгея	17 004,7	1 424,5	3 549,4	1 523,9	7 112,8	20,9
Республика Калмыкия	11 257,5	471,0	1 754,9	1 048,4	6 112,4	15,6
Краснодарский край	236 840,6	37 244,9	73 613,3	37 978,3	36 907,6	31,1
Астраханская область	38 627,0	7 984,9	11 653,5	5 514,1	7 326,1	30,2
Волгоградская область	100 282,9	19 488,0	27 219,1	12 330,5	22 628,5	27,1
Ростовская область	170 793,4	25 938,8	49 720,2	22 932,9	38 655,5	29,1
Итого	**574 806,1**	**92 552,1**	**167 510,4**	**81 328,1**	**118 742,9**	**Ср. 25,7**
в% к итогу	**100,0**	**16,1**	**29,1**	**14,1**	**20,7**	
…	**…**	**…**	**…**	**…**	**…**	**…**
РФ, всего, млрд руб.	**9 308,2**	**2 107,6**	**2 807,8**	**1 068,6**	**1 683,0**	
в% к итогу	**100,0**	**22,6**	**30,2**	**11,5**	**18,1**	

Таким образом, целью нашего исследования является построение регрессионных уравнений (моделей), описывающих зависимость объема налога на доходы физических лиц от различных социально-экономических показателей развития региона, построенных в разрезе федеральных округов.

Корреляционно-регрессионный анализ и построение регрессионных уравнений взаимосвязи налога на доходы физических лиц и показателей развития региона

На первом этапе исследования были выделены различные показатели развития регионов, которые должны в последующем стать основой для построения регрессионных моделей прогнозирования налога на доходы физических лиц. Таковыми факторами являются следующие:

Z_1 – среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.;

Z_2 – среднедушевые денежные доходы населения, руб.;

Z_3 – среднемесячная заработная плата, руб.;

Z_4 – общая численность населения, тыс.чел.;

Z_5 – численность безработного населения, тыс. чел.;

Z_6 – средние душевые расходы, тыс. руб.;

Z_7 – объем платных услуг, тыс. руб.

На начальном этапе исследования нами применена процедура экспертного оценивания значимости влияния факторов на поступление по налогу на доходы физических лиц. Согласование мнений экспертов было проведено с применением медианы Кемени. Так как факторы для различных регионов (федеральных округов) имеют различное значение, то были привлечены эксперты, представляющие различные субъекты РФ. Для этого была организована сетевая экспертиза.

Далее в исследовании в результате проведенных стандартных процедур корреляционно-регрессионного анализа с применением средств вычислительной техники построены статистически значимые регрессионные уравнения, которые показывают зависимость налога на доходы физических лиц от различных показателей развития регионов в разрезе федеральных округов (табл. 2–12).

На первом этапе подобных процедур нами построена матрица коэффициентов корреляции между социально-экономическими показателями развития регионов Центрального федерального округа за 2015 гг. С ее помощью нами определены показатели, имеющие тесную корреляционную связь ($r > 0,7$). Они одновременно не будут включены как факторы-аргументы в многофакторные регрессионные уравнения. Также выявлена тесная связь между результативным показателем (Y – поступления налога на доходы физических лиц) и такими макроэкономическими показателями регионов ЦФО, как Z_1 (среднегодовая численность занятых в экономике), Z_2 (среднедушевые денежные доходы населения), Z_3 (среднемесячная заработная плата), Z_4 (общая численность населения).

Для регионов Центрального федерального округа получены различные регрессионные уравнения, по которым можно сделать вывод о зависимости величины поступлений налога на доходы физических лиц от изменения социально-экономических показателей развития регионов. Выявлено, что максимальное значение среднего коэффициента эластичности (0,94) имеет показатель Z_2 – среднедушевые денежные доходы населения. Это говорит о том, что при изменении данного показателя населения на 1% от своего среднего значения объем поступлений по налогу на доходы физических лиц изменится на 0,94% от своего среднего значения (табл. 3).

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции (Центральный федеральный округ)

	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7
Y	1							
Z_1	0,84	1						
Z_2	0,82	0,76	1					
Z_3	0,84	0,42	0,74	1				
Z_4	0,78	0,78	0,41	0,24	1			
Z_5	0,68	– 0,76	– 0,32	– 0,45	0,68	1		
Z_6	0,59	0,62	0,71	0,82	0,52	– 0,71	1	
Z_7	0,55	0,63	0,52	0,35	0,65	– 0,53	0,58	1

Таблица 3

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению экономических показателей регионов Центрального федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 29436,1 + 15,8 * Z_1$	0,69	0,74
$Y = 82813,2 + 0,12 * X_2 + 1,2 * Z_4$	0,63	Z_2 – 0,79, Z_4 – 0,68
$Y = 192198,4 + 0,32 * X_3 - 0,12 * Z_5$	0,64	Z_3 – 0,71, Z_5 – 1,01
$Y = 87914,1 + 0,11 * X_2 + 1,01 * Z_4$	0,68	Z_2 – 0,94, Z_7 – 1,01
$Y = 69897,7 + 0,7 * Z_2$	0,76	1,02

Таблица 4

Матрица коэффициентов корреляции (Северо-западный федеральный округ)

	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7
Y	1							
Z_1	0,81	1						
Z_2	0,89	0,78	1					
Z_3	0,82	0,48	0,71	1				
Z_4	0,77	0,72	0,44	0,28	1			
Z_5	0,71	– 0,71	– 0,38	– 0,35	0,68	1		
Z_6	0,41	0,66	0,77	0,76	0,42	– 0,77	1	
Z_7	0,52	0,64	0,57	0,32	0,58	– 0,48	0,61	1

Таблица 5

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению экономических показателей регионов Северо-Западного федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 7513,9 + 8,3 * Z_1$	0,82	1,01
$Y = 7262,2 + 17,1 * Z_1 - 0,34 * Z_5$	0,72	Z_1 – 0,87, Z_5 – 0,98
$Y = -7657,3 + 2,8 * Z_2$	0,84	1,12
$Y = 10349,4 + 1,1 * Z_2 + 0,79 * Z_4$	0,77	Z_2 – 1,07, Z_5 – 1,28

Для регионов Северо-Западного федерального округа получены несколько значимых регрессионных уравнений (однофакторных и многофакторных) линейного вида.

По ним можно сделать вывод о том, как в среднем изменяется величина налоговых поступлений по НДФЛ в зависимости от изменения различных социально-экономических показателей (табл. 5).

Далее для регионов Южного федерального округа также была построена матрица коэффициентов корреляции между макроэкономическими показателями (табл. 6). И на ее основе были сделаны выводы о целесообразности включения в регрессионные уравнения различных факторов, результаты которых приведены в табл. 7.

По анализу табл. 7 можно отметить следующее. Для регионов Южного федерального округа наиболее значимым фактором (показатель эластичности равен 1,3), имеющим существенное влияние на поступление объема налога на доходы физических лиц, оказался Z_1 – среднегодовая численность занятых в экономике. Также на поступление платежей по этому налогу оказывает существенное влияние показатели Z_2 – среднедушевые денежные доходы населения, коэффициент эластичности которого составил 1,14, Z_5 – численность

безработного населения с коэффициентом эластичности 1,18.

Вообще говоря, коэффициент эластичности исключительно для уравнений степенного вида имеет постоянное значение и равен значению параметра *b*. В иных уравнениях показатель эластичности зависит от значения аргумента Z_i [6]. В связи с этим для расчета коэффициента эластичности необходимо выполнить дополнительные эксперименты. Они рассчитаны в работе для линейной и экспоненциальной функций [5].

Для регионов Северо-Кавказского федерального округа построены регрессионные уравнения, по которым можно сделать вывод о высоком значении эластичности для таких показателей, как среднегодовая численность занятых в экономике (Z_1) и среднедушевые расходы (Z_6). Например, рост последнего показателя на 1% приводит к увеличению налога лишь на 1,05% (табл. 8).

Далее в работе построены регрессионные уравнения для регионов Приволжского, Дальневосточного и Сибирского федеральных округов (табл. 9–11). Анализируя результаты данного этапа исследования, можно сделать вывод об эластичности налога на доходы физических лиц по таким показателям, как среднегодовая численность занятых в экономике (Z_1), численность безработных (Z_5) и среднемесячная заработная плата (Z_3).

Последним этапом построения регрессионных уравнений зависимости поступлений по налогу на доходы физических лиц от различных социально-экономических показателей регионов был этап построения регрессионных зависимостей объема налога на доходы физических лиц (*N*) от величины валового регионального продукта (VRP) регионов в разрезе федеральных округов (табл. 12).

Таблица 6

Матрица коэффициентов корреляции (Южный федеральный округ)

	Y	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7
Y	1							
Z_1	0,77	1						
Z_2	0,83	0,77	1					
Z_3	0,76	0,48	0,75	1				
Z_4	0,41	0,72	0,33	0,32	1			
Z_5	0,70	– 0,77	– 0,32	– 0,37	0,66	1		
Z_6	0,38	0,64	0,72	0,73	0,42	– 0,72	1	
Z_7	0,43	0,68	0,57	0,32	0,58	– 0,44	0,63	1

Таблица 7

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению экономических показателей регионов Южного федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 12,9 * Z_2^{1,11}$	0,78	1,14
$Y = 4,9 * e^{0,0011 * Z_3}$	0,64	1,04
$Y = -98548,7 + 9,4 * Z_1$	0,75	1,3
$Y = 7669,7 + 6,6 * Z_1 - 2,9 * Z_5$	0,76	Z_2 – 0,97, Z_5 – 1,18

Таблица 8

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению показателей регионов Северо-Кавказского федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 41,7 * Z_3^{0,59}$	0,83	0,94
$Y = 3,58 * e^{0,0011 * Z_1}$	0,76	1,08
$Y = 14967,4 + 63,9 * Z_2 + 1,14 * Z_6$	0,66	Z_2 – 0,92, Z_6 – 1,05

Таблица 9

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению экономических показателей регионов Приволжского федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 6,8 * Z_1^{1,6}$	0,87	1,6
$Y = 6581,3 + 2,8 * Z_2$	0,77	1,04
$Y = 85256,4 + 5,6 * Z_4$	0,81	0,97

Таблица 10

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению экономических показателей регионов Сибирского федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 17,9 * Z_2^{1,1}$	0,84	1,1
$Y = 5,7 * e^{0,0012 * Z_1}$	0,77	1,12
$Y = 54428,4 + 2,7 * Z_4 - 2,8 * Z_5$	0,68	1,02

Таблица 11

Регрессионные уравнения прогнозирования налога на доходы физических лиц по изменению экономических показателей регионов Дальневосточного федерального округа

Вид уравнения	R^2	Показатели эластичности, %
$Y = 213,5 * Z_1^{0,75}$	0,86	0,75
$Y = 3,9 * e^{0,0011 * Z_2}$	0,69	1,1

Таблица 12

Регрессионные уравнения прогнозирования объемов поступлений налога на доходы физических лиц по изменению величины валового регионального продукта регионов федеральных округов в 2015 г.

Федеральный округ	Вид уравнения	Коэффициент детерминации, R^2
Центральный федеральный округ	$N = 4364,2 * VRP^{0,28}$	0,76
Северо-Западный федеральный округ	$N = 5165,6 * VRP^{0,19}$	0,72
Южный федеральный округ	$N = 6859,2 * VRP^{0,24}$	0,72
Северо-Кавказский федеральный округ	$N = 5258,1 * VRP^{0,48}$	0,68
Уральский федеральный округ	$N = 7865,7 * VRP^{0,33}$	0,67
Сибирский федеральный округ	$N = 3785,1 * VRP^{0,37}$	0,69

Анализ результатов построения регрессионных уравнений, приведенных в табл. 12, позволяет сделать ряд существенных выводов.

Во-первых, все регрессионные уравнения представляют собой зависимости степенного вида, коэффициент эластичности которых (параметр в степени аргумента уравнения) есть величина постоянная.

Во-вторых, объем поступлений налога на доходы физических лиц является неэластичным по показателю валового регионального продукта (*VRP*), так как коэффициент эластичности оказался меньше 1 для всех уравнений.

В-третьих, наибольшее значение коэффициента эластичности выявлено для регресси-

онного уравнения, построенного по Северо-Кавказскому федеральному округу (0,48).

Выводы

Построенные в исследовании регрессионные уравнения (модели) являются оригинальными. Это касается как состава факторов, включенных в каждое уравнение, так и структуры уравнений. Применяя данные уравнения, можно проводить прогнозные расчеты по определению величины поступлений налога на доходы физических лиц в зависимости от таких социально-экономических показателей развития региона, как среднегодовая численность занятых в экономике, среднедушевые денежные доходы населения, среднемесячная заработная плата, численность безработного населения, среднедушевые расходы.

Практическую значимость имеют также и уравнения, описывающие зависимость поступлений по налогу на доходы физических лиц от уровня валового регионального продукта регионов. Они построены для шести федеральных округов России и могут быть применены в расчетах по макроэкономическому прогнозированию и планированию налоговых поступлений на уровне субъектов РФ.

Результаты выполненного исследования могут быть использованы в реализации государственной социально-экономической политики в регионах. В частности, рекомендации и выводы, сделанные на основе этих результатов, позволяют повысить объективность прогнозных расчетов налога на доходы физических лиц, стать основой для разработки параметров социально-экономического прогнозирования развития территории.

Список литературы

1. Балакин Р.В., Малкина М.Ю. Факторный и кластерный анализ налоговых доходов регионов Российской Федерации // Вопросы управления. – 2013. – № 25. – С. 64–72.

2. Гираев В.К. Прогнозирование налоговых поступлений с помощью цепных матричных моделей // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2015. – № 30 (264). – С. 23–30.

3. Исмиханов З.Н., Нажмутдинова С.А., Абдулаев Н.А. Трендовые модели для прогнозирования социально-экономического развития региона (на материалах Республики Дагестан) // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 3 (ч. 2). – С. 307–311.

4. Колесников В.В. Классификация факторов, влияющих на эффективность формирования налоговых доходов бюджета субъектов РФ // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки . – 2010. – № 2–1. – С. 244–249.

5. Суханова Е.И., Ширнаева С.Ю. Статистические инструменты прогнозирования макроэкономических показателей // Развитие экономических и межотраслевых наук в XXI веке (Россия, г. Новосибирск, 6–7.02.2015). – 2015. – № 1 (8). – Ч. 1. – С. 146–149.

6. Шарманлжиева А.А. Методы эконометрического анализа финансовых показателей // Инновационная наука. – 2015. – № 11–1. – С. 193–196.

УДК 330.34/.35

АНАЛИЗ ОТРАСЛЕВЫХ ТРЕНДОВ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ БАЗОВЫХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ОТРАСЛЕЙ

Кожевина О.В., Трифонов П.В.

ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, e-mail: ol.kozhevina@gmail.com, tpv2005@mail.ru

В статье выявлена взаимосвязь проблем устойчивого развития экономики на макро-, мезо- и микроуровнях, обоснованы ключевые положения динамической устойчивости отраслей и отраслевых комплексов как базиса устойчивого развития экономики. Объектом исследования являются динамика и механизмы устойчивого развития разных типов отраслей российской экономики. На основе адаптации зарубежного опыта управления устойчивым развитием отраслей экономики, в том числе стран-членов ОЭСР, выделены приоритеты, создающие национальные конкурентные преимущества, на основе которых выявлены составляющие устойчивого развития отраслей российской экономики, разработаны перспективные методы анализа отраслевых трендов российской экономики в контексте базовых принципов устойчивого развития ОЭСР. Определены, по результатам комплексного исследования, проблемы измерения и анализа устойчивого развития разных типов отраслей (по ОКВЭД). Результаты анализа могут рассматриваться как информационная база данных при разработке стратегий устойчивого развития разных типов отраслей российской экономики, с учетом рисков их реализации и наличия обеспечивающих институциональных механизмов. В заключении статьи сформулированы выводы. В частности, трансформация отраслевых комплексов всегда затрагивает институциональную конструкцию социально-экономической системы, изменяя природу процессов, обостряя внутренние проблемы, возникающие на микро- и мезоуровнях, и распространяя свое воздействие на макроэкономический уровень отраслевой системы экономики.

Ключевые слова: отрасли российской экономики, ОКВЭД, устойчивое развитие, принципы, тренды и динамика развития отраслей

ANALYSIS OF INDUSTRY TRENDS OF THE RUSSIAN ECONOMY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE BASIC PRINCIPLES OF DIFFERENT TYPES OF INDUSTRIES

Kozhevina O.V., Trifonov P.V.

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, e-mail: ol.kozhevina@gmail.com, tpv2005@mail.ru

The article revealed the relationship problems of sustainable development of the economy at the macro, meso and micro levels, proved the key provisions of the dynamic stability of branches and branch facilities as a basis for sustainable economic development. Object of research are the dynamics and mechanisms of sustainable development of different types of sectors of the Russian economy. On the basis of the adaptation of foreign experience of management of sustainable development of economic sectors, including the countries members of the OECD, highlighted the priorities of creating national competitive advantage, based on which the identified components of the sustainable development of the Russian economy, developed advanced methods of analysis of industry trends in the Russian economy in the context of the basic principles OECD sustainable development. Determine the results of a comprehensive study, the problem of measurement and analysis of the sustainable development of different types of industries. Results of the analysis can be considered as an information database in the development of sustainable development strategies for various types of sectors of the Russian economy, taking into account the risks of implementing and ensuring the availability of institutional arrangements. In conclusion, the article stated conclusions. In particular, the transformation of industrial complexes always affect the institutional structure of socio-economic system, changing the nature of the process, aggravating internal problems at the micro and meso levels, and extending its impact on the macroeconomic level branch economy system.

Keywords: branches of the Russian economy, the National Classification of economic activities, sustainable development principles, trends and dynamics of the development of industries

Устойчивое развитие отраслей российской экономки возможно посредством смены технологического уклада, имеющего долгосрочные позитивные тенденции, и формирования институционального каркаса с трансформацией взаимоотношений государство – отрасли – рынок. Анализ структуры экономики России показывает, что ключевой проблемой ее развития является структурная несбалансированность [1, 4]. Как свидетельствует мировой опыт, функционирование институтов развития и решение структурных проблем позволяют создать условия эффективного взаимодействия отраслей экономики, обеспечить предпосылки повышения конкурентоспособности и долгосрочного роста национальной экономики. За последние

годы в России модель экономической политики существенно трансформировалась. Роль международных торговых отношений возросла и обусловила интеграцию российской экономики в систему мирохозяйственных связей, в связи с этим российская экономика сталкивается с серьезными вызовами, снижением темпов технологического развития, что непосредственно отражается на производительности труда и конкурентоспособности продукции, особенно обрабатывающей отрасли. Продукция отечественной обрабатывающей отрасли находится в условиях острой конкуренции со стороны импортных, более экономически привлекательных товаров массового потребления и продукции, обладающей высоким технологическим потенциалом. Внешняя торговля работает по схеме обмена сырьевых товаров на продукцию с высокой долей добавленной стоимости. Большинство российских и зарубежных экономистов сходятся во мнении, что одним из условий устойчивого роста российской экономики в среднесрочной перспективе являются опережающие темпы роста производства в отраслях обрабатывающей промышленности. Ввиду этого особую актуальность приобретает потребность по определению секторов экономики, имеющих высокий стратегический потенциал роста. Как дальнейшие действия государства для решения системных экономических проблем целесообразен выбор приоритетных (системообразующих) отраслей экономики и реализация госпрограмм поддержки посредством стимулирования их устойчивого экономического развития. Одним из факторов выбора для стимулирования роста таких отраслей является уровень конкурентоспособности продукции на национальном рынке сбыта. В связи с этим возникает потребность в разработке модели оценки конкурентоспособности отдельных отраслей промышленности.

Оценка конкурентоспособности и устойчивости отраслей экономики является сложной задачей, в настоящее время не существует общепринятых методик, позволяющих получать подобные количественные оценки. Отсутствует обоснованный анализ механизмов воздействия устойчивости отраслей на основные макроэкономические показатели.

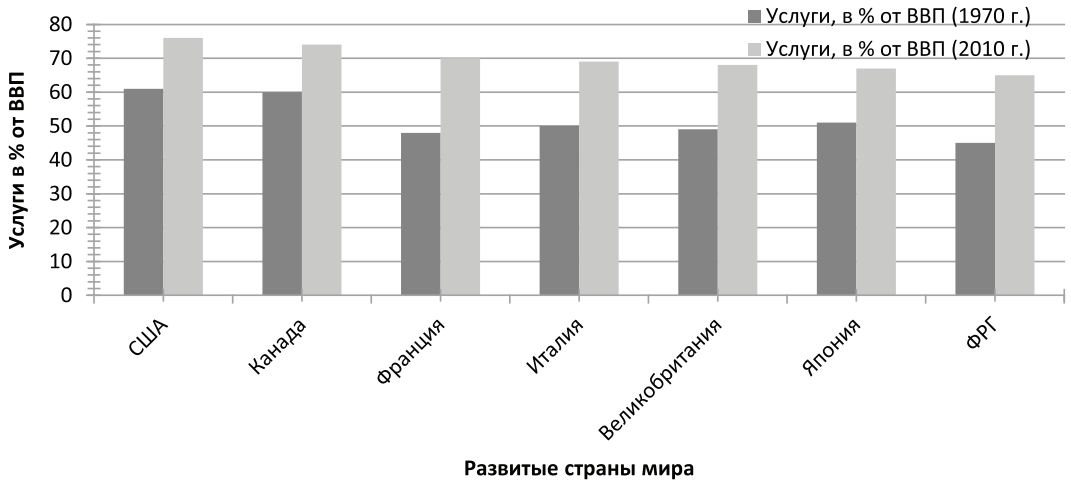
Согласно теории цикличности, причиной стагнации и последующего экономического кризиса, в большинстве случаев является наличие глубоких структурных диспропорций [2, 3]. Вследствие этого возникает необходимость в оценке и прогнозе определенной оптимальной (в данном случае, под оптимальностью понимается возможность обеспечивать эффективное воспроизводство) структуры отраслей экономики, которая позволила бы управлять рисками и обеспечить устойчивый рост национальной экономики. По мнению А. Акаева, А. Михайлушкина [5], в структуре ключевого показателя оценки эффективности экономики ВВП стран ОЭСР, в разрезе отраслей, выявлена следующая закономерность – устойчивую тенденцию за последние 40 лет к росту имели две отрасли «финансовая деятельность» и «операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг» (табл. 1).

В экономике развитых стран сервисная деятельность организаций играет важную роль. Огромный скачок производительности в производственном секторе и сельском хозяйстве в середине XX века определил, что значительная часть экономических ресурсов перешла в сферу услуг (рисунок).

Таблица 1

Значение эталона для отраслевой структуры ВВП [5]

№ п/п	Наименование отрасли	Доля, %
1	Сельское хозяйство, охота, лесоводство и рыболовство	2,2
2	Горнодобывающая промышленность	0,9
3	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2,5
4	Строительство	6,2
5	Оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны	14,1
6	Транспорт и связь	7,5
7	Финансы, страхование, недвижимость и бизнес- услуги	25,4
8	Услуги: индивидуальные, социальные и общественные	21,4
9	Обрабатывающая промышленность	19,8
	Всего	100



Услуги в % от ВВП в развитых странах мира, в 1970–2010 гг. [7]

Переход к обществу потребления определил создание «глобального сервисного пространства». Сектор услуг в ряде ведущих западных стран постиндустриального общества занимает от 65 до 80% объема совокупного общественного производства. В сфере услуг трудятся около ¾ трудоспособных граждан, а объем инвестиций превышает половину общей суммы капиталовложений в экономику страны. Лидером в области оказания услуг являются США – до 80% коммерческих предприятий относится к индустрии сервиса. Рост объема сервисной деятельности в развитых странах связан с тем, что он обеспечивает: повышение экономического потенциала страны; повышение трудовой занятости населения; экономию времени и средств потребителей товаров и услуг; повышение качества жизни населения; развитие культуры производства [7].

Отличительной чертой экономики Российской Федерации является выраженная диспропорция секторов «промышленность» и «услуги» в сравнении со стандартами ОЭСР: вес «горнодобывающей промышленности» и «производства и распределения электроэнергии, газа и воды» в национальной экономике составляет более 20% и в составе сектора «обрабатывающая промышленность» более 70%, а в странах ОЭСР структура имеет обратные пропорции – «обрабатывающая промышленность» составляет порядка 60% в секторе «промышленность». Это обуславливает более высокую экономическую эффективность, поскольку обрабатывающая промышленность имеет более высокую долю добавленной стоимости.

Падение производительности труда наблюдается в подавляющем большинстве отраслей экономики России, за исключением «сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства, рыболовства, рыбоводства». Данные отрасли имеют минимальную зависимость от закупок ресурсов на внешних рынках и ориентированы на внутренний рынок, положительную роль сыграли программы государственной поддержки сельского хозяйства. Следует отметить, что минимальные негативные колебания имеют отрасли «строительство» и «оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны». Точкой перехода тренда в отрицательную плоскость для большинства отраслей экономики России можно назвать 2012 г., когда начинают действовать негативные факторы политического, внешнеторгового характера. В отраслях «сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, рыболовство» происходит активное обновление основных фондов, т.к. они имеют отрицательную динамику роста износа. Остальные отрасли находятся в негативном тренде развития – растет износ основных фондов. В особенности следует отметить отрасли, имеющие динамику, превышающую по темпам средние значения показателей (5%): «оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования», «финансовая деятельность», «операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг». Проведем анализ численности занятых в отраслях экономики России (табл. 2). Тревожным показателем является миграция трудовых ресурсов из базовых отраслей в обслуживающие (инфраструктурные) для экономики отрасли: «сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, рыболовство» по-

теряло 6% трудовых ресурсов, «обрабатывающие производства» 4%, «производство и распределение электроэнергии, газа и воды» до 1%. В свою очередь, прирост в сектора «финансовая деятельность, страхование, недвижимость и бизнес» составил 11%, «оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны» и «строительство» получили по 5% прироста численности. Такая миграция обусловлена барьерами входа в отрасль и условиями труда в ней. Исключение составляет статистика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников в отраслях. Характерными процессами в экономике России для обоснования данной динамики являются: внедрение новых технологических процессов (автоматизация) производственных мощностей, реализация госпрограмм по обновлению основных фондов, программы импортозамещения, которые подталкивают к развитию товарной и сбытовой политики, в особенности в перерабатывающем секторе отрасли «сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство». Как следствие данных процессов происходит высвобождение численности трудовых ресурсов в отрасли. Наиболее высокий прирост заработной платы получили отрасли «сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, рыболовство» и «услуги: индивидуальные, общественные, социальные». Это обусловлено направленностью государственной политики на повышение благосостояния работников указанных отраслей и, как следствие – рост производительности труда [6].

Таким образом, в России за 12 лет произошло структурное перераспределение в составе валовой добавленной стоимости долей характерных отраслей – вырос сектор «финансовая деятельность, страхование, недвижимость и бизнес» с 4,6% до 16,2%, существенно уменьшилось «сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, рыболовство» с 6,4% до 3,9%, а также «обрабатывающие производства» и «строительство» на 5% и 2% соответственно. Данные пропорции не соответствуют сложившейся структуре в ЕЭС, Китае и странах ОЭСР.

Странами с наиболее активно развивающейся экономикой являются Индия, Китай (выше 5% ежегодного годового прироста ВВП). Умеренный рост ВВП наблюдается в странах – Испания, Израиль, США, Великобритания, Австралия, Германия – от 2 до 5%. Падение экономики происходит только в двух странах из представленного рейтинга – Россия и Бразилия (снижение ВВП 2015 к 2014 году составляет порядка 3%). На основе анализа динамики индекса внешней торговли по сектору обрабатывающей промышленности входящих в ОЭСР стран следует отметить важнейшие страны-экспортеры: Китай, Индия, Израиль, Италия Германия, Франция. Отрицательный тренд имеют, а, следовательно, являются импортерами в данном секторе: США, Канада, Бразилия и Россия. Позиции России по данному сектору наиболее слабые, так как основным экспортным товаром выступают природные ресурсы, превышающие запасы стран группы импортеров.

Таблица 2

Среднегодовая численность занятых в экономике по видам экономической деятельности (тыс. чел.)

Отрасли	2010	2011	2012	2013	2014	Индекс динамики
Всего в экономике	63592	63843	64234	64190	64081	1%
Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство, рыболовство	6760	6709	6609	6503	6386	6%
Горнодобывающая промышленность	1054	1062	1080	1075	1064	1%
Обрабатывающие производства	10260	10272	10170	10065	9872	4%
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1941	1950	1947	1936	1914	1%
Строительство	5399	5479	5642	5712	5664	5%
Оптовая и розничная торговля, гостиницы и рестораны	13254	13361	13542	13675	13967	5%
Транспорт и связь	5336	5353	5430	5420	5409	1%
Финансовая деятельность, страхование, недвижимость и бизнес	6495	6686	6932	7124	7201	11%
Услуги: индивидуальные, общественные, социальные	13038	12914	12817	12613	12529	4%

Источник: составлено авторами по данным ФСГС [8].

В ходе проведенного анализа мы пришли к выводу, что к концу 2014 г. спад российской экономики был очевиден, ситуация только ухудшилась. Многие отрасли, такие как строительство, финансовая деятельность, гостиничный и ресторанный бизнес, показывают отрицательную динамику, рентабельность проданных товаров значительно снизилась в большинстве отраслей, за исключением сельского и лесного хозяйства, рыбоводства, добычи полезных ископаемых, обрабатывающего производства, здравоохранения. ВВП сохранил положительную динамику, но при этом следует отметить, что темпы роста данного показателя из года в год постепенно снижаются, что свидетельствует о замедлении темпов экономического роста. Можно проследить, что в период экономического подъема, а он приходится на 2012 г., существенный экономический рост наблюдается в следующих сферах деятельности: обрабатывающие производства, финансовая деятельность, добыча полезных ископаемых, здравоохранение, строительство. На конец отчетного периода 2015 г. значительное снижение уровня валовой добавленной стоимости произошло в сфере оптовой и розничной торговли, обрабатывающем производстве, строительстве, в гостиничном и ресторанном бизнесе, в финансовой деятельности, производстве и распределении электроэнергии, газа и воды, а также значительный спад наблюдается в отрасли «транспорт и связь». За период с 2010 по 2014 г. экономическая структура менялась, обеспечивая динамическое соответствие между общественными потребностями и производством, при общем достаточно устойчивом экономическом развитии. Но уже в начале 2015 г., как свидетельствуют данные, опубликованные Росстатом, российская экономика претерпела существенные изменения. По итогам 2015 г. годовое падение индекса физического объема валового внутреннего продукта составило 3,7%, и предварительная оценка Росстата свидетельствует о продолжающейся тенденции снижения экономики умеренными темпами. В I квартале 2016 г. индекс физического объема валового внутреннего продукта относительно соответствующего периода 2015 г. составил 98,8%.

Отсюда можно сделать вывод о том, что сложившаяся структура российской экономики в полной мере не позволяет обеспечить устойчивый темп экономического роста, так как в отраслях, доминирующих в структуре производства, наблюдается тенденция снижения темпов развития. Стратегической целью структурно-технологической политики должен стать переход к качественно новой сбалансированной структуре экономики и ориентации основных усилий по согласованности базисных инноваций, способствующих формированию структуры шестого технологического уклада, с прорывными и улучшающими инновациями, позволяющими осуществлять модернизацию экономики и обеспечивать устойчивое развитие разных типов отраслей российской экономики.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по Государственному заданию Финуниверситета 2014 г.

Список литературы

1. Доклад о конкурентоспособности России 2012: результаты оценки конкурентоспособности регионов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wto-center.ru/conference_files/conference-08-02-2013/materials/presentations/04_Lozinskiy.pdf (дата обращения 12.01.2017).

2. Кожевина О.В. Модель устойчивого развития отраслей российской экономики: динамика, финансовые риски, эффективность. Отчет о НИР [Текст] / О.В. Кожевина, Ю.С. Богачев, С.В. Прокопчина, Н.В. Линдер, П.В. Трифонов, М.В. Сиротенко, А.А. Жукова. – М.: Финансовый университет, 2016. – 249 с.

3. Кожевина О.В. Определение неравновесности развития экономики АПК на межрегиональном уровне [Текст] / О.В. Кожевина. – Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2004. – 151 с.

4. Кожевина О.В. Переходная экономика как фактор неравновесия социально-экономических систем [Текст] / О.В. Кожевина // Известия Алтайского государственного университета. – 2003. – № 2. – С. 7–10.

5. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики [Текст] / ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Магницкий. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 352 с.

6. Трифонов П.В. Анализ отраслевых трендов российской экономики в сравнении с базовыми приницпами устойчивого развития ОЭСР [Текст] / П.В. Трифонов // Экономика. Бизнес. Банки. – 2017. – № 1 (18). – С. 28–38.

7. Хейзер Дж. Операционный менеджмент [Текст] / Дж. Хейзер, Б. Ренден; ред. А. Чернова; пер. с англ. – СПб.: Питер, 2015. – 1056 с.

8. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www. gsk.ru (дата обращения: 12.01.2017).

УДК 331.1

К ВОПРОСУ О РОЛИ ПРОФСОЮЗОВ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Лукьянчикова Т.Л., Ямщикова Т.Н., Суханов Д.А.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», Орел, e-mail: lvovna1974mail@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию функционального назначения и определения роли Федерации профсоюзов в регионе. Обосновано, что профсоюз как институт социального партнерства призван представлять интересы наемного персонала в целях консолидации действий по защите прав и интересов работников. В статье дан критический анализ деятельности профсоюзов Орловской области. Определены показатели и индикаторы эффективной деятельности профсоюзов, отражающие сложившуюся ситуацию на региональном рынке труда. Показано, что заработная плата по-прежнему остается основным источником дохода работников. Для обеспечения достойного уровня жизни работников необходим ряд условий, на выполнение которых может оказывать влияние институт представительства интересов труда. Предложено учитывать в размере оплаты труда критерий социальной достаточности в целях отражения стоимости жизнеобеспечения в конкретно-исторической обстановке страны.

Ключевые слова: институт социального партнерства, профсоюзы, заработная плата, показатели и индикаторы эффективной деятельности профсоюзов

THE QUESTION OF THE ROLE OF TRADE UNIONS: A REGIONAL PERSPECTIVE

Lukyanchikova T.L., Yamschikova T.N., Sukhanov D.A.

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, e-mail: lvovna1974mail@mail.ru

The article investigates the functionality and define the role of the Federation of trade unions in the region. The authors proved that the union intended to represent the interests of workers. The article provides a critical analysis of the activities of trade unions Orel. The authors have identified indicators and effective operation of trade unions. These figures reflect the current situation on the regional labor market. The authors have shown that wages are the main source of workers' income. In order to ensure decent living standards for workers requires a number of conditions. On fulfillment of these conditions could affect the institution of representation of labor interests. The authors proposed to be taken into account in the wage rate of the criterion of social adequacy.

Keywords: institute of social partnership, trade unions, wage indicators and indicators of effective trade Union activity

В качественно новых социальных, экономических, политических условиях России профессиональные союзы приобрели новое положение и роль в обществе, функционируют как социальный институт нового демократического общества рыночной экономики. Главной функцией, общественным назначением профессиональных союзов является представительство и защита интересов наемных работников.

В условиях формирования демократического, правового государства профессиональные союзы, в соответствии с законом РФ «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности» (см. ст. 2, ст. 5) стали «добровольным общественным объединением граждан... создаваемым в целях представительства и защиты их социально-трудовых прав и интересов», «...независимы в своей деятельности от органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, работодателей, их объединений, им не подотчетны и не подконтрольны» [1]. Профессиональные союзы являются важнейшим социальным институтом, имеющим возможность через систему социального партнерства и через непосредственное воздействие и влияние на органы государственной власти – на общефедеральном и региональном уровне, а также на органы местного самоуправления, непосредственно на процесс регулирования социально-трудовых отношений в обществе, на позитивные изменения в социальной сфере.

С точки зрения эффективного регулирования социально-трудовых отношений объективно необходим такой социальный институт, как профессиональные союзы. Эта необходимость обусловливается как минимум следующими обстоятельствами и факторами [5].

Во-первых, именно благодаря наличию профессиональных союзов, развитому профсоюзному движению в странах рыночной экономики существует законодательство о минимальной заработной плате, продолжительности рабочего дня, минимальных социальных гарантиях, на рынке труда наемный работник появляется не в одиночку, а организован в массовые объединения трудящихся.

Во-вторых, профессиональные союзы в социально-трудовых отношениях рыноч-

ного общества выступают в роли социальных амортизаторов, направляя развитие неизбежных противоречий и даже конфликтов общества рыночной экономики в конструктивное русло.

Основные задачи профсоюзов связаны с осуществлением их главной функции – защиты прав и интересов работников в сфере труда и иных, непосредственно связанных с ним отношений. Потребность защиты прав и интересов работников в сфере труда особенно актуальна в современный период, обострivший социально-экономические противоречия. Защитная функция профсоюзов – это деятельность профсоюзных органов, а также состоящих в их ведении инспекций труда и актива, направленная на предупреждение нарушения и восстановление нарушенных прав и законных интересов работников в сфере труда, а также привлечение к ответственности работодателей. Отношения профсоюзов с работодателями по социально-трудовым вопросам регулируются трудовым законодательством на всех уровнях социально-партнерских отношений.

Не менее важной функцией, выполняемой профсоюзами, является представительство интересов работников. Для эффективного осуществления этих функций государство закрепило за профсоюзами ряд прав и гарантий в нормотворчестве, правоприменении и контроле за соблюдением законодательства о труде. Функция представительства интересов работников прямо закреплена в ст. 29 ТК РФ [6], согласно которой представителями работников в социальном партнерстве являются профсоюзы и их объединения, иные профсоюзные организации, предусмотренные уставами общероссийских, межрегиональных профсоюзов, или иные представители, избираемые работниками в случаях, предусмотренных ТК. В ст. 12–14 ФЗ № 10 «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности» объединены эти и другие важнейшие функции профсоюзов с их соответствующими правами [1].

В целях консолидации действий по защите прав и интересов трудящихся в условиях формирования новых рыночных отношений в сентябре 1990 г. была образована Федерация независимых профсоюзов России, а 28 декабря этого же года представители 16-ти отраслевых профсоюзов области приняли решение о создании Федерации профсоюзов Орловской области.

На 1 января 2015 г. численность членов профсоюзов ФПОО составляет 89 394 человека. Первичных профсоюзных организаций – 1 375 [3].

Территориальный союз организаций профсоюзов «Федерация профсоюзов Орловской области» является некоммерческой корпоративной организацией, территориальным общественным объединением, представляющим собой объединение структурных организаций общероссийских, межрегиональных профсоюзов, входящих в Общероссийский союз «Федерация независимых профсоюзов России» (ФНПР), действующих на территории Орловской области в организационно-правовой форме союза [7].

Основными направлениями работы являются:

– защита социально-трудовых прав и интересов членов профсоюзов (в среднем за год за помощью и консультациями обращаются порядка 2 500 человек), в целях представления интересов трудящихся в органах государственной власти, иных органах и организациях на основе Соглашений о взаимодействии. Федерация профсоюзов области сотрудничает с Областным Советом народных депутатов, Орловским городским Советом народных депутатов, прокуратурой Орловской области, Государственной инспекцией труда в Орловской области, Орловским региональным отделением партии «Единая Россия», Государственным учреждением – отделением Пенсионного фонда РФ по Орловской области, Государственным учреждением – Орловским региональным отделением Фонда социального страхования РФ;

– развитие системы социального партнерства (в регионе заключены и действуют трехстороннее Соглашение между Правительством, Федерацией профсоюзов и объединением работодателей Орловской области, трехстороннее соглашение между администрацией г. Орла, Федерацией профсоюзов и объединением работодателей, 68 территориальных, отраслевых соглашений, 1 149 коллективных договоров);

– развитие профсоюзного движения (рост численности первичных профсоюзных организаций и членов профсоюзов), координация деятельности членских организаций, укрепление единства (организация и проведение солидарных действий – митингов, шествий, пикетов, акций).

Периодически выходит газета «Профсоюзный вестник».

Орловское областное объединение организаций профсоюзов объединяет 16 областных организаций общероссийских отраслевых профсоюзов, 1 375 первичных профсоюзных организаций, восемь из которых выходят на обслуживание ФПОО.

Таблица 1

Сведения об общей численности рабочих и членов профсоюзов среди них

№ п/п	Наименование отраслевого профсоюза	Общее количество работающих (на предприятиях, в организациях, учебных заведениях, где есть профсоюзы)		Увеличение (+)/ Уменьшение (-)	Общее количество работающих членов профсоюзов (на предприятиях, в организациях, учебных заведениях)		Увеличение (+) Уменьшение (-)	Количество ППО	
		2014	2015		2014	2015		На 01.2014	На 01.2015
1	Автотранспорт	1785	1977	+ 192	1195	1063	– 132	11	12
2	Автосельмаш	2252	2177	– 75	1456	1391	– 65	6	6
3	АПК	11427	10666	– 761	6961	6268	– 679	163	173
4	Госучреждения	3651	3800	+ 149	3107	3222	+ 115	123	122
5	ГМПР	1810	1781	– 29	785	689	– 96	5	5
6	Жизнеобеспечение	6154	5693	– 461	3888	3545	– 343	60	59
7	Здравоохранение	17567	17610	+ 43	9530	9636	+ 106	61	60
8	Культура	5339	5138	– 201	3761	3324	– 437	178	173
9	Лесные отрасли	201	201	–	201	201	–	11	11
10	Машиностроение	7518	6858	– 660	6308	5767	– 541	14	13
11	Народное образование	25307	26664	1357	17774	19044	+ 1270	659	655
12	Потребкооперация	2104	2035	– 69	1805	1740	– 65	24	23
13	Связь	2995	2852	– 143	1560	1515	– 45	13	13
14	Строительство	4576	3761	– 815	1581	1269	– 312	20	19
15	Текстильлегпром	314	342	+ 28	133	152	+ 19	8	9
16	Электропрофсоюз	2459	2453	– 6	1946	1955	+ 9	3	3
	Профорганизации, входящие на обслуживание ФПОО	3723	3753	+ 30	1938	2032	+ 94		
	Итого	99182	97761	1421	63929	62827	– 1102	1359	1356

С учетом территориальной организации профсоюза Дорпрофжел (4 268 человек), с которой у ФПОО заключен договор о взаимодействии и сотрудничестве, в 2014 г. численность членов профсоюзов ФПОО составила 92 064 человека.

Наибольшее общее количество работающих членов профсоюзов по отраслям деятельности предприятий относятся к народному образованию (19044), здравоохранению (9636), АПК (6268). Наименьшее общее количество работающих членов профсоюзов по отраслям деятельности предприятий относятся текстильлегпрому (152), лесным отраслям (201) и ГМПР (689) (см. табл. 1).

Как показывает анализ табл. 1 и 2, за период 2010–2014 гг. количество первичных профсоюзных организаций уменьшилось на 1,6% с 1 397 до 1 375, а профсоюзное членство – на 2,2% с 72,8 до 70,6%%.

Наиболее крупными областными территориальными организациями профсоюзов являются: Орловская областная организация профсоюза работников народного образования и науки РФ, Орловская областная организация профсоюза работников агропромышленного комплекса РФ, Орловская областная организация профсоюза работников здравоохранения РФ, Орловская областная организация профсоюза машиностроителей РФ, Орловская областная организация Российского профсоюза работников культуры.

Несмотря на то, что за пять лет создано 226 первичных профсоюзных организаций, впервые принято в профсоюзы 55 958 человек, наблюдается сокращение численности членов профсоюзов на 11 652 человек (11,7%), количества первичных профсоюзных организаций – на 22 (1,6%).

Профсоюзы, органы власти и работодатели осуществляли регулирование социально-трудовых отношений посредством соглашений и коллективных договоров. На начало 2015 г. заключено 108 соглашений, в том числе областное трехстороннее, 6 отраслевых регионального уровня, 17 территориальных, 60 территориально-отраслевых, 24 иных и 1 162 коллективных договора.

Таблица 2

Основные показатели численности членов профсоюзов [3]

Год	Численность членов профсоюзов	Количество первичных профсоюзных организаций	Профсоюзное членство, %
2010	98 868	1 397	72,8
2011	94 703	1 340	71,0
2012	91 882	1 331	71,0
2013	89 394	1 352	71,0
2014	87 796	1 375	70,6

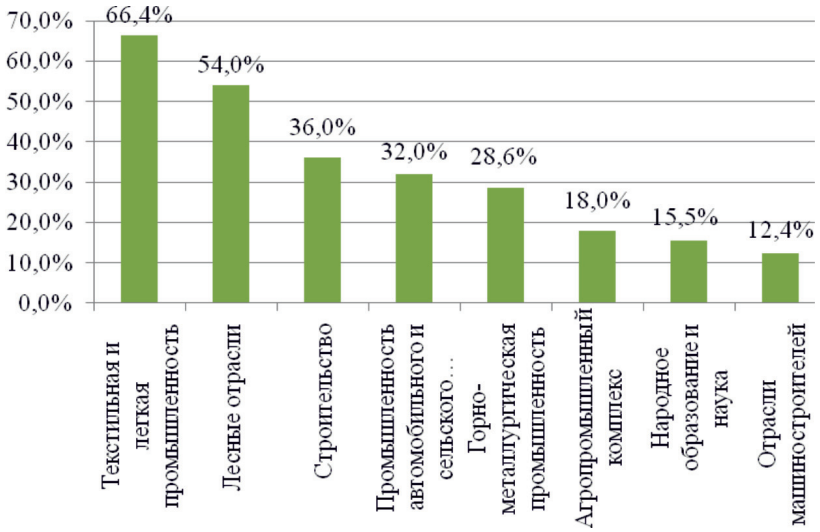


Рис. 1. Областные организации профсоюзов, имеющие наибольшее Эсокращение численности профсоюза [3]

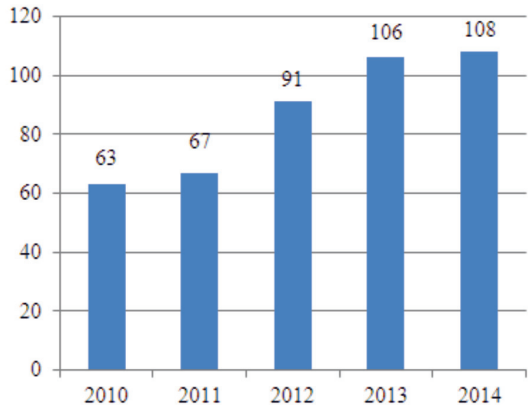


Рис. 2. Мониторинг количества соглашений Федерации профсоюзов Орловской области [3]

Одним из основных направлений в деятельности профсоюзов, в том числе при заключении соглашений и коллективных договоров, является обеспечение занятости, достойного труда работникам и важнейшей составляющей в жизни каждого человека – достойной заработной платы. В целях дальнейшего развития социального партнерства в Орловской области Указом Губернатора Орловской области В.В. Потомского от 6 февраля 2015 г. № 69 учреждён конкурс «Лучший коллективный договор года».

Показателем и индикатором эффективной деятельности профсоюзов является осуществление ими функции социальной защиты прав и интересов работников. Однако анализ проблем социальной защиты наемных работников показывает, что они не оказывают должного влияния на социально-трудовые отношения между работником и работодателем. О ситуации на рынке труда свидетельствует численность зарегистрированной и незарегистрированной безработицы.

Однако общая численность работников на предприятиях и в организациях области всех форм собственности в 2010–2015 гг. продолжала сокращаться. Только за 2014 г. она уменьшилась на 2,6 тыс. человек (1,1 %) и составила 237,0 тыс. человек. На ряде предприятий и организаций области отмечается занятость работников в режиме неполного рабочего времени.

Таблица 3

Анализ уровня безработицы в Орловской области за 2011–2015 гг.

Категория/период	2011	2012	2013	2014	2015
Уровень регистрируемой безработицы (на 1 января) По данным Управления труда и занятости Орловской области					
Численность безработных, человек	6 933	5 996	4 583	3 600	3 823
Уровень регистрируемой безработицы к экономически активному населению, %	1,7	1,5	1,1	0,9	1,0
По данным выборочного обследования населения по проблемам занятости					
Численность безработных, тыс. человек	24,4	20,9	23	20	23,9
Уровень безработицы к экономически активному населению, %	6,3	5,3	5,8	5,1	6,2
Экономически активное население, тыс. человек	389,2	391,1	394,1	388,3	385,3

Примечание. Составлено по материалам [2, 4].

Таблица 4

Анализ изменения минимального размера оплаты труда за 2011–2016 гг.

Период времени	Величина МРОТ, руб.	Темп роста	Абсолютное изменение, руб.	Величина прожиточного минимума в Орловской обл. на душу населения за год, руб.	Соотношение величины МРОТ и прожиточного минимума, %
с 01.01.2011	4 611				
с 01.01.2013	5 205	1,13	594	6 422	81,05
с 01.01.2014	5 554	1,07	349	7 194	77,20
с 01.01.2015	5 965	1,07	411	8 764	68,06
с 01.01.2016	6 204	1,04	239	только за III квартал 2016 г.	

Примечание. Составлено по материалам [2].

Представители профсоюзов работали в комиссиях по своевременной выплате заработной платы, сегодня являются членами областной межведомственной комиссии по легализации заработной платы и объектов налогообложения. По данным Орелстата, среднемесячная заработная плата в области за 2014 г. составила 20 803 руб. и увеличилась по сравнению с 2013 г. на 7,9 %. Реальная заработная плата за этот же период составила 99,3 % [4].

По данным профсоюзного мониторинга, порядка 5 000 работников бюджетной сферы, получают заработную плату на уровне минимального размера оплаты труда. Только в строительстве, энергетике, управлении, финансовой деятельности, ряде организаций промышленности, электросвязи заработная плата работников выше среднеобластного уровня. Индексацию и повышение заработной платы ежегодно осуществляют только порядка 30–40 организаций в среднем на 7–8 % [3].

С 1 октября 2013 г. в областном трехстороннем соглашении работодатели обязались устанавливать минимальный размер оплаты труда не ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения Орловской области. Это обязательство работодателей сохранено и в Соглашении между Правительством Орловской области, Федерацией профсоюзов Орловской области и объединением работодателей «Объединение промышленников и предпринимателей Орловской области» на 2014–2016 гг. В первую очередь это обязательство касается организаций внебюджетной сферы. Членские организации ФПОО внебюджетной сферы проводят определенную работу по доведению минимальной заработной платы работников до величины прожиточного минимума трудоспособного населения Орловской области (табл. 4).

Необходимость актуализации социально-экономического назначения современных российских профсоюзов и усиления их функции социальной защиты интересов и прав наемных работников становится крайне важной проблемой в условиях укрепления экономической дееспособности страны.

Для обеспечения достойного уровня жизни работников необходим ряд условий, на выполнение которых может оказывать влияние институт представительства интересов труда. Заработная плата, являясь основополагающим источником дохода работников, должна отражать стоимость жизнеобеспечения в конкретно-исторической обстановке страны, т.е. определяться по критерию социальной достаточности. С этой целью институциональный механизм социального партнёрства требует следующих инноваций:

1. В генеральном соглашении с Правительством России утверждается минимальная и рациональная потребительская корзина товаров и услуг, необходимых для простого воспроизводства трудовых ресурсов в средних для страны условиях с определением районных коэффициентов стоимости жизнеобеспечения. Стоимость наборов благ утверждается как минимально допустимая заработная плата и рациональный доход.

2. В отраслевых тарифных соглашениях регулируются особенности условий труда и жизни работников отрасли, вносятся дополнения к региональной корзине и утверждается минимальный и рациональный заработок для отрасли.

3. В крупных экономических районах в региональных соглашениях профсоюзов с предпринимателями и органами власти согласуются перечень и стоимость товаров и услуг, существующих на данном конкретном рынке, или региональная минимальная и рациональная потребительская корзина. Ее стоимость будет составлять минимальный и рациональный заработок, а соотношение со стоимостью российской корзины – районный коэффициент.

4. Во всех случаях расчета стоимости потребительской корзины необходимо брать *средние цены покупки товаров*, определяемые по материалам бюджетных обследований семей.

5. Порядок индексации заработной платы необходимо осуществлять в зависимости от интенсивности инфляции и состояния рынка потребительских товаров и услуг.

Список литературы

1. О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности: Федеральный закон от 12 января 1996 г. № 10-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8840 (дата обращения: 23.01.2017).

2. Орловская область в цифрах. 2010–2014: краткий стат. сб. [Электронный ресурс] / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области. – Орел, 2015. – 243 с. – URL: http://www.proforel.ru/files/otchet2015.pdf (дата обращения: 12.06.2016).

3. Отчет Совета Федерации профсоюзов Орловской области за 2015 год [Электронный ресурс]. – URL: http://www.proforel.ru/files/otchet2015.pdf (дата обращения: 12.06.2016).

4. Социально-экономическое положение Орловской области за 2015 год [Электронный ресурс]: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области. – Орел, 2016. – 78 с. – URL: http://orel.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/orel/resources/7873f5004b8986edb315fff3fcc8acff (дата обращения: 12.06.2016).

5. Сунарчина М.М. Некоторые аспекты реформирования российских профсоюзов как социального института [Электронный ресурс] / М.М. Сунарчина // Нефтегазовое дело. – 2004. – URL: http://www.ogbus.ru (дата обращения: 31.01.2017).

6. Трудовой кодекс Российской Федерации Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 23.01.2017).

7. Устав Территориального союза организаций профсоюзов «Федерация профсоюзов Орловской области» [Электронный ресурс]. – URL: http://proforel.ru/index.php?bk=7&ch=13 (дата обращения: 12.06.2016).

УДК 330.12

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВ: СПЕЦИФИКА И ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА

Нанакина Ю.С.

Заполярный филиал ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина», Норильск, e-mail: artamon3@yandex.ru

В данной статье целью исследования является систематизация основных макроэкономических показателей, отражающих уровень и качество потребительских процессов домашних хозяйств с оценкой особенностей основных тенденций, структуры и видов потребления, а также проблем их учета в современных противоречивых рыночных условиях хозяйствования. В макроэкономической статистике потребительская деятельность домашних хозяйств оценивается на основе показателей, отражающих социально-экономические нормы и нормативы. Основные задачи макроэкономической статистики в области потребительских процессов домохозяйств, которая адекватно будет отражать становление новой социально-экономической системы и тенденций развития общества. Этот факт должен стать объектом эффективной и активной государственной политики в сфере потребления страны и регионов России. Результатом данной статьи является анализ показателей в натуральной форме, стоимостных индивидуально-групповых (семейно-брачных) бюджетных форм ведения хозяйства, в том числе и официальных источников формирования потребительских расходов, а также таких макроэкономических показателей, как эластичность, покупательская способность, которые отражают уровень и качество потребительской деятельности домашних хозяйств в объективно-субъективных условиях.

Ключевые слова: домохозяйство, стоимость потребления, фонд времени, бюджет времени, реципроктные отношения, «неизмеримая экономика», структура потребления

MACROECONOMIC INDICATORS OF CONSUMER ACTIVITY OF HOUSEHOLDS: SPECIFICS AND PROBLEMS OF THE ACCOUNT

Nanakina Yu.S.

GAOU VO LO Polar branch «Leningrad State University of A.S. Pushkin», Norilsk, e-mail: artamon3@yandex.ru

In this article a research objective is systematization of the main macroeconomic indicators reflecting the level and quality of consumer processes of households with assessment of features of the main tendencies, structure and types of consumption, and also problems of their account in modern contradictory market conditions of managing. In macroeconomic statistics consumer activity of households is estimated on the basis of the indicators reflecting social and economic norms and standards. The main objectives of macroeconomic statistics in the field of consumer processes of households which will adequately reflect formation of new social and economic system and tendencies of development of society. This fact has to become object of effective and active public policy in the sphere of consumption of the country and regions of Russia. This article the analysis of indicators in a natural form is result, of cost individual and group (family and marriage) budgetary forms of housekeeping including official sources of formation of consumer expenses, and also such macroeconomic indicators as elasticity, consumer ability which reflect the level and quality of consumer activity of households in objective and subjective conditions.

Keywords: household, consumption cost, fund of time, budget of time, retsiproktny relations, «immeasurable economy», structure of consumption

Социально-экономическая статистика потребления на макроэкономическом уровне в современных условиях является несовершенной. Как и любые другие науки, требует развития и уточнения ряда показателей определенных сфер и отраслей. В частности, в данной статье речь идет о показателях потребления домашних хозяйств. Макроэкономический анализ необходимо перемещать от обобщенных показателей учета в отношении домашних хозяйств к более индивидуальным и точным показателям относительно половозрастных, бюджетных, социальных, временных и иных характеристик потребительской деятельности. Это в значительной степени усилит качественный анализ данной экономической единицы в области производства (+ домашнее производство), распределения (+ реципроктные отношения) [2] и потребления (+ индивидуальное, семейное, личное) ресурсов. Данный факт требует более широкого привлечения как экономического, так и социологического инструментария для исследований «неизмеримой экономики» в сфере домашних хозяйств как активных участников социально-экономических отношений. Поэтому следует выявить и попытаться исправить пробелы макроэкономического учета домашних хозяйств в области потребления.

В СНС (система национальных счетов) потребление домашних хозяйств как субъек-

тов экономических отношений отображается как показатель конечного потребления. Это констатируется в различных статистических материалах (в частности, официальных источниках, таких как статистические ежегодники). «Расходы на конечное потребление» включают якобы фактические потребительские расходы, то есть стоимость натуральных поступлений продуктов питания и стоимость предоставляемых в натуральном выражении льгот (льготы, предоставляемые работодателем хозяйственных единиц на продукты и услуги). Это традиционный подход к учету показателей, который нуждается в корректировке, так как не учитывает ряд количественных и качественных характеристик домашних хозяйств как активного субъекта экономических отношений [3].

При более точном исследовании потребительской деятельности органами государственной статистики во всех субъектах Российской Федерации выборочным методом проводится обследование бюджетов домашних хозяйств (в среднем около 50 тыс.) на условиях (принципе) их добровольного участия [5, с. 115].

Отметим, что структура потребления определяется на основе Классификатора индивидуального потребления по целям (КИПЦ-ДХ). Он включает в себя такие позиции: продукты питания, различные алкогольные и безалкогольные напитки, табак, предметы домашнего обихода (одежда, жилищные услуги, вода, электроэнергия, бытовые приборы) и другие образовательно-культурные и сервисные мероприятия. При этом потребление измеряется с помощью набора статистических показателей. В том числе это:

1) показатели, которые характеризуют общую динамику потребления и расходов населения (общий объем потребления благ например);

2) показатели, характеризующие социальную дифференциацию населения в области потребления (потребление основных продуктов питания, структура потребительских расходов и другие);

3) показатели, которые характеризуют уровень потребления по малообеспеченным слоям населения, необходимые для регулирования различных пороговых значений, например порога бедности (прожиточный минимум (порог бедности); минимальный потребительский бюджет и другие).

Таким образом, мы видим, что потребление продуктов питания отражает уровень удовлетворения базовых (физиологических потребностей) и измеряется в натуральных единицах, а также по стоимости. Кроме того, используются показатели структурного анализа, демонстрирующие уровень расходов по разным группам продуктов и их биологического состава (калорийность, наличие жиров, белков и др.).

Что касается потребления непродовольственных товаров, то они оцениваются по следующим показателям: расходы на одежду, белье, обувь, ткани, мебель и предметы домашнего обихода, товары культурно-бытового назначения и другие непродовольственные товары. По остальным непродовольственным товарам рассчитываются показатели стоимости, а также структура потребления, в перечень которых явно входит неполный перечень данных товаров и услуг.

Для формирования и развития государственной (региональной в том числе) политики в области потребления значение практического характера имеет группировка товаров и услуг по уровню (степени важности) значимости. Например, первоочередные (сфера питания) и второстепенные товары (сфера услуг) в потреблении, а также товары и услуги дальнесрочного использования (менее необходимые, но важные для соблюдения новых тенденций и требований общества и экономики). Не менее важным считаем то, что необходим учет предметов роскоши или стратегических товаров и услуг (деликатесы, «ювелирка», современные мебель, техника, товары для «умного дома»), которые напрямую показывают соответствие уровня потребления домашних хозяйств современным тенденциям развития социально-экономических отношений.

Объемы (величина) потребления измеряются за исследуемый период времени (квартал, год) как на душу населения, так и по всему населению, в таких показателях, как литры, килограммы. А также основным показателем уровня потребления продовольствия можно считать калорийность (в сутки и на душу населения), состав потребляемых ресурсов (по белкам, жирам, углеводам) на члена домохозяйства. При этом объем потребления домашними хозяйствами материальных благ, услуг по балансу денежных доходов и расходов, является наиболее общим показателем уровня потребления, так как итоговый баланс позволяет исследовать структуру потребления домашних хозяйств и оценить количественно-качественный уровень развития потребления домашних хозяйств.

Основная конечная цель изучения объема потребления – это сравнение фактического и нормативного потребления (в соответствии с нормативами). Одним из них является ВПМ (величина прожиточного минимума или минимального потребительско-

го бюджета), который исчисляется в расчете на среднестатистического жителя с учетом разных групп населения (1) трудоспособное население с разбивкой по полу и возрасту, 2) пенсионеры, 3) дети двух возрастных групп (от 0 до 6 лет и от 7 до 15 лет)), в том числе и по различным регионам страны (Россия). Данный показатель определяется как сумма стоимостной оценки четко установленного набора продуктов питания, расходов на непродовольственные товары и услуги, налогов и обязательных платежей:

При этом следует отметить, что для соотношения фактического и нормативного уровня потребления необходимо учитывать также территориальные минимальные уровни, то есть те показатели, которые будут учитывать природные, климатические, национальные, региональные, половые и возрастные особенности членов домашних хозяйств. Это дает нам объективное понимание соотношения данного уровня с учетом дефицита или профицита основного бюджета домашних хозяйств.

Таким образом, уровень дохода (+ другие факторы) в современной рыночной экономике определяет некоторый режим потребления домашних хозяйств. Поэтому здесь необходимо упомянуть о таком понятии, как «скорость потребления», которое может означать изменение объемов и качества потребления в зависимости от доходов. В принципе это соотношение может показывать и соотношение кривых эластичности потребления от дохода, то есть зависимость (если рассуждать графически) уровня прироста дохода и уровня прироста потребления.

Существует и такой показатель, как коэффициент эластичности потребительских расходов населения по доходам, который рассчитывается по домашним хозяйствам, однородным по составу на определенный момент (или в динамике). Он показывает, на какой процент изменяются расходы (потребление) населения при изменении доходов на 1%: например, если, говорить условно, темп роста денежных доходов населения за определенный период составил 125%, а потребительских расходов – 135%, то коэффициент эластичности расходов на покупку товаров от доходов населения равен 1,4 (35%:25%). Мы видим, что при изменении доходов домашних хозяйств на 1% потребительские расходы увеличиваются на 1,4%.

Следует заметить, что по одним товарам коэффициент эластичности может оказаться больше единицы, что служит свидетельством низкой степени удовлетворения потребностей в самом продукте, а по тем товарам, в потреблении которых обнаруживается относительная насыщенность, коэффициент эластичности меньше единицы. То есть товары, потребление которых увеличивается по мере роста дохода, можно назвать «нормальными» (и/или «высшей категории»). Данные товары составляют основную часть покупок среднего домашнего хозяйства. И наоборот, отрицательное значение коэффициента эластичности по доходу говорит о том, что рассматриваемый продукт относится к товарам «низшей категории», составляющим основу покупок бедных слоев населения. Поэтому домашние хозяйства сокращают долю средств, направляемых на покупку таких товаров, с увеличением своих доходов [6].

Возрастающую роль в потреблении населения играют разнообразные услуги (увеличение или уменьшение доли потребления услуг в бюджете домашних хозяйств выступает как общеэкономическая тенденция). Так, в структуре потребительских расходов домашних хозяйств России доля расходов на услуги выросла с 25,4% условно в 2007 г. до 34,2% в 2012 г. А в 2015 доля расходов на потребление услуг уменьшилась с 27,2% до 26,1% [4]. Поэтому следует заметить, что развитие статистики услуг имеет большое значение, в том числе и для учета уровня потребления домашних хозяйств. Эта специфика как раз связана собственно с самой спецификой категории «услуга». Следует заметить, что в официальный перечень учета услуг, включенных в основные показатели потребления домашних хозяйств, включены лишь услуги, удовлетворяющие основные потребности населения. При этом в данном перечне практически отсутствуют такого рода услуги, которые выполняются домашними хозяйствами (и для них) в реальных рыночных условиях, внутри домашнего хозяйства и между ними (услуги коллективного характера, удовлетворяющие общественные потребности, а также услуги, связанные с реципроктными отношениями между домашними хозяйствами). А результаты сферы домашнего производства вообще практически не входят в данный перечень продуктов и услуг. А нам хотелось бы обратить на это внимание, так как значительная часть данных продуктов производится, обменивается и потребляется именно в данной форме, которая никак абсолютно не фигурирует в макроэкономических показателях учета фактического уровня потребления. Наша задача – акцентировать внимание к данной сфере функционирования домашних хозяйств, чтобы учет показателей стал наиболее приближен к фактическим хозяйственным отношени-

ям домашних хозяйств. Этот факт повысит общественную оценку данной сферы и поможет скорректировать в целом показатели ВВП, что в свою очередь станет вкладом в совершенствование макроэкономической статистики и систему учета в целом.

Далее необходимо отметить такой показатель, как потребительский бюджет, который является интегрированным показателем в социальной статистике. Он показывает суммарный уровень потребляемых товаров и услуг домашними хозяйствами с учетом их масштаба, структуры, состава, качества и других факторов территориального характера. Однако следует заметить, что в данном показателе отсутствует учет фактора времени, который играет достаточно важную роль в функционировании и развитии потребительских процессов домашних хозяйств в современных условиях интенсивного движения в сфере потребления. Этот факт автор более подробно обозначает и рассматривает в иных работах [5, с. 119].

Уровень и качество потребления определяется не только денежным бюджетом, а также и бюджетом использования времени, который формирует возможности и перспективы развития потребления домашними хозяйствами. В этой связи одним из важнейших макроэкономических характеристик условий для развития человека является бюджет времени населения (и его вариации с учетом рабочего и нерабочего времени).

Бюджет времени домашних хозяйств является показателем формирования и распределения времени на отдельные потребительские процессы. Этот показатель можно дифференцировать по гендерному, возрастному фактору, а также факторам социального статуса, объемов заработной платы, имущественных характеристик и т.д. в абсолютных и относительных величинах. Информацией о бюджете времени населения служат выборочные обследования. По данной классификации в суточном фонде времени выделяются такие элементы, как рабочее время (+ время на дополнительные виды работ, связанных с заработком), время на ведение домашнего хозяйства (уборка, стирка), работа в ЛПХ и др. Большую долю в данном бюджете составляют затраты на удовлетворение физиологических потребностей (в том числе сон, уход за собой, прием пищи). Выделение «других затрат времени» в составе внерабочего затруднено. Однако они имеют место быть, но могут быть скрыты или искажены членами домашних хозяйств (праздники, мнимые и антиобщественные потребности или поведение). Однако их исследование необходимо, и для их учета нужны специальные обследования, что значительно повлияет на рационализацию потребительской деятельности домашних хозяйств [5, с. 171].

Особое место в составе внерабочего времени и в общем бюджете времени населения занимает свободное время, предназначенное для культурного, интеллектуального, физического развития и отдыха населения, роль которого в современных условиях становится все более значимой. Для обеспечения его эффективного использования рекомендуется использование нормативного подхода в сфере свободного времени, введение показателя нормы свободного времени.

Также важные в современных условиях показатели потребления поставляет статистика рекреации и досуга, потребления информационных услуг, услуг здравоохранения, статистика жилищных условий и бытового обслуживания и др.

Потребительскую деятельность определяют такие источники как:

а) социологические исследования домашних хозяйств выборочно;

б) товарооборот в розничном сегменте;

в) доходы и расходы домашних хозяйств в ряде показателей официальных данных (заработная плата, трансферты, льготы и показатели потребления);

г) статистические показатели деятельности предприятий промышленного и сельскохозяйственного характера, а также личные подсобные хозяйства, которые принимают участие в формировании и реализации фонда потребления домохозяйств.

Хотелось бы заметить, что в развитых странах показатель удовлетворенности товарами длительного пользования определяется долей домашних хозяйств, владеющих как минимум, одним данным товаром, и исчисляется как отношение числа домашних хозяйств, имеющих данный товар, к общему их числу. Это точнее характеризует их обеспеченность товарами длительного пользования, так как в нем не фигурируют дополнительные экземпляры данного товара, находящиеся в его пользовании, что следует взять на заметку и российской практике макроэкономической статистики.

В экономических моделях потребления используются также социологические версии, что абсолютно не фигурирует в макроэкономической практике статистического учета. Однако сделать это достаточно сложно, так как социология изучает условия, социокультурные институты, реализацию потребительских интересов социальных субъектов, модели социального поведения, и дополняет экономический подход к мо-

делированию потребления. Если анализ социологических показателей позволяет получить более глубокое представление о потребительских решениях домашнего хозяйства, то почему это не включить в оценку качества потребления на макроэкономическом уровне. О соотношении социологического и экономического подходов в исследовании потребления автором были сделаны самостоятельные заключения в иных работах [1, с. 119–125].

Итак, можно заключить, что наличие существующих официальных подходов к оценке потребительской деятельности домашних хозяйств, которые учитываются общественно допустимым уровнем потребления, можно назвать несовершенным, требующим незамедлительного дополнения со стороны новых показателей, таких как бюджет времени (его динамика, структура по различным категориям граждан), качество потребления (наличие дополнительно потребляемых видов услуг и товаров в зависимости от социальных факторов), география потребления (масштабы потребления в зависимости от территории и объема охвата ассортимента), структура потребления и другие. Они позволят расширить методику макроэкономического учета и скорректируют данные макроэкономической статистики.

Список литературы

1. Нанакина Ю.С. Экономический и социологический подход в исследовании потребительского поведения домашних хозяйств в рыночных условиях//Прогнозирование инновационного развития национальной экономики в рамках рационального природопользования. Материалы Международной научно-практической конференции в 3 ч. Научно-производственный центр «Экомен» (Эстония), Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Высшая Экономическая Школа СПБГУЭФ, НПО «Импульс», 2015. – С. 119–125.

2. Радаев В.В., Барсукова С.Ю. Неформальная экономика в России: краткий обзор // Экономическая социология. – 2012. – Т. 13. – № 2. (Март). – URL: http://sartraccc.ru/Pub/barsukova(7-04-12).htm.

3. Сажин Ю.В., Катынь А.В., Бикеева М.В., Подольная Н.Н. Микроэкономическая статистика : учеб.-метод, пособие. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. – 2008. – 358 с.

4. Социальное положение и уровень жизни населения России. – М., 2015. – 369 с.

5. Специфика потребительской деятельности домашних хозяйств в особых территориальных условиях (на примере малых городов Крайнего Севера) [текст]: монография / Ю.С. Нанакина. – Барнаул: «Си-пресс», 2015. – 129 с.

6. Шипов М.В. Потребительский потенциал домохозяйств постсоциалистической экономики // Национальный университет пищевых технологий. – URL: http://conference.be5.biz/r2009/1378.htm.

УДК 332.02:338.054.23

ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ И КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕНЕВОЙ ЗАНЯТОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Пескова Д.Р.

ФГБОУ ВО «Уфимский нефтяной технический университет», Уфа, e-mail: peskovad@yandex.ru

Настоящая статья посвящена исследованию особенностей методов оценки теневой экономики, теневой занятости и выявлению особенностей измерения теневой и неформальной занятости в сельском хозяйстве. Приведены характеристики и дан критический анализ базовых методов количественной и качественной оценки теневой экономики и занятости, в частности таких, как монетарный метод, модельные исследования, «итальянский метод», а также показаны направления их применения в аграрной сфере. Были выделены особенности, определяющие сложности использования методов измерения теневой занятости в сельском хозяйстве: особо тесное переплетение теневой и легальной экономической деятельности; сложность применения прямых методов измерения теневой деятельности, институционализация теневой экономики; активное использование сделок натурального обмена, бартера, что затрудняет применение монетарного метода измерения теневой экономики (метод спроса на наличность).

Ключевые слова: теневая экономика, неформальная экономика, теневая занятость, сельское хозяйство, методы измерения, «итальянский метод»

PECULIARITIES OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE EVALUATION OF SHADOW EMPLOYMENT IN AGRICULTURE

Peskova D.R.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: peskovad@yandex.ru

This article is dedicated to the study of peculiarities of shadow economy and shadow employment methods evaluation in agriculture sphere. The study describes and critically analyses the basic methods of shadow activity measurement such as monetary method, model approach, «Italian method» and others, it also shows the directions of their application in agriculture. The article examines the peculiarities of agriculture industry and way of life which define the difficulties of usage of standard shadow employment measurement methods such as: tight interconnect wire of shadow and legal activities; difficulties of applying direct shadow economy evaluation methods, institutionalization of shadow practices in agriculture business; wide spread of barter deals which barrier the monetary method of shadow economy measurement (the money demand method).

Keywords: shadow economy, informal economy, shadow employment, agriculture, methods of measurement, «Italian method»

Сложность точного описания структуры занятости теневой экономики обусловлена тем, что российскую экономику современного периода отличают несовершенство социально-экономических отношений, множественность разноуровневых хозяйственных структур, крайняя неопределенность системы формирующихся рыночных отношений, слабая упорядоченность и зачастую бессистемность институтов, регулирующих отношения в экономической сфере. Сельское хозяйство, несмотря на значимость этой отрасли для экономики страны, незаслуженно осталось в стороне от научного дискурса по этой теме. В вовлеченности аграрных работников в теневую экономику никто не сомневается, однако методология оценки теневой занятости в сельском хозяйстве требует научного осмысления и уточнения.

Вопросы функционирования теневой экономики российской деревни рассматриваются в экономико-социологических исследованиях И. Клямкина и Л. Тимофеева [8], классификация и характеристика основных формы теневой и неформальной занятости приведена в работах С. Барсуковой [1], подробный анализ феномена теневой экономики, в том числе основ ее измерения, содержится в научных трудах Ю. Латова и С. Ковалева [9], а также в работах иностранных ученых Ф. Шнейдера [18, 19], а Е. Фейга, Г. Гроссмана, К. Харта [цит. по 10]; вопросы количественной и качественной оценки теневой экономики как фактора экономического поведения различных макроэкономических агентов, в частности домохозяйств, изучаются российскими учеными Г. Россинской и Д. Песковой [17].

На сегодняшний день экономическая наука обладает достаточно развитым инструментарием измерения теневой экономики (рисунок). Применяются прямые и косвенные методы, различия которых заключается в объекте первичного сбора данных: при прямых методах, к которым относят специальные обследования, оценивается непосредственно теневая экономика (чаще всего таким образом выясняется уровень теневых доходов); при косвенных методах выводы

о динамике теневой экономики делаются на основе анализа показателей, изменения которых могут свидетельствовать о повышении или понижении теневой активности [12–14].

1. **Учетно-статистические методы**
   - 1.1. Микрометоды (прямые)
     - 1.1.1. Опросы
     - 1.1.2. Аудит и государственные проверки
   - 1.2. Макрометоды (косвенные)
     - 1.2.1. Балансовый метод (метод расхождения показателей)
       - 1.2.1.1. Сравнение доходов и расходов
       - 1.2.1.2. Альтернативные оценки макроэкономических показателей
       - 1.2.1.3. Метод товарных потоков
     - 1.2.2. Метод технологических коэффициентов
     - 1.2.3. Монетарный метод
2. **Аналитические методы**
   - 2.1. Документальный анализ
   - 2.2. Бухгалтерский анализ
   - 2.3. Экономический анализ
     - 2.3.1. Метод сопоставлений
     - 2.3.2. Метод стереотипов
     - 2.3.3. Метод корректирующих показателей
3. **Смешанные методы**
   - 3.1. «Итальянский» метод
   - 3.2. Эконометрическое моделирование
     - 3.2.1. Метод «мягкого моделирования»
     - 3.2.2. Метод скрытых переменных
   - 3.3. Комбинированные методы

Классификация методов измерения теневой экономики

К ним относится, в частности, монетарный метод, суть которого состоит в анализе структуры денежной массы; метод технологических коэффициентов, отражающий связь теневого оборота с потреблением особых видов ресурсов (электроэнергии, воды) либо с загрязнением окружающей среды; итальянский метод, позволяющий на основе данных о фактически отработанном рабочем времени и средней производительности труда рассчитать теневой ВВП; балансовый метод (зеркальный, по терминологии И.И. Елисеевой [6]) отражает теневую экономику как расхождение между показателями, которые в отсутствии теневой активности должны быть сбалансированы (например, доходы и расходы); модельные исследования.

Измерить теневую экономику, оценивая занятость, возможно по «итальянскому» методу. Он был разработан специалистами итальянской службы статистики (ISTAT). Суть метода состоит в предположении, что уровень занятости в официальной экономике зависит от количества рабочей силы, по различным причинам ушедшей в теневую и неформальную экономику. Исследование проводится в два этапа. Первоначально собирают данные домохозяйств об общем фактически отработанном рабочем времени как в легальной экономике, так и в неформальной. Опросы не содержат вопросов о доходе и заработной плате и не вызывают подозрения у респондентов. В них спрашивается об отработанном времени в той или иной отрасли. Количество часов суммируется и рассчитывается средний показатель человеко-дня. Полученный банк фактически отработанного времени умножают на среднюю производительность труда. Распространение полученных показателей на генеральную совокупность позволяет получить совокупный произведенный продукт (в теневой и официальной экономике) и общее количество фактически занятых [15, 16]. Сравнение официального ВВП и полученных результатов дает возможность с определенным интервалом доверительной вероятности измерить количество занятых в теневой экономике. Этот метод, как все остальные методы измерения теневой экономики, несвободен от недостатков. Не совсем правильно использовать показатель средней производительности труда применительно как к теневой, так и к официальной рабочей силе. Их сложно сравнивать, не всегда возможно сказать в теневой или легальной сфере производительность труда выше. Это

связано с различиями в субъектной структуре теневой экономики. Очевидно, что труд низкоквалифицированных работников, попавших в теневую экономику вынужденно, не найдя себе место в легальной, менее продуктивен, в то время как компетентные специалисты, как правило, имеющие в теневой экономике вторичную занятость, за приличное вознаграждение могут и стремятся сделать работу быстрее и качественнее, чем в легальной экономике, где их труд недооценивается [2–4].

Способ может использоваться как для определения фактического уровня занятости по сравнению с официальным, так и для поиска расхождения в отработанном времени де-юре и де-факто. Иными словами, подход состоит в том, что данные о рабочих местах, полученные статистиками (из переписей и обследований), сравниваются с соответствующими данными юридических и налоговых органов, а также органов соцобеспечения, с учетом экономической деятельности и территориальной классификации; затем проводится пересчет всех занятых, работающих полную рабочую неделю, занятых частично, работающих на дополнительной работе в эквивалент полной занятости (полный рабочий день). Полученные единицы труда и выработка на одного работающего используются для расчета выпуска и добавленной стоимости по видам деятельности, что позволяет скорректировать объем продукции, недоучтенной предпринимателями. Данный метод используется и в России. Госкомстат России сотрудничает с Институтом статистики ISTAT, в рамках международного проекта исследуется возможность и варианты применения «итальянского» метода в России.

Согласно исследованиям аналитиков Министерства труда и социального обеспечения России по состоянию на май 2015 г. теневая занятость в России составляет свыше 15 млн человек, а это примерно 20% экономически активного населения России (76,1 млн человек) [5]. Близкие к этим цифрами оценки получили и специалисты Центра макроэкономических исследований Сбербанка РФ. По их мнению, к неформально занятым можно отнести 20 млн человек, – 25% экономически активного населения России. Из этого количества неформально занятых около 4 млн человек статистика относит к самозанятым. Что показывает нам разницу в понятиях неформальный и теневой занятый. Таким образом, вне трудового законодательства существует около 16 млн россиян. Неформальная занятость более всего распространена в северокавказских республиках, из-за высокого уровня безработицы и избытка трудовых ресурсов там без трудового договора трудится 40% всех работников [7].

Необходимо отметить, что в силу специфичности теневой экономики ни один метод ее измерения не может дать точного результата. Каждая методика имеет свои преимущества и недостатки. В случае с прямыми методами, это, как правило, так называемый «человеческий фактор» субъективность, присущая любому интервьюеру и респонденту.

В целом признано, что прямые методы имеют тенденцию занижать результаты, а косвенные – наоборот, завышать. Например, Ф. Шнайдер и коллеги [19] приводят данные оценки теневой экономики в пяти странах развитой экономики (Канада, Германия, Великобритания, Италия и США), полученные с помощью девяти различных методов. Наиболее низкие показатели зафиксированы при использовании метода выборочного обследования домашних хозяйств (от 1,4% в Канаде до 5,6% в США). Метод налогового аудита дает более высокие показатели (до 10% в США). Методы расхождения между доходами и расходами и между официальными и фактическими данными по занятым дают довольно высокие показатели по одним странам и низкие по другим.

Модельные исследования объема теневой экономики в некоторой мере позволяют нивелировать погрешности косвенных методов, так как обеспечивают комплексный учет множества факторов, как оказывающих влияние на интенсивность развития теневой экономики (детерминанты), так и являющихся следствием распространения теневых отношений (индикаторы). Однако и они несвободны от недостатков. В частности, не всегда возможно задать количественное значение детерминантам и индикаторам. Некоторые качественные показатели сложно переводимы на язык цифр. Например, при построении регрессионной модели по методу «скрытых переменных» одной из часто используемых детерминант является «налоговая мораль», т.е. некое внутреннее понимание налогоплательщиком необходимости уплаты налогов и готовность это сделать. Однако, на взгляд авторов, достаточно спорный вопрос, к какой группе факторов (детерминанты или индикаторы) можно налоговую мораль отнести. С одной стороны, при снижении внутреннего убеждения членов общества платить налоги теневая активность увеличивается, но практика показывает, что и наоборот увеличение теневой экономики приводит к уменьшению желания уплачивать налоги. Да и вопрос количественной оценки ряда качественных показателей, таких как, например, налоговая мораль (tax morality), весьма неоднозначен.

Вопросы оценки теневой занятости в сельском хозяйстве тесно связаны

со смежными формами хозяйствования, в частности неформальной занятости в личных подсобных хозяйствах, производящих продукцию для последующей реализации (товарное производство). В исследовании О. Синявской показано, что эта форма трудовой деятельности обеспечивает уровень сельской занятости в неформальном секторе, равный 26,5–28,6 % [11]. По мнению автора, эти данные занижают оценки для села и в результате снижают общий уровень неформальной занятости в стране. Но дело не только в недоучете некоторого числа сельских неформально занятых. Исследования этого феномена на селе показывают его специфичность, непохожесть на модели неформальных трудовых отношений, которые существуют в городах.

Нельзя сказать, что формы теневого рынка труда являются постоянными и неизменными. Под влиянием определенных факторов возникают новые формы теневой деятельности, но пропадают при исчезновении этих факторов. Таковым примером можно назвать частный извоз. Под влиянием фактора несовершенства транспортной системы города, ограниченности маршрутов и расписания движения общественного транспорта и высокой цены за услуги такси, возникла такая форма теневой деятельности, как частный извоз. Однако со временем появились новые маршруты, открылись фирмы, предоставляющие услуги такси с заранее известной стоимостью проезда (в отличие от ранее действовавших тарифов, определяемых «счетчиком»), т.е. исчезли факторы, вызвавшие появление временной формы теневой деятельности. Наглядно видно, что количество людей, осуществляющих частные перевозки, существенно сократилось, практически исчезнув в городах и крупных пригородах. Таким образом, можно резюмировать, что классические формы теневой деятельности устойчивы, имеют потенциал к приспособлению и трансформации при изменении внешних факторов, временные же формы теневой деятельности пропадают при исчезновении факторов, их вызвавших.

К особенностям, определяющим сложности применения методов измерения теневой занятости в сельском хозяйстве, можно отнести:

1) особо тесное переплетение теневой и легальной экономической деятельности на селе, обусловленное, с одной стороны, исторически сложившейся практикой, а с другой, тяжелыми условиями жизни, более низкой оплатой труда, вынуждающей искать альтернативные источники заработка;

2) сложность применения прямых методов измерения теневой экономики, низкой эффективностью социологических опросов селян по вопросам теневой экономики, «круговой порукой» жителей сельских населенных пунктов;

3) институционализация теневой экономики: настолько широкое распространение различных форм теневой занятости, что она перестает считаться отклонением от нормы, является общепринятой практикой, социальным институтом;

4) активное использование сделок натурального обмена, бартера, что затрудняет применение монетарного метода измерения теневой экономики (метод спроса на наличность).

Значение неформального сектора для российского сельского хозяйства весьма неоднозначно. С одной стороны, очевидна его положительная роль в решении проблем занятости и доходов населения, расширении рынка товаров и услуг, создании базы для развития предпринимательства. Так, теневой сектор в значительной степени сдерживает резкое падение уровня жизни населения и рост безработицы. Часто он поставляет дефицитные товары и услуги, а также позволяет многим выбрать удобный режим работы. Но вместе с тем теневой сектор порождает ряд острых социальных проблем. Прежде всего он создает дополнительные условия для развития криминальной среды. Кроме того, для людей, работающих в теневом секторе, отсутствуют реальные социальные гарантии и контроль за условиями труда. Это относится не только к собственно нелегальному сектору, но и в значительной степени к зарегистрированным производственным единицам подобного рода.

Теневая занятость, вследствие отсутствия предусмотренного трудовым законодательством оформления, влекущего, как правило, хищническую эксплуатацию работников, является одним из факторов искажения трудовых отношений. Эта деформация выражается, с одной стороны, в применении недостаточно квалифицированной рабочей силы. Отсутствие необходимости соответствовать формальным нормам (разрядам рабочих специальностей, дипломам, сертификатам и тому подобным стандартам) ведет к снижению административно-бюрократических барьеров, но и одновременно означает, что зачастую лица, не имеющие соответствующих навыков, знаний и компетенций, допускаются к работе со сложными и потенциально опасными объектами, машинами, оборудованием. Это представляет угрозу как им самим, так и работодателям, может повлечь аварии и травматизм. С другой стороны, теневая занятость означает правовую незащищенность работников, непредоставление социальных гарантий, вероятность невыполнения договоренностей по уровню

оплаты труда, сложности судебной защиты работающих без трудового договора. Неформальная занятость скрепляется межличностными и семейно-клановыми связями, другая часть теневого рынка труда обусловлена серьезными нарушениями законодательства и весьма криминализирована.

Можно отметить и ряд положительных эффектов теневой занятости. Они касаются возможностей заработка для лиц, не нашедших себя на легальном рынке труда, для одних это основной источник дохода, для многих других – дополнительный. Неформальная занятость также может предлагать более гибкий график работы, что привлекательно для социально незащищенных групп населения (женщин с малолетними детьми, пенсионеров, инвалидов) Доходы теневых работников, в свою очередь, ведут к увеличению спроса на товары и услуги, стимулируя тем самым развитие производства в целом. Косвенно теневая занятость ведет к увеличению предложения относительно дешевых товаров и услуг в особенности в сельском хозяйстве, обеспечивая тем самым потребление беднейших слоев, составляющих около трети населения страны, существенная доля которых проживает именно на селе. Однако надо понимать, что положительные эффекты теневой занятости проявляются в конкретный исторический период, действуют непродолжительное время, немасштабны и имеют позитивное влияние, если не принимают институциализированную форму.

Широкое распространение теневой занятости является весьма негативным последствием переходного периода экономического развития России. Несмотря на возможные преимущества для ряда экономических агентов, (например, сельхозпредприятия могут за счет теневых работников увеличивать прибыль, неформальные работники получают возможность трудиться и/или увеличивать заработок, потребители – приобретать продукты и услуги по более низким ценам), теневая занятость ведет к существенным деформациям на рынке труда, что выражается в деградации трудового потенциала страны, повышении технических и экономических рисков, криминализации рынка труда, недофинансированию доходной части бюджетов и внебюджетных фондов всех уровней, повышает налоговое бремя законопослушных налогоплательщиков. Развитие теневой занятости создает как на федеральном, так и на региональном уровне серьезные проблемы, игнорировать которые невозможно, следовательно, необходимо дальнейшее совершенствование методологии измерения теневой экономики с целью более адекватной оценки этого показателя в сельском хозяйстве.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Башкортостан в рамках научного проекта № 17-12-02004 «Экономическое поведение домохозяйств в условиях теневой экономики: современные особенности и пути повышения эффективности государственного воздействия на региональном уровне».

Список литературы

1. Барсукова С. Неформальная экономика. – М.: Юнити Дана. – 2009. – 355 с.

2. Буньковский Д.В. Понятие потенциала производственного предпринимательства // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2011. – № 7. – С. 318–323.

3. Буньковский Д.В. Противодействие теневым экономическим отношениям в СССР // в сб. Исторические традиции правоохранительной системы России. – Иркутск, 2016. – С. 31–37.

4. Буньковский Д.В. Процессный подход в управлении инвестиционными проектами // Актуальные проблемы права, экономики и управления.– 2014. – № 10. – С. 18–21.

5. В России хотят полностью ликвидировать неформальную занятость. Новая газета. 20 мая 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ng.ru/economics/2015-05-20/4_job.html.

6. Елисеева И. Теневая экономика в хозяйстве страны: вопросы методологии и измерения [Текст] // Экономика и управление. – 2007. – № 1 (27). – С. 11–15.

7. Каждый четвертый работающий россиянин трудится в теневом секторе экономики / Интернет-ресурс News.ru 27 февраля 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.newsru.com/finance/27feb2014/shadow.html.

8. Клямкин И., Тимофеев Л. Теневая Россия. – М.: РГГУ. – 2000. – 595 с.

9. Латов Ю., Ковалев С. Теневая экономика. – М.: Норма. – 2006. – 336 с.

10. Пескова Д.Р. Теоретические подходы к исследованию и оценке теневой экономики [Текст] / Д. Пескова // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2013. – № 2. – С. 49–53

11. Синявская О.В. Неформальная занятость в современной России: измерение, масштабы, динамика. – М.: Поматур. – 2005. – 56 с.

12. Avhustyn R. Identification of Methodology of Indirect Assessment of Economy Shadowing, Business Inform, Research centre for industrial development problems of NAS, Kharkiv National University of Economics, 2014. issue 3, p. 37–41.

13. Baizakov D. Kari, A. Shadow Economic Activities: Assessment and Minimization Problems, International Journal of Economics and Financial Issues, Econjournals, 2016, vol. 6(4), p. 1515–1524.

14. Herwartz H., Sardà J., Theilen B. Money demand and the shadow economy: empirical evidence from OECD countries,» Empirical Economics, Springer, vol. 50(4), p. 1627–1645.

15. Huseynov T. Growth of agriculture production requires new approach, 2nd International Conference on Energy, Regional Integration and Socio-Economic Development 7705, EcoMod, 2014. – Режим доступа: https://ideas.repec.org/p/ekd/006666/7705.html.

16. Kubiczek A. Shadow economy as an example of unfair competition Ekonomia i Prawo, Uniwersytet Mikolaja Kopernika, 2014. vol. 13(3), p. 449–463.

17. Peskova D., Rossinskaya G. Peculiarities of household economic behavior in terms of shadow economy / Galina Rossinskaya, Dinara Peskova // Journal L´Association 1901 «Sepike». 2013. № 3. P. 191–196.

18. Schneider F. Shadow Economies and Corruption All Over the World: Revised Estimates for 120 Countries [Электронный ресурс] / Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, Vol. 1, 2007-9. – Режим доступа : http://www.economics-ejournal.org/economics/journalarticles/2007-9.

19. Schneider F., Dell'Anno R., Buehn A. Fiscal illusion and the shadow economy: Two sides of the same coin? Economics working papers 2013-21, Department of Economics, Johannes Kepler University Linz, Austria.

УДК 330.354

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РОССИИ

[1,2]Подопригора И.В., [1,2]Золотарева Г.А.

[1]Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, e-mail: podigval@mail.ru;

[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Настоящая статья посвящена исследованию экономического роста России в современных условиях, а также рассмотрению факторов, за счет которых этот рост возможен. Среди основных факторов выделяются инвестиции в основной капитал, показатели загрузки капитала и использования труда, внешнеторговая составляющая роста ВВП, цены на нефть. Проведен анализ темпов экономического роста и выделены периоды, характеризующие динамику экономического роста России. Проведенный анализ темпов роста экономики страны показал, что последние годы происходит его устойчивое снижение, поэтому необходима разработка новых подходов к обеспечению роста экономики страны. На основе проведенного исследования было констатировано, что осуществление экономического роста может происходить по двум направлениям: вовлечение в производство дополнительных факторов труда и капитала; рост совокупной факторной производительности.

Ключевые слова: экономический рост, ВВП, среднедушевые денежные доходы, темпы прироста, факторы роста, инвестиции

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE ECONOMIC GROWTH OF RUSSIA

[1,2]Podoprigora I.V., [1,2]Zolotareva G.A.

[1]Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, e-mail: podigval@mail.ru;

[2]National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

This article is dedicated to the study of Russia's economic growth in the current conditions, as well as consideration of the factors by which that growth is possible. Among the major factors highlighted investments in fixed assets, equity indices download and use of labor, foreign trade component of GDP, oil prices. The analysis of economic growth and highlighted periods that characterize the dynamics of Russian economic growth. The analysis of the growth rate of the economy showed that last years it is stable decreased, so it is necessary to develop new approaches to ensure the country's economic growth. On the basis of the study, it was stated that the implementation of economic growth can occur in two ways. The first area to be directed to engage in the production factors of labor and capital, the second direction of the growth can occur due to the growth of total factor productivity.

Keywords: economic growth, GDP, per capita cash income, growth rates, growth factors

Одна из главных проблем, стоящих перед Россией, – обеспечить экономический рост на основе структурной перестройки экономики. На основе мирового опыта можно предположить, что этой цели можно достичь в первую очередь путем привлечения в реальный сектор экономики значительных инвестиционных ресурсов и организации механизма их эффективного использования [4].

В большей степени в краткосрочном периоде на темпы роста ВВП влияют некапиталоемкие факторы. Но в среднесрочном и долгосрочном периодах на темпы прироста ВВП преимущественное влияние оказывают капитальные вложения. При этом российской экономике необходимо перейти к инновационной образующей капиталовложений вместо энергосырьевой, так как именно инновационные ресурсы воспроизводятся в расширенном масштабе [7].

Для анализа факторов, влияющих на экономический рост экономики России, необходимо проанализировать динамику ВВП (табл. 1).

Как видно по данным табл. 1, объем ВВП в текущих ценах за десять лет увеличился на 59194,5 млрд руб. (почти в четыре раза). При этом снижение произошло только в 2008 г., но заметно замедление темпов роста в 2015 г. Если рассматривать динамику реального роста ВВП в сопоставимых ценах 2008 г., то его увеличение произошло на 8730,6 млрд руб., или на 26,13 %. Заметно снижение ВВП по отношению к 2008 г. не только в 2009, но и в 2010 г., а также упал ВВП в 2015 г. В среднем за десять рассматриваемых лет средний рост экономики составил 2,6 % (с учетом падения в отдельные годы). Сравнение динамики ВВП в текущих и сопоставимых ценах показывает также, что наибольшее влияние на темпы экономического роста оказало изменение цен, которое в 2015 г. по отношению к 2008 г. составило 193,7 %.

Для оценки характера динамики рассмотрим темпы и направление изменений динамики ВВП (табл. 2).

Наибольший рост экономики происходит в первые два анализируемых года

с постепенным снижением до показателей, близких к нулю в последние годы.

Экономический рост представляет собой долговременное увеличение реального валового внутреннего продукта в абсолютных значениях и в расчете на каждого жителя страны [6]. Поэтому для характеристики экономического роста и состояния экономики страны используем не только динамику ВВП, но и объем ВВП на душу населения по паритету покупательной способности (ППС). За 2015 г. в России он составил 24451 доллар на человека (табл. 3).

По данным табл. 3 видно, что показатель ВВП России на душу населения растет, за десять лет его рост составил 163,9 %, но его рост происходил до 2012 г.

Таким образом, проведенный анализ темпов роста экономики страны показал, что последние годы происходит его устойчивое снижение, поэтому необходима разработка новых подходов к обеспечению роста экономики страны.

Изучая вопросы экономического роста, нельзя не упомянуть об экономическом развитии, которому сопутствуют качественные структурные изменения в отраслевом разрезе, среди которых можно выделить следующие: механизмы программно-целевого финансирования, уровень и динамика инвестиций.

В разных странах темпы экономического роста различаются, это обусловлено, в первую очередь разными темпами роста численности населения, а также различными объемами инвестиций и соответственно разным уровнем технического прогресса [4].

Однако, если основываться на кривой Джини, то рост численности населения напрямую не зависит от экономического роста [12]. Численность населения России представлена на рисунке [11]. Как видно из рисунка, численность населения в годы наибольшего подъема экономики (2005–2008 гг.) снижалась.

В условиях стагнации экономики, обусловленной наличием объективных и субъективных факторов, именно показатель численности населения не предрасположен к значительным колебаниям в динамике. Вместе с тем необходимо обратить внимание на другие ресурсы, после активизации которых будет возможен не только экономический рост, а также и увеличение эффективности экономических систем. Такими ресурсами должны выступить инновации и инвестиции.

Таблица 1

Динамика ВВП с 2005 по 2015 гг., млрд руб. [9]

Показатели	Годы										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ВВП в текущих ценах	21609,8	26917,2	33247,5	41276,8	38807,2	46308,5	55967,2	66926,9	71016,7	77945,1	80804,3
ВВП в ценах 2008 г.	33410,5	36134,6	39218,7	41276,8	38048,6	39762,2	41457,8	42916,2	43465,3	43772,4	42141,1

Таблица 2

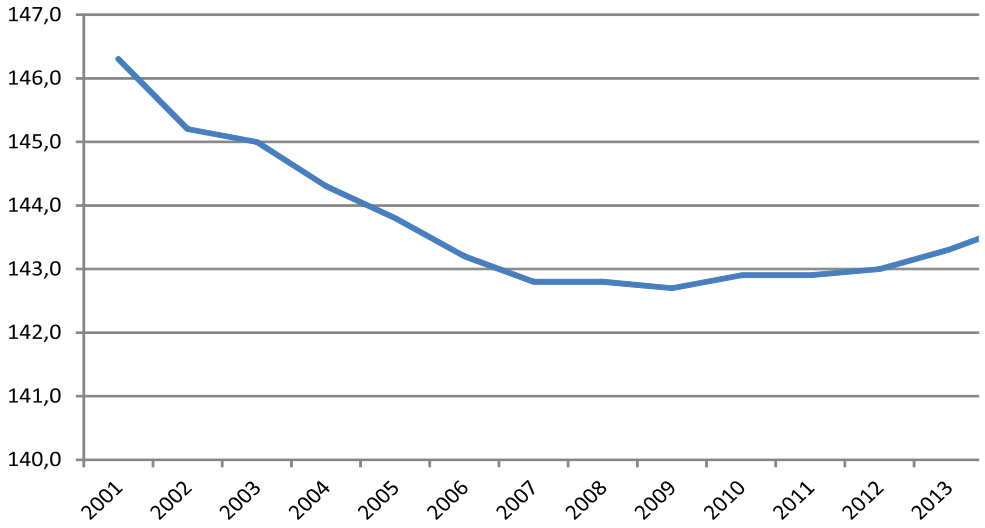
Темпы прироста ВВП в ценах 2008 г. в период с 2006 по 2015 гг., % [8]

Показатели	Годы									
	22006	22007	22008	22009	22010	22011	22012	22013	22014	22015
Темпы прироста ВВП	8,2	8,5	5,2	– 7,8	4,5	4,3	3,5	1,3	0,7	– 3,7

Таблица 3

Динамика ВВП России на душу населения по ППС в текущих ценах, долл., 2006–2015 гг. [5]

Показатели	Годы									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ВВП России на душу населения	14916	16649	20164	19387	20498	24074	25317	24165	25095	24451



Численность населения России 2001–2016 гг.

Таблица 4

Инвестиции в основной капитал России, млрд руб., 2000–2014 гг., млрд руб. [10]

Показатели	Годы									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Объем инвестиций в текущих ценах	4730	6716,2	8781,6	7976	9152,1	11035,7	12586,1	13450,2	13902,6	14555,9

В современных условиях необходимой составляющей экономического роста является внедрение инновационных технологий на производстве, что в свою очередь предполагает эффективное использование ресурсного потенциала страны, таким образом, главными факторами развития и совершенствования института экономического роста должны стать инновации и инвестиции в производстве. Инвестиции в основной капитал РФ представлены в табл. 4.

Направление изменения инвестиций и общего объема ВВП совпадает, но темпы роста инвестиций (в 3 раза) отстают от темпов роста национального продукта (в 3,7 раза). Такое соотношение темпов роста может свидетельствовать о повышении эффективности капитальных вложений. Но если исключить фактор инфляции, рассчитанный по табл. 1, то вложения в реальные инвестиции в 2015 г. по отношению к 2008 г. снизились на 14%.

Таким образом, учитывая значительные масштабы инвестиционного рынка России, можно предположить, что одним из факторов экономического развития является стимулирование увеличения инвестиций [4]. Уровень освоения повышения технологичности производственного цикла и модернизации будет содействовать экономическому росту страны, благодаря тесной корреляционной связи с макроэкономическими показателями.

Темпы роста ВВП России можно разложить на три составляющие: структурная, которая определяется фундаментальными факторами роста; внешнеторговая, которая определяется благоприятными условиями торговли; конъюнктурная, которая включает в себя бизнес-циклы и случайные шоки. Данное разложение темпов роста было проведено на основе подхода, разработанного Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и дополненное с учетом зависимости российской экономики от внешнеторговой конъюнктуры.

На основе разложения темпов роста ВВП были выделены стадии развития российской экономики. Динамика экономического роста России может быть охарактеризована следующими тремя этапами:

I. 2001–2003 гг. – На данном этапе экономический рост происходит за счет повышения загрузки производственных мощностей (капитала), а также усиления инвестиционной активности и создания нового капитала; структурная составляю-

щая на этом этапе находилась в диапазоне 5–5,1 % [10]. Внешнеторговая компонента составляет менее 1 %, это обусловлено незначительной разницей между фактической и среднемноголетней ценой на нефть, за исключением 2000 г.

II. 2004–2008 гг. – На втором этапе структурная составляющая остается на достаточно высоком уровне, немного снижаясь примерно с 4,9 до 4,5 %, за счет роста загрузки мощностей и использования рабочей силы. Вместе с тем темпы роста инвестиций в основной капитал отстают от темпов роста ВВП, а показатели загрузки капитала и использования труда приближаются к уровню полной загрузки. Внешнеторговая составляющая роста ВВП растет с 1,6 до 2,7 %, это можно объяснить быстрым ростом нефтяных цен, которые существенно превышают среднемноголетний уровень [3].

III. 2009–2014 гг. На третьем этапе структурная составляющая снижается с 4,3 до 1–2 %. Возникает угроза рецессии, это обусловлено тем, что фундаментальные факторы производства остаются на прежнем уровне. Уровень использования рабочей силы приближается к максимально возможному, а капитал не расширяется. Можно сделать вывод о том, что только увеличение совокупной факторной производительности может стать основой для повышения структурной составляющей.

На третьем этапе можно выделить три периода изменения внешнеторговой компоненты изменения экономики:

● 2009 г. – в этом году происходит существенное падение цен на нефть с 98 долл/барр. в 2008 г. до 62 долл./барр. Так же в данном году наблюдается падение спроса на российский экспорт сырья, из этого следует снижение внешнеторговой составляющей с 2,6 до 0,93 %.

● 2010–2012 гг. – в данный период цены на нефть устанавливаются выше среднемноголетних показателей, а также, увеличиваются цены и объемы экспорта российского газа. Таким образом, внешнеторговая компонента растет и составляет 1,5–2 %.

● 2013–2014 г. – в данный период внешнеторговая компонента снижается с 1,1 до 0,9 %. В этом периоде уровень цен на нефть начинает постепенно снижаться и достигает своего одиннадцатилетнего минимума в 38 долл/барр. Данный период характеризуется более низкой внешнеторговой компонентой темпов роста ВВП, чем во II периоде.

Таким образом, можно охарактеризовать стадии развития и причины изменения экономического роста:

1. 1999–2000 гг. – данная стадия характеризуется восстановительным ростом.

2. 2001–2003 гг. – рост на данной стадии обусловлен увеличением инвестиций и загрузки капитала. Соответственно, в указанные периоды времени структурная компонента темпов роста ВВП была максимальной за весь рассматриваемый период.

3. 2004–2008 гг. – данный период характеризуется пиком роста мировых цен на нефть и, следовательно, увеличением внешнеторговой компоненты роста ВВП.

4. 2008–2014 гг. – данная стадия характеризуется колебанием цен на нефть с их снижением к концу периода, снижением внешнеторговой компоненты роста ВВП.

Такая же ситуация сохраняется на 2015 г. и первую половину 2016 г. с незначительными изменениями.

Период перегрева экономики в начале 2008 г., в котором происходило снижение структурной и внешнеторговой составляющих роста.

Мировой экономический кризис 2008–2009 гг., в данном периоде конъюнктурная компонента приняла большое отрицательное значение из-за случайного шока, который включал суммарное воздействие всех факторов мирового кризиса.

Фаза бизнес-цикла экономики 2010–2014 гг., этот период характеризуется стабилизацией конъюнктурной компоненты роста ВВП, но в 2012–2014 гг. российская экономика перешла в нижнюю фазу цикла после перегрева, и, соответственно, конъюнктурная компонента ушла в отрицательную область.[3].

Таким образом, исследование показало, что можно сделать вывод о том, что снижение темпов экономического роста России, начавшееся в конце 2008 г., вызвано не монетарными факторами [7], а отсутствием внутренних источников экономического роста.

Выход российской экономики из мирового экономического кризиса обеспечили высокие цены на нефть, а также они позволили сохранить положительные темпы экономического роста до 2014 г., несмотря на то, что наблюдалось снижение совокупной факторной производительности при полной загрузке мощностей.

Осуществление экономического роста может происходить по двум основным направлениям. Первое направление – вовлечение в производство факторов труда и капитала, при этом особенно важным фактором экономического роста в условиях повышения инновационной образующей капиталовложений является качественное увеличение человеческого капитала, что подразумевает под собой осуществление реформ в сферах образования и здравоохранения.

Второе направление осуществления экономического роста может происходить за счет роста совокупной факторной производительности, которая подразумевает под собой более глубокое структурное реформирование, затрагивающее институциональные изменения. Необходимы серьезные реформы, направленные на снижение зависимости российской экономики от внешнеэкономической конъюнктуры.

При этом нельзя забывать об одном из важнейших факторов, увеличении инвестиционного спроса, который может быть обеспечен за счет благоприятного институционального климата.

Список литературы

1. Бетс Г., Брайндли Б., Уильямс С. Бизнес. Толковый словарь [Текст]. – М.: ИНФРА-М, Издательство «Весь Мир», 1998. – 1035 с.

2. Горюнов Е.Л., Трунин П.В. Банк России на перепутье: нужно ли смягчать денежно-кредитную политику // Вопросы экономики. – 2013. – № 6. – С. 29–44.

3. Декомпозиция темпов роста ВВП России / С. Синельников-Мурылев [и др.]. – М.: Изд-во Ин-та Гайдара, 2015. – 128 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://www.iep.ru/files/RePEc/gai/rpaper/126Sinelnikov.pdf (дата обращения: 28.03.2017).

4. Золотарева Г.А., Подопригора И.В. Сбережения как необходимое условие осуществления инвестиций // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319, № 6. – С. 41–45.

5. Интерактивная витрина: ВВП России на душу населения по паритету покупательной способности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/# (дата обращения: 28.03.2017).

6. Иохин В.Я. Экономическая теория. – М.: Юрист, 2006. – 861 с.

7. Малаховская М.В., Золотарева Г.А., Подопригора И.В. Инвестиции в жилищное строительство как фактор экономического роста //Инвестиции в России. – 2006. – № 4. – С. 23–24.

8. Сафрончук М.В. Экономический рост. – Киров: АСА, 2004. – С. 605–644.

9. Федеральная служба государственной статистики: ВВП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/# (дата обращения: 28.03.2017).

10. Федеральная служба государственной статистики: Инвестиции в основной капитал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/investment/nonfinancial/# (дата обращения: 28.03.2017).

11. Федеральная служба государственной статистики: Численность населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/ population/demography/# (дата обращения: 28.03.2017).

12. Центральная База Статистических Данных: Индекс Джини [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi (дата обращения: 28.03.2017).

УДК 338.49

К ВОПРОСУ О РАЗМЕЩЕНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Попов П.В., Шевченко О.В., Морозов А.В., Скачков Д.А.

Волгоградский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, Волгоград, e-mail: donpascha1@mail.ru

Настоящая статья посвящена анализу возможности размещения международных логистических центров на территории Российской Федерации. В соответствие с комплексным планом развития инфраструктуры автомобильных и железных дорог, включенных в Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС, международные логистические центры, ориентированные на грузоперевозку товаров между государствами – членами ЕврАзЭС и обеспечивающим транзит грузов в третьи страны, необходимо размещать в Московской, Ленинградской, Саратовской и Волгоградской областях. Однако неравномерность социально-экономического развития данных регионов, изменение политической ситуации на границах Российской Федерации, а также использование дискриминантного анализа показало, что в Волгоградской области целесообразно разместить международный логистический центр, ориентированный на грузопереработку товаров в рамках региона. В остальных регионах – международные логистические центры, ориентированные на грузоперевозку товаров между государствами – членами ЕврАзЭС.

Ключевые слова: логистическая инфраструктура, международный логистический центр, международный транспортный коридор, дискриминантный анализ

THE ISSUE OF PLACEMENT LOGISTICS CENTRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Popov P.V., Shevchenko O.V., Morozov A.V., Skachkov D.A.

Volgograd branch of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Volgograd, e-mail: donpascha1@mail.ru

This article analyzes the possibility of deploying international logistics centers in the territory of the Russian Federation. In accordance with the comprehensive plan for the development of infrastructure of roads and railways, in the List of EurAsEC transport routes, international logistics centers focused on cargo transportation of goods between the EurAsEC member states and ensuring the transit of goods to third countries, must be placed in the Moscow, Leningrad, Saratov and Volgograd areas. However, the uneven socio-economic development of these regions, a change in the political situation on the borders of the Russian Federation, as well as the use of discriminant analysis showed that in the Volgograd region it is advisable to place an international logistics center, focused on materials handling products within the region. In other regions – international logistics centers focused on cargo transportation of goods between the EurAsEC member states.

Keywords: logistics infrastructure, an international logistics center, international transport corridor, discriminant analysis

Одним из основных направлений стратегии регионального развития Российской Федерации является совершенствование инфраструктурной обеспеченности территорий и ее интеграции в мировое транспортное пространство, а также использование транзитного потенциала Юга России [5].

Реализация поставленной цели подразумевает создание международных транспортных коридоров на базе технически и технологически развитой транспортно-логистической инфраструктуры.

Под транспортной инфраструктурой понимаются транспортные коммуникации, терминалы, логистические центры и иные сооружения, устройства и оборудование, обеспечивающие работу транспорта при осуществлении перевозок грузов, пассажиров и багажа [2]. Одним из ключевых объектов транспортно-логистической инфраструктуры является логистический центр. Он обеспечивает комплексное транспортно-экспедиционное и сервисное обслуживание, на основе логистической координации всех участников транспортно-логистического процесса.

В настоящее время нет общепринятого понятия логистического центра. Европейская экономическая комиссия (ЕЭК ООН), Европейская конференция министров транспорта (ЕКМТ) и Европейская комиссия (ЕК) определяют логистический центр как географическое объединение независимых компаний и предприятий, занимающихся грузовыми перевозками и сопутствующими услугами, включающее по меньшей мере, один терминал [6]. П. Клаус и В. Кригер определяют логистический центр как пространственно-функциональный объект вместе с инфраструктурой и управляющей организацией, в котором реализуются логистические услуги, свя-

занные с транспортировкой, приемкой, хранением, распределением и выдачей товаров, а также сопутствующие услуги, предоставляемые независимыми по отношению к отправителю или получателю хозяйствующими субъектами [1]. Согласно В.И. Сергееву под логистическим центром понимается структура, объединяющая несколько компаний, осуществляющих, как правило, комплексную логистическую деятельность в определенном регионе (локальной территории) [6].

В комплексном плане развития инфраструктуры автомобильных и железных дорог, включенных в Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС, под логистическим центром понимается одна из форм интеграционного взаимодействия компаний в целях максимизации доходов на основе координации совместных усилий и централизации материального и информационного обеспечения товародвижения [2].

В соответствии с проектом ECE/TRANS/WP.24/2011 [7] Европейской комиссии в качестве требований к определению месторасположения логистического центра следует отнести:

– приближенность к сети федеральных дорог;

– приближенность к сети магистральных железных дорог.

К критериям, позволяющим определить месторасположение логистических центров в рамках ЕврАзЭС, относят [2]:

– расположение на пересечении транспортных маршрутов ЕврАзЭС между собой и с другими крупными международными и национальными транспортными коммуникациями;

– расположение вблизи от транспортных коммуникаций, входящих в Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС.

В соответствии с комплексным планом развития инфраструктуры автомобильных и железных дорог, включенных в Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС, к крупному международному логистическому центру относят транспортный узел, который находится на пересечении двух и более транспортных маршрутов ЕврАзЭС. Их мощности должны быть равны 1,5–2 млн т в год [2]. В плане также определены города Российской Федерации, в которых целесообразно размещать логистические центры, ориентированные на грузопереработку товаров в рамках ЕврАзЭС. и транзитных грузов. К ним относят Москву, Санкт-Петербург, Самару и Волгоград. Однако в [2] не рассмотрена динамика изменения социально-экономических показателей в результате кризиса и изменение политической ситуации в странах, на которые выходят транспортные коридоры ЕврАзЭС.

Оценим обоснованность размещения логистических центров, ориентированных на перераспределение международных потоков в рамках ЕврАзЭС и транзитных грузов в указанных выше регионах.

В работах [3, 4] рассматривалась возможность размещения транспортно-логистического центра на территории Волгоградской области. Однако в статье не учитывалось влияние мирового экономического кризиса и введение санкций на маршруты товародвижения. Кроме этого, в результате расчета по классическому и современному методу АВС и двухэтапному кластерному анализу были получены неоднозначные результаты. По классическому и современному методу АВС Волгоградская область была отнесена к группе В, а по двухэтапному кластерному анализу – к первому кластеру.

В соответствии с комплексным планом развития инфраструктуры автомобильных и железных дорог, включенных в Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС, через Волгоградскую область проходят автомобильный маршрут № 1, железнодорожный маршрут № 8 ОСЖД и МТК «Север – Юг».

К основным целям создания автомобильного маршрута № 1 следует отнести:

– установление транспортно-экономических связей между государствами – членами ЕврАзЭС и странами Европы;

– обеспечение перевозки транзитных грузов между странами Европы и Азии.

В настоящее время в связи с политической ситуацией в Украине данный коридор фактически не может выполнять транзитную функцию, что нарушает требование, предъявляемое к логистическим центрам, в области обслуживания транзитных грузов между государствами – членами ЕврАзЭС и третьими странами.

К железнодорожному маршруту, входящему в Перечень международных маршрутов ЕврАзЭС, проходящему через Волгоградскую область, следует отнести «Железнодорожный маршрут № 8 ОСЖД». К основным целям создания «Железнодорожного маршрута № 8 ОСЖД» следует отнести:

– установление транспортно-экономических связей между государствами-членами ЕврАзЭС и Украиной, Узбекистаном;

– обеспечение перевозки транзитных грузов между странами Южной Европы и Республикой Узбекистан.

На западе железнодорожный маршрут № 8 ОСЖД начинается на границе Российской Федерации и Украины, что из-за политической ситуации в Европе резко усложня-

ет перевозку транзитных грузов из Южной Европы, а следовательно, логистический центр, расположенный на территории Волгоградской области, не сможет выполнять функцию грузопереработки транзитных грузов между государствами – членами ЕврАзЭС и третьими странами.

К основным целям создания международного транспортного коридора «Север – Юг» следует отнести:

– установление экономических связей между государствами – членами ЕврАзЭС и Исламской Республикой Иран;

– сокращение в два и более раз (по сравнению с традиционным морским маршрутом через Суэцкий канал) расстояния международных транспортных перевозок между Северной Европой и странами Персидского залива, Индией, Ираном.

Международный транспортный коридор «Север – Юг», включающий автомобильный и железнодорожный маршруты, призван выступить альтернативным маршрутом транспортировки товара из Европы в Иран, Индию и др. страны. Однако до настоящего момента времени он не вышел на запланированную мощность.

В Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС, проходящих через Самарскую область, следует отнести автомобильный маршрут № 2, автомобильный маршрут № 3, автомобильный маршрут № 4, железнодорожный маршрут № 1 ОСЖД, железнодорожный маршрут № 5 ОСЖД.

К основным целям создания транспортного коридора «Автомобильный маршрут № 2» следует отнести:

– установление транспортно-экономических связей государств – членов ЕврАзЭС с третьими странами;

– транзит между третьими странами в Европе и КНР по территории государств – членов ЕврАзЭС.

Маршрут начинается от границы Польши и проходит через крупный логистический узел, находящий в Московской области. Он дает возможность осуществлять транспортировку транзитных грузов по территории Республики Казахстан, Кыргызской Республики и КНР.

Целями создания автомобильных маршруов № 3 и № 4 являются:

– установление транспортно-экономических связей государств – членов ЕврАзЭС с третьими странами;

– транзит между третьими странами в Европе и государствами Центральной Азии.

Маршрут начинается на границе с Польшей и через крупный логистический узел в Московской области имеет выход на границу Российской Федерации и Финляндии.

Железнодорожные маршруты № 1 и 5 повторяют автомобильные маршруты № 4 и 5.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что Волгоградская область не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к международным логистическим центрам, ориентированным на распределение международных и транзитных грузопотоков. В частности, по автомобильному международному маршруту № 1 и железнодорожному маршруту № 8 невозможен транзит грузов в третьи страны из-за политической ситуации в Украине. Самарская область удовлетворяет требованиям в области наличия двух и более маршрутов ЕврАзЭС, проходящих через ее территорию, а также позволяет осуществлять транзит грузов в страны Европы.

Строительство крупных международных логистических центров, ориентированных на грузопереработку транзитных грузов, в Московской и Ленинградской областях является целесообразным, так как они представляют собой крупные транспортные хабы при транспортировке грузов из Европы в страны Центральной Азии, КНР и др. страны.

Одним из требований, предъявляемых к крупным международным логистическим центрам ЕврАзЭС, ориентированным на перераспределение грузопотоков между государствами – членами ЕврАзЭС и транзит грузов в третьи страны, является транспортировка наибольших объемов грузоперевозок в рамках ЕврАзЭС. С целью определения районов Российской Федерации, для которых характерны значительные объемы транспортируемых грузов, воспользуемся дискриминантным анализом. Дискриминантный анализ позволяет выполнить разделение выборки на классы и получить оценку влияния вклада ключевых показателей в разделение объектов и вероятности отнесения объекта к каждому классу. Расчет проводился в программе IBM SPSS Statistics 20.

В качестве основных критериев были приняты следующие социально-экономические показатели субъектов Российской Федерации:

– объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды), млн руб.;

– перевозки грузов автомобильным транспортом, тыс. т;

– оборот розничной торговли, млн рублей;

– грузооборот автомобильного транспорта, тыс. тонно-километров;

– инвестиции в основной капитал, млн руб.

Принадлежность субъектов Российской Федерации к первому кластеру по основным социально-экономическим показателям за 2013–2014 гг., %

Субъекты РФ	Номер кластера и вероятность отнесения района к первому (Вер1) и второму кластеру (Вер2), %					
	2013	Вер1	Вер2	2014	Вер1	Вер2
Самарская область	1	95,6	0,00	1	97,3	0,00
Волгоградская область	1	53,27	46,73	1	51,24	48,76

В результате расчета объекты были разделены на три кластера со схожими значениями изучаемых характеристик. Объекты, которые были отнесены к первому кластеру, имели наибольшие значения экономических показателей и обеспечивали наибольшие объемы грузоперевозок.

Анализ полученных результатов за 2013–2014 гг. показал, что Самарская область была отнесена к первому кластеру с вероятностью более 95%. Волгоградская область за данный период времени также была отнесена к первому кластеру. Однако вероятности отнесения к первому и второму кластеру были достаточно близки. Это свидетельствует о возможности отнесения объекта как к первой, так и ко второй группе (таблица).

Дискриминантный анализ показал целесообразность размещения логистического центра, ориентированного на переработку международных грузов между государствами – членами ЕврАзЭС, а также на грузопереработку транзитных грузов в Самарской области. Волгоградская область из-за невысоких значений изучаемых характеристик не может однозначно быть отнесена к первой группе. Исходя из этого, а также учитывая отнесение региона к группе В по классическому и современному методу АВС, в Волгоградской области может быть размещен логистический центр, но ориентированный на грузопереработку международных грузов в рамках региона.

Таким образом, в соответствии с проведенными исследованиями можно сделать вывод о том, что международные логистические центры ориентированные на грузоперевозку товаров между государствами – членами ЕврАзЭС и транзит грузов в третьи страны, необходимо размещать в Московской, Ленинградской и Самарской областях. Эти регионы были отнесены в группу А по изучаемым показателям при использовании классического и современного методов АВС. Данные субъекты РФ были отнесены в первый кластер при использовании двухэтапного кластерного и дисперсионного анализа. Кроме этого, для данных объектов выполнялось условие наличия двух или более международных транспортных коридоров. В Волгоградской области целесообразно разместить международный логистический центр, ориентированный на грузопереработку товаров в рамках региона. По территории региона проходят три международных коридора. Однако по двум из них невозможно осуществлять поставку товаров в страны Европы из-за политической ситуации в Украине. Кроме этого, для Волгоградской области не выполняется условие транспортировки наибольших объемов грузоперевозок в рамках ЕврАзЭС. В результате дискриминантного анализа субъект РФ не может быть однозначно отнесен к первому кластеру.

Список литературы

1. Габлер-лексикон по логистике. Логистический менеджмент. Термины и определения / Под ред. проф. П. Клауса, проф. В. Кригера. – Германия, Вейсбаден, Изд-во «Габлер», 2010. – С. 410.

2. Комплексный план развития инфраструктуры автомобильных и железных дорог, включенных в Перечень транспортных маршрутов ЕврАзЭС [Электронный ресурс]. – URL: http://www.evrazes.com/docs/view/564 (дата обращения: 03.12.2016).

3. Попов П.В. О размещении транспортно-логистического центра на территории Волгоградской области / П.В. Попов, И.Ю. Мирецкий // Логистика. – 2014. – № 2. – С. 44–47.

4. Попов П.В. Формирование сети распределительных центров на территории российской Федерации / П.В. Попов, И.Ю. Мирецкий, О.В. Шевченко // Логистика. – 2016. – № 4. – С. 26–29.

5. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 10.02.2017) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134 (дата обращения: 03.12.2016).

6. Сергеев В.И. Общие тенденции развития логистических центров за рубежом // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – № 5 (52). – С. 7–18.

7. Роль терминалов и логистических центров в интермодальных перевозках. Economic Commission for Europe. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp24/ECE-TRANS-WP24-2011-03e.pdf (дата обращения: 03.12.2016).

УДК 336.6:658.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕНЕЖНОГО ПОТОКА

Приображенская В.В., Шабалина У.М.

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: preo-vv@yandex.ru, solnce2007@mail.ru

В статье рассматривается проблематика оценки эффективности производственного сегмента предприятия на основе приведенной стоимости генерируемых этим сегментом свободных денежных потоков на весь инвестированный в производственные затраты капитал. Авторами предложена группировка элементов рабочего капитала в части внеоборотных и текущих активов. Обоснован метод оценки элемента денежного потока производственной деятельности предприятия, основанный на показателе NOPLAT – нормализованной операционной прибыли, уменьшенной на величину скорректированных налогов. Предложены модели определения ставки дисконтирования свободных денежных потоков производственной сферы предприятия, основанные на оценках средневзвешенной стоимости рабочего капитала, полученные на основе оригинальной модели WACC – средневзвешенной стоимости капитала и ее модификаций, учитывающих особенности ценообразования на финансовые активы для российской экономики.

Ключевые слова: производственная деятельность, производственный сегмент предприятия, рабочий капитал, показатели эффективности производственной деятельности, свободный денежный поток, оценки денежных потоков, стоимость капитала, модели оценки стоимости капитала, оптимальная структура капитала

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE ENTERPRISE PRODUCTION SCOPE BASED ON INDICATORS OF THE CASH FLOW

Priobrazhenskaya V.V., Shabalina U.M.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: preo-vv@yandex.ru, solnce2007@mail.ru

Considers the problems of performance evaluation of the product segment of the enterprise based on the present value of free cash flows generated by this segment at all invested in production costs capital. The author proposes to group the items of the working capital in regards to non-current and current assets and explains the method of evaluation of an element of the cash flow of production activities, based on the NOPLAT – Net Operating Profit Less Adjusted Tax. The author offers a model determination of a discount rate free cash flows of the enterprise production scope based on estimates of the weighted average cost of working capital derived from the original model WACC (weighted average cost of capital) and its modifications, taking into account the peculiarities of price formation for financial assets for the Russian economy.

Keywords: productive activity, product segment, working capital, operating performance ratios, free cash flow, cash flow valuation, cost of capital, models for estimating the cost of capital, optimal capital structure

Переход к модели эффективной экономики большинством ученых-теоретиков и специалистов-практиков справедливо связывается с осознанием субъектами рынка, государственными и общественными институтами безальтернативности парадигмы стоимости: рост рыночной стоимости отдельного предприятия (бизнеса) – фактор повышения благосостояния всего общества. В свою очередь, в основе теории стоимости – оценка, контроль и управление денежными потоками, генерируемыми предприятием или отдельным его сегментом – объектом разовых или перманентных инвестиций в условиях изменчивых товарных и финансовых рынков, внешнего и внутреннего риска.

Для промышленных предприятий корпоративного сектора экономики, занимающих значительную долю в производственном потенциале страны, особую ценность с позиции стоимости представляют денежные потоки от основной – операционной деятельности, включающие потоки на собственный (акционерный) капитал, потоки кредиторов (внешних инвесторов) и других собственников, а также потоки фискальных выплат (оттоки по начисленным налогам и сборам в бюджеты различных уровней и притоки по скорректированным налогам).

Повышение точности оценок и качества решений по управлению денежными потоками производственного сегмента компании связывается с разработкой и адаптацией оригинальных и совершенствованием известных математических моделей, экономико-математических методов и инструментальных средств, что и определило направленность настоящего исследования.

Рабочий капитал, денежные потоки и показатели эффективности производственного сегмента предприятия

В составе активов производственной сферы предприятия предлагается учиты-

вать активы, сформированные собственниками и кредиторами (инвесторами) для покрытия затрат на производство и реализацию продукции, расширения и повышения конкурентоспособности производственно-коммерческой деятельности компании и обеспечения её устойчивости на рынке [2, 13]. В состав активов производственного сегмента компании *PA* входят следующие составляющие: долгосрочные производственные активы *LPA* и операционный (производственный) капитал *PK* [2]. В российском стандарте бухгалтерской отчетности *PA* учитываются либо по первоначальной, либо по текущей (на конец отчетного периода) стоимости включаемых внеоборотных и текущих активов [7]. Важной особенностью расчета составляющих *LPA* и *PK* является то, что их необходимо «привязывать» именно к тем сегментам бизнеса (центрам прибыли и затрат), по которым в дальнейшем рассчитывается свободный денежный поток от операционной (далее в работе – производственной) деятельности. Это позволяет исключить двойной счет элементов денежных потоков от финансовой и инвестиционной деятельности, а также обеспечить высокую точность оценок изменения стоимости активов в условиях проводимых операций по их переоценке, не сопровождающихся соответствующими инвестициями, например учёт гудвилла, образовавшегося в результате присоединения другой компании (бизнеса).

На рисунке представлена структура производственных активов и балансовых источников их формирования – собственного и заёмного капитала – долговых обязательств (процентных долгов): кредитов банков, поставщиков оборудования, облигаций компании и отложенных налогов.

В работе [2] приведена формула расчёта рабочего капитала на последовательных производственно-коммерческих циклах:

$$PK_t = PK_{t-1} - C_t - KO_t + PK_t, \qquad (1)$$

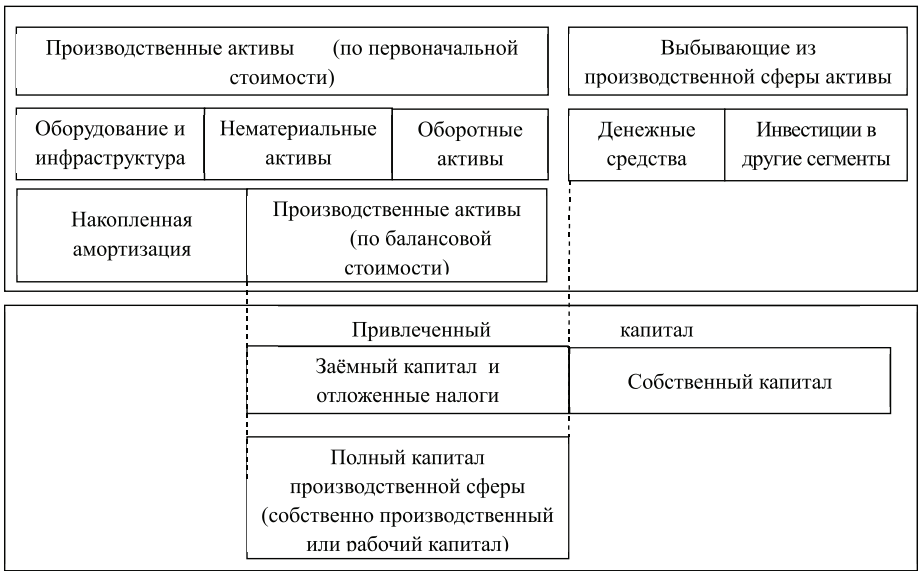
где PK_t, PK_{t-1}, PK_t – величины рабочего капитала соответственно по окончании периодов t, $t-1$ и его изменения в периоде t (по причинам, например, расширения объёмов производства и (или) повышения ликвидности текущих оборотных активов); C_t – денежные средства и их эквиваленты (ценные бумаги), полученные в периоде t за реализованную продукцию (услуги); KO_t – краткосрочные обязательства (долги перед партнерами, клиентами, персоналом и пр.) в периоде t.

Если в производственную сферу в периоде t совершена инвестиция I_t с целью создания (модернизации) производственных активов, то величину *PA* следует увеличить на I_t. Если в периоде t часть производственных активов изношена или списана, то величину *PA* следует уменьшить на соответствующую величину A_t.

Таким образом, отраженные в балансе на конец периода t производственные активы рассчитываются по формуле

$$PAB_t = PA_{t-1} - A_t, \qquad (2)$$

где A_t – амортизация (износ) активов PA_t, начисленная в периоде t.



Структура активов и пассивов производственной сферы предприятия

Показатель нормализованной операционной прибыли, уменьшенной на величину скорректированных налогов *NOPLAT*, является показателем эффективности производственной сферы компании. Он в полной мере учитывает особенности формирования, оценки и управления денежными потоками предприятия в условиях конкурентной рыночной экономики [14]. Для периода *t*:

$$NOPLAT_t = \left(EBIT_t - Pr_t + DP_t\right) \times \\ \times \left(1 - Np_t\right) - \Delta RN_t, \quad (3)$$

где $EBIT_t$ – операционная прибыль периода *t* до налогообложения (в соответствии с принципами управленческого учета затрат рассчитывается по формуле: выручка – налог на добавленную стоимость с продаж – прямые затраты материалов и труда (включая страховые взносы с заработанной платы в фонды ОМС, ПФ и др.) – амортизация изнашиваемой части активов производственной сферы (включая и нематериальные активы – по выбранной ставке на основе балансовой стоимости) – подтвержденный налоговый убыток прошлого периода); Pr_t – начисленные к выплате проценты (процентные платежи по долговым обязательствам); DP_t – дополнительные доходы (расходы), учитываемые в счете прибылей и убытков от операционной деятельности (например, доходы и расходы от приобретения и продажи ценных бумаг, изменения их курсовой стоимости и пр.); Np_t – эффективная ставка налога на прибыль для периода *t*; ΔRN_t – отложенные налоги для периода *t*:

$$\Delta RN_t = RN_t^{(+)} - RN_t^{(-)}, \quad (4)$$

где $RN_t^{(+)}$ – сумма налогов к получению (отмеченные в активе баланса); $RN_t^{(-)}$ – сумма налогов к выплате (отложенные налоги, отмеченные в пассиве баланса). Если $\Delta RN_t \geq 0$, то в периоде *t* компания полностью погасила начисленные в соответствии с законодательством налоги, если $\Delta RN_t \leq 0$, то присутствуют отложенные налоги.

Отметим, что величина налогового щита в оценке $NOPLAT_t$ составляет $Pr_t \cdot Np_t$ и в случае необходимости корректируется с учетом принятых норм и правил его расчета.

В состав элемента свободного денежного потока от операционной деятельности RS_t включен возврат (отдача) на капитал, инвестированный в производственный сегмент компании, полученный в периоде *t*, а также амортизацию изнашиваемой части активов производственной сферы, начисленную в том же периоде [3, 4]:

$$RS_t = NOPLAT_t + A_t - \Delta PK_t, \quad (5)$$

где ΔPK_t – изменение (прирост / сокращение) рабочего капитала, отраженное в балансе на конец периода *t*.

Если в составе денежного потока от операционной деятельности RS_t выделить свободный денежный поток кредиторов:

$$RS_t^{(K)} = Pr_t \cdot \left(1 - Np_t\right) + \Delta K_t, \quad (6)$$

где ΔK_t – величина основного кредита, которая должна быть погашена в периоде t согласно кредитному договору, и денежный поток налоговых выплат:

$$RS_t^{(H)} = \left(EBIT_t - Pr_t + DP_t\right) \cdot Np_t - RN_t^{(+)}, \quad (7)$$

то денежный поток $RS_t^{(A)}$ для акционеров (на собственный капитал) может быть рассчитан по формуле [5]:

$$RS_t^{(A)} = NOPLAT_t + (A_t + Pr_t) \cdot Np_t - \\ -\Delta K_t + \Delta RN_t^{(-)} - \Delta PK_t. \quad (8)$$

Если в денежном потоке $RS_t^{(A)}$, задаваемом формулой (8), учтены все инвестиции, осуществлённые в периоде *t* в производственные активы (в данном случае они совпадают с ΔPK_t), то свободный денежный поток $R_t^{(A)}$ акционеров (собственников) совпадает с $RS_t^{(A)}$. В противном случае свободный денежный поток $R_t^{(A)}$ акционеров (собственников) корректируется следующим образом:

$$R_t^{(A)} = NOPLAT_t + \left(A_t + Pr_t\right) \cdot Np_t - \\ -\Delta K_t + \Delta RN_t^{(-)} - \Delta PK_t - I_t, \quad (9)$$

где I_t – прочие инвестиции в активы производственной сферы, не отраженные в ΔPK_t (в основном во внеоборотные активы).

Чистый приведенный к начальному периоду денежный поток от операционной деятельности на собственный капитал может быть представлен выражением

$$NPR_t^A = -I_0 + \sum_{t=1}^{T} R_t^{(A)} \cdot \left(1 + e\right)^{-t}, \quad (10)$$

где I_0 – первоначальные инвестиции в рабочий капитал; *T* – горизонт планирования; *e* – ставка дисконтирования, отражающая средневзвешенную стоимость рабочего капитала на горизонте планирования (0; *T*). В случае непостоянства средневзвешенной стоимости капитала предполагается использовать переменную ставку e_t дисконтирования.

Далее в оценках стоимости производственного сегмента предприятия будем использовать приведенный денежный поток на весь капитал, инвестированный в производственную сферу, поскольку в рамках настоящего исследования интерес пред-

ставляет задача повышения рентабельности полного капитала, авансированного в расходы производственной деятельности.

Свободные денежные потоки от операционной деятельности для различных критериев оптимальности

Выше получено выражение (5) для элемента RS_t свободного денежного потока от операционной деятельности для случая использования в оценках финансового результата, полученного в производственном сегменте предприятия, показателя *NOPLAT* – нормализованной операционной прибыли, уменьшенной на величину скорректированных налогов. Приведём следующую эквивалентную (5) формулу расчёта элемента RS_t:

$$RS_t = NOPLAT_t + A_t + I_t, \qquad (5')$$

где I_t – инвестиции в рабочий капитал из собственных и заёмных средств в периоде планирования t, балансовая стоимость которых совпадает с ΔPK_t за тот же период.

Если сделать предположение о постоянстве структуры капитала предприятия на горизонте планирования $[t+1, \infty)$ и обозначить r^* справедливую ставку доходности рабочего капитала (совпадающую со средневзвешенной ценой), то стоимость EV_t денежных потоков, приведённых к концу периода t, определим по формуле

$$EV_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} \frac{RS_{t+\tau}}{(1+r^*)^{\tau}}. \qquad (11)$$

Рассмотрим теперь показатель *EVA* (Enterprise Value Added – экономическая добавленная стоимость) в качестве индикатора результативности производственной деятельности компании [4, 11]:

$$EVA_t = NOPLAT_t - CE_t \cdot r^*, \qquad (12)$$

где CE_t – величина капитала, вложенного в операционную деятельность (в затраты этой деятельности) в периоде t по справедливой ставке доходности r^*.

Приведенная формула для *EVA* демонстрирует аналогию инвестирования в компанию с кредитом, осуществленным в ее активы собственниками (акционерами) и сторонними инвесторами (кредиторами). Нулевая EVA_t означает, что в отчетном периоде t компания обеспечила денежный поток, соответствующий требованиям инвесторов по доходности капитала. Положительная EVA_t означает, что компания (ее операционный сегмент) обеспечила инвесторам большую, чем требуемая, доходность, отрицательная – компания не удовлетворила требования инвесторов.

Из выражения (12) следует, что показатель *EVA* отличается от *NOPLAT* на альтернативную стоимость авансированного в расходы производственного сегмента капитала.

Денежные потоки, рассчитанные по критериям (5') и (12), в общем случае различны. Однако, если сделать предположение, что все инвестиции в производственную сферу предприятия осуществлены в конце периода t, а затем восстанавливаются по мере накопления амортизационных отчислений, то есть: $CE_\tau = CE_{\tau-1} - A_{\tau-1}$, где $\tau \geq t+1$. Докажем, что

$$EV = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{R_t}{(1+r^*)^t} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{EVA_t}{(1+r^*)^t}, \qquad (13)$$

$$EV = -I_0 + \sum_{t=1}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r^*)^t} = -I_0 + \frac{NOPLAT_1 + A_1}{1+r} + \sum_{t=2}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r)^t} =$$

$$= \frac{NOPLAT_1 - I_0 \cdot r}{1+r} - \frac{I_0 - A_1}{1+r} + \sum_{t=2}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r)^t} = \frac{EVA_1}{1+r} - \frac{CE_2}{1+r} + \sum_{t=2}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r)^t} =$$

$$= \frac{EVA_1}{1+r} - \frac{CE_2}{1+r} + \frac{NOPLAT_2 + A_2}{(1+r)^2} + \sum_{t=3}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r)^t} = \frac{EVA_1}{1+r} + \frac{NOPLAT_2 - CE_2 \cdot r}{(1+r)^2} -$$

$$- \frac{CE_2 - A_2}{(1+r)^2} + \sum_{t=3}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r)^t} = \frac{EVA_1}{1+r} + \frac{EVA_2}{(1+r)^2} -$$

$$- \frac{CE_2 - A_2}{(1+r)^2} + \sum_{t=3}^{T} \frac{NOPLAT_t + A_t}{(1+r)^t} = \ldots = \sum_{t=1}^{T} \frac{EVA_t}{(1+r)^t}. \qquad (14)$$

Если в периоде t в компанию (производственную структуру) произведена инвестиция I_t, то

$$R_t = NOPLAT_t + A_t - I_t. \qquad (15)$$

Источником операционной прибыли и NOPLAT являются производственные активы PA_0, учтенные в балансе по первоначальной стоимости. Несмотря на износ (амортизацию) при стабильных ценах на производимую продукцию и операционных расходах NOPLAT остаётся постоянным. При наращивании объёмов производства операционные расходы снижаются и возрастает производительность всех производственных активов (в том числе рабочего капитала). В результате динамика NOPLAT не повторяет динамику процентных платежей, что кардинально отличает поток (13) от потока выплат по кредиту.

Таким образом, показатель EVA носит вспомогательный характер как критерий эффективности производственной сферы предприятий на кратко- и среднесрочном интервале планирования, и в меньшей степени отвечает задаче долгосрочного оценивания денежных потоков и стоимости компании.

$$EV_t^{(NOPLAT)} = EV_t^{(EVA)} / (1 + r^*) \qquad (16)$$

– приведённая к моменту времени t стоимость денежных потоков, рассчитанных по критерию *EVA*, в $(1 + r^*)$ раз больше приведённой к тому же моменту времени стоимости денежных потоков, рассчитанных по критерию *NOPLAT*.

Следствием этого утверждения является факт, что использование показателя EVA (и аналогичных) завышает стоимость в оценках денежных потоков. Этот факт может быть объяснён и тем, что формула (12) трактует стоимость денежного потока как стоимость кредита (телом кредита является первоначальный капитал, инвестированный в производственную сферу, а процент по кредиту – альтернативная стоимость этого капитала на финансовых рынках). Однако, как следует из результатов моделирования динамики «затраты-выпуск», приведённых в работах [2, 12], эта динамика кардинально отличается от динамики потока выплат по кредиту (в данном случае простого аннуитета).

Таким образом, с целью повышения качества и точности оценок приведённой стоимости свободных денежных потоков производственной сферы предприятия предлагается использовать поток, составляющие которого рассчитываются по формуле (5'), а в качестве показателя эффективности операционной сферы принимается показатель *NOPLAT*, рассчитываемый по формуле (3).

Целью моделирования производственной сферы предприятия является выбор варианта деятельности, обеспечивающего рост стоимости производственного сегмента, т.е. максимальную отдачу на весь инвестированный в этот сегмент капитал, что наряду с необходимостью использования в модели критерия в форме (11) предполагает необходимость выбора обоснованной ставки r^* дисконта.

Модели выбора ставки дисконтирования денежных потоков производственной сферы предприятия

В оценках ставки справедливой доходности на весь капитал, инвестированный в производственную сферу компании, учитывая неоднородность его структуры, предложено применять модель WACC (средневзвешенной стоимости капитала) [4]. В соответствии с теоремой Миллера – Модильяни затраты на капитал на финансовом рынке без трансакционных издержек не имеют зависимости от методов финансирования. Для инвесторов альтернативные издержки на капитал равны средневзвешенным доходностям долга и акций [8]:

$$WACC = r_d \times \frac{D}{E+D} + r_e \times \frac{E}{E+D}, \qquad (17)$$

где *WACC* – средневзвешенная цена рабочего капитала; r_d – цена привлеченного в затраты производственной деятельности заёмного капитала; r_e – цена собственного финансирования производственной деятельности; $\frac{D}{E+D}$ – доля заёмного капитала в рабочем капитале; $\frac{E}{E+D}$ – доля собственного капитала в рабочем капитале.

Формула (17) средневзвешенной цены капитала не отражает различий между собственным капиталом и долгом, в силу того, что из налоговой базы вычитаются процентные платежи. В модели *WACC* при расчёте посленалоговой средневзвешенной цены капитала рекомендуется применять следующую формулу [6]:

$$WACC = r_d \times (1 - Np) \times \frac{D}{E+D} + r_e \times \frac{E}{E+D}. \qquad (18)$$

Рассмотрим модели, теоретическую базу и численные методы нахождения стоимости заемного (r_d) и собственного (r_e) капитала.

В теории и практике финансового менеджмента стоимость собственного капитала рассчитывается на базе модели ценообразования на финансовые активы CAPM (Capital Asset Pricing Model), предложенной У. Шарпом и являющейся однофакторной

моделью зависимости доходности r_i рискового актива от средней доходности r_m финансового рынка [8]:

$$r_i = \alpha + \beta \cdot r_m + \varepsilon_i, \quad (19)$$

где α – дополнительная доходность рискового актива относительно среднерыночной доходности; β – показатель систематического риска (чувствительность доходности r_i по отношению к доходности r_m среднерыночного портфеля); r_m – среднерыночная доходность:

$$r_m = \sum_{i=1}^{I} q_i \cdot r_i, \quad (20)$$

где I – число ценных бумаг, обращающихся на рынке в рассматриваемом периоде; q_i – доля в общей капитализации рынка i-го актива; r_i – средняя доходность за анализируемый период i-го актива; ε_i – погрешность модели с учетом влияния всех остальных факторов.

Модель CAPM может быть представлена альтернативным выражением [9, 14]:

$$r_i = r_f + \beta \cdot \left(r_m - r_f\right), \quad (21)$$

где r_f – безрисковая ставка доходности фондового рынка; $\left(r_m - r_f\right)$ – премия за риск инвестирования в данную компанию, скорректированная на ее β-коэффициент.

В свою очередь, β-коэффициент компании (бездолговая бета) без учета структуры капитала показывает систематический отраслевой риск и может быть рассчитан по формуле

$$\beta = \frac{cov\left(r_i, r_m\right)}{\sigma^2} = \frac{\rho \cdot \sigma_i}{\sigma}, \quad (22)$$

где σ_i – среднеквадратичное отклонение доходности собственного капитала, σ – среднеквадратичное отклонение доходности среднерыночного портфеля.

Значение коэффициента β характеризует чувствительность изменения доходности собственного капитала по отношению к изменению рыночной доходности [8]:

- если $\beta > 1$, то изменчивость доходности собственного капитала выше изменчивости рынка (доходность более чувствительна к изменению доходности рынка);
- если $\beta = 1$, то изменчивость доходности собственного капитала соответствует изменчивости рынка (меняется вместе с рынком);
- если $0 < \beta < 1$, то изменчивость доходности собственного капитала ниже изменчивости рынка (цена собственного капитала менее чувствительна к изменению рыночных показателей).

Модель CAPM, так же как и WACC, основана на предположении, что предприятие (бизнес) функционирует на эффективном рынке капитала, в котором конкуренция потенциальных инвесторов близка к совершенной. В связи с высокой волатильностью и незначительной статистикой биржевых индексов российских торговых площадок использование оригинальной модели CAPM является проблематичным: возникает проблема коррекции ее составляющих. Например, в качестве безрисковой ставки доходности рекомендуется использовать доходность по государственным ценным бумагам. Однако после кризиса 1998 г. доверие российских инвесторов к этому активу подорвано. Для того, чтобы получить сравнимые по времени и реалистичные оценки собственного капитала, предлагается использовать модель CAPM, опираясь на данные американского фондового рынка, для которого ставка доходности рассчитывается следующим образом [8]:

$$r = r_f + \left(r_m - r_f\right) \cdot \beta_{unlev} + c, \quad (23)$$

где r_f – безрисковая ставка доходности (для американского рынка определяется доходностью долгосрочных государственных облигаций); β_{unlev} – коэффициент бездолговой беты, определённый на базе данных сайта [15]; r_m – доходность среднерыночного портфеля; $\left(r_m - r_f\right)$ – премия за риск инвестирования в данное предприятие.

В формуле (23) в качестве безрисковой ставки примем доходность по 10-летним гособлигациям США, равную 4,96%. По американскому рынку величина премии может быть определена на базе данных сайта [15]. Средневзвешенная премия на американском фондовом рынке (ERP – equity risk premium) составляет 4,54% сверх доходности r_f за временной период с 1928 по 2015 г.; c – премия за страновой риск при инвестировании в российские компании по сравнению с фирмами США. Величину этой премии возможно рассчитать по данным кредитных рейтингов долговых инструментов страны (в нашем случае России и США), присваиваемых рейтинговыми агентствами, такими как Fitch, S&P и Moody's Investors Service. В качестве инструмента измерения странового риска России используется 10-летний кредитный дефолтный своп (CDS). Это методика оценки странового риска при помощи «спрэдового» метода, предложенная Deloitte and Touche RCCSS. Данная методика заключается в предположении, что страновой риск отражает потерю в доходности или, наоборот, дополнительный доход, который инвестор потребует при переходе от вложений в российские компании в компании США (разница в доходности государственных об-

лигаций США и государственных облигаций РФ с одинаковыми сроками). По CDS страновой риск РФ составляет 3,48% [9, 10].

Известна следующая модификация CAPM модели, учитывающая премии за малую капитализацию (s_1) и за специфический риск компании (s_2) [2, 4]:

$$r = r_f + \beta\Delta\left(r_m - r_f\right) + c + s_1 + s_2. \quad (24)$$

Для расчета бета-коэффициента предложено использовать модифицированную формулу Хамады [4]:

$$r_E = r_f + \beta_{unlev}\left(1 + \frac{D}{E}(1 - Np)\right)\left(r_m - r_f\right), \quad (25)$$

где $\frac{D}{E}$ – коэффициент долговой нагрузки, из которой вытекает, что стоимость собственного капитала значительно зависит от ставки налога на прибыль и доли долга.

В соответствии со ст. 269 НК предельная величина включаемых в налоговый щит процентов приравнивается к ставке рефинансирования ЦБ РФ с весовым коэффициентом 1,5 – для долговых обязательств в иностранной валюте, а для обязательств в рублях – 1,1 [8].

Формула для расчёта стоимости собственного капитала российской компании с долгом будет выглядеть следующим образом [8]:

$$r_E = r_f + \beta_v\left(\frac{D+E}{E} - \min\left\{k_{\text{п}}, \frac{D}{E}\right\}\frac{ref}{r}\cdot Np\right)\left(r_m - r_f\right) + c, \quad (26)$$

где $k_{\text{п}}$ – предельная величина включенных в налоговый щит процентов; r – эффективная ставка по кредитам, учитываемым в пассивах (если долговые обязательства компании неоднородны, то следует использовать средневзвешенную ставку по кредитам), *ref* – ставка рефинансирования ЦБ, используемая в расчетах налоговых выигрышей.

Ценой заемного финансирования (кредиты банков, выпуск облигаций, инвестиционный лизинг) выступает эффективная годовая процентная ставка, по которой компанией привлекаются заемные средства из соответствующих источников [14]. Реальная процентная ставка, отмеченная в кредитном договоре, и эффективная связаны формулой Фишера:

$$1 + r_n = (1 + r_p)\cdot(1 + h), \quad (27)$$

где r_n – номинальная (эффективная) ставка доходности по кредиту, r_p – реальная ставка доходности по кредиту, h – темп инфляции на рассматриваемом временном интервале. В первом случае стоимость заемного капитала равна процентной ставке кредита и определяется путем договорного соглашения между кредиторами и заемщиком. Во втором – определяется величиной выплачиваемого по облигации купона или номинальной процентной ставкой облигации, выраженной в процентах к номинальной стоимости.

Основным фактором цены заёмного финансирования является величина премии кредитной организации за риск компании-заёмщика.

Если процентные выплаты по кредиту исключаются из налогооблагаемой прибыли (полный налоговый щит), то цена r_d заёмного капитала рассчитывается по формуле [14]:

$$r_d = r\,(1 - Np), \quad (28)$$

где r – договорная процентная ставка по кредиту, увеличенная на затраты по его оформлению и обслуживанию.

Если процентные выплаты по долгу лишь частично включаются в затраты предприятия до налогообложения (российский вариант), то [8]:

$$r_d = r - r_{\text{л}}\cdot Np, \quad (29)$$

где $r_{\text{л}}$ – предельная величина ставки процента по кредиту (при которой вся сумма начисленных процентов включается в затраты).

Предельная величина ставки процента по кредитам «увязывается» с ключевой ставкой ЦБ РФ (с 01.01.2016 г. значение ставки рефинансирования приравнено к значению ключевой ставки Банка России), европейской и лондонской межбанковской ставками и в соответствии со ст. 269 НК РФ определяется отдельно для кредитов и займов, номинированных в иностранной валюте и рублях. С 01.01.2016 г. ее размер составляет 1,25 ставки рефинансирования для кредитов, номинированных в рублях, и 1,07 от Европейской межбанковской ставки предложения (EURIBOR) – для кредитов, номинированных в евро, или 1,07 от LIBOR в долларах США – в иных валютах) [8]:

$$r_{\text{п},1} = k_{\text{Р}}\cdot ref;$$

$$r_{\text{п},2} = k_{\text{В}}\cdot euribor\,/\,libor, \quad (30)$$

где $r_{\text{п},1}$ и $r_{\text{п},2}$ – предельные величины ставки процента для долговых обязательств, взятых соответственно в рублях и в ино-

странной валюте; $k_Р$, $k_В$ – коэффициенты предельных ставок для определения дисконта долговых обязательств соответственно в рублях и валюте.

Если структуру кредитного портфеля предприятия обозначить вектором (($d_Р$, $d_В$) ($d_Р$ – доля кредитов в рублях, $d_В$ – доля кредитов в иностранной валюте), то предельная ставка $r_п$ по кредитному портфелю может быть определена по формуле средневзвешенной величины [8]:

$$r_Р = re \cdot k_Р d_Р + euribor/libor \cdot k_В d_В, \quad (31)$$

а стоимость r_d заемного капитала с учетом предельных ставок $k_Р$ и $k_В$ – по формуле

$$r_d = d_Р (r_Р - ref \cdot k_Р \cdot NP) +$$

$$+ d_В (r_В - euribor/libor \cdot k_В \cdot NP), \quad (32)$$

$$r_d = d_Р \cdot r_Р + d_В \cdot r_В - r_п \cdot NP, \quad (33)$$

где $r_В$, $r_Р$ – эффективные процентные ставки по кредитам соответственно в иностранной валюте и рублях.

Приведённые особенности ценообразования различных источников финансирования затрат производственной сферы компании дают возможность выявлять и группировать факторы, оказывающие влияние на выбор структуры рабочего капитала (преимущества и недостатки заемного финансирования отмечены в работах [1, 2, 4, 7, 8, 13, 14]). Отметим некоторые из них:

(1) цена капитала данного источника;

(2) величина «рычага капитала», обеспечивающего рост рентабельности собственного капитала при использовании заёмного финансирования;

(3) финансовая гибкость, оцениваемая величиной дополнительных издержек оперативного изменения структуры рабочего капитала;

(4) финансовая устойчивость, оцениваемая риском структуры рабочего капитала.

Факторы (2) и (4) являются разнонаправленными: увеличение заёмного финансирования усиливает вероятность наступления риска потери платежеспособности. Необходимость рассчитываться по долговым обязательствам в совокупности с неопределенностью доходов и расходов, характерной для любого вида коммерческой деятельности, еще больше повышает риск как для акционеров, так и для внешних инвесторов (кредиторов). С другой стороны, привлечение внешнего финансирования, для акционеров является выгодным, что отмечено в приведенных выше работах.

Эти рассуждения логически приводят к пониманию существования оптимальной структуры рабочего капитала, обеспечивающей максимальную по критерию приведенного свободного денежного потока, элементы которого рассчитываются с использованием показателя NOPLAT, эффективность производственной деятельности предприятия при заданных пороговых значениях рисков ликвидности текущих активов и структуры капитала.

Список литературы

1. Аббясова Д.Р., Халиков М.А. Факторы стоимости и управление стоимостью инновационно ориентированной компании // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=21790 (дата обращения: 11.02.2017).

2. Безухов Д.А. Модели и методы оптимального управления оборотным капиталом производственной сферы предприятия в условиях нестабильных рынков: дис.... канд. экон. наук. – М. МВТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. – 149 с.

3. Бланк И.А. Управление денежными потоками / И.А. Бланк. – Киев: Ника-Центр, 2007. – 736 с.

4. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. Н. Барышниковой. – М.: Олимп-Бизнес, 2008. – 1008 с.

5. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: Учеб. пособие. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Дело, 2004. – 888 с.

6. Канаш И.С. Оценка рыночной стоимости собственного капитала предприятий. Вопросы методологии и практики: дис.... канд. экон. наук. – Мурманск, 1996. – 236 с.

7. Максимов Д.А. Методы оценки и стратегии обеспечения экономической безопасности предприятия / Максимов Д.А., Халиков М.А. – М.: ЗАО « Гриф и К», 2012. – 220 с.

8. Максимов Д.А., Халиков М.А. Разработка и верификация модели HIROSE для оценки стоимости бренда российской телекоммуникационной компании // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 1. – С. 177–185.

9. Официальный сайт рейтингового агентства «Национальное Рейтинговое Агентство» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ra-national.ru (дата обращения: 27.12.2016).

10. РИА «РосБизнесКонсалтинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.rbc.ru (дата обращения: 30.01.2017).

11. Хабаров М. Управление компанией с помощью EVA / М. Хабаров // Финансовый директор. – 2004. – № 2(20). – С. 12–23.

12. Халиков М.А. Модели и методы выбора и оценки эффективности рыночной и внутрифирменной стратегий предприятия / Халиков М.А., Хечумова Э.А., Щепилов М.В. – М.: Коммерческие технологии, 2015. – 595 с.

13. Шеремет А.Д. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия / Шеремет А.Д. – М.: Инфра-М, 2011. – 367 с.

14. Эрхардт М. Финансовый менеджмент / М. Эрхардт, Ю. Бригхэм: 10-е издание. – СПб: Питер, 2005. – 960 с.

15. Damodaran A. Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2016 Edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.damodaran.com (дата обращения: 30.01.2017).

УДК 330.1

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сиднина В.Л.

НАН ЧОУ ВПО «Академия маркетинга и социально-информационных технологий», Краснодар, e-mail: sidninavalent@mail.ru

Сделан обзор подходов к методологии анализа устойчивости экономических систем и региональных экономических систем. Дана критика неоправданного, по мнению автора, упрощения при анализе устойчивости и использования математических моделей устойчивости. Подчеркивается невозможность изолированного анализа устойчивости внутреннего регионально-административного образования страны. Поскольку она развивается как единое целое, и оправданно вести анализ региона как части целого. При проверке применимости предложенного математического инструментария на выделенных для проверки регионов необходимо обеспечивать корректность сравнений. Необходимо доказывать, что избранные параметры (переменные) модели, как раз те, что отражают устойчивость развития региона, и их ограниченность не мешает воссозданию реальной картины. При проверке моделей надо использовать представительный динамический ряд значений используемых переменных. Ссылки на невозможность сбора такой информации неубедительны.

Ключевые слова: экономическая система, региональная экономическая система, устойчивость экономической системы региона

FEATURES RESEARCH METHODOLOGY SUSTAINABILITY REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS

Sidnina V.L.

Academy of Marketing and Social Information Technologies, Krasnodar, e-mail: sidninavalent@mail.ru

A review of approaches to the methodology for analyzing the sustainability of economic systems and regional economic systems. Dan's criticism is not justified, in my opinion, to simplify the analysis of the stability and sustainability of the use of mathematical models. It emphasized the inability of the isolated analysis of the stability of the internal regional-administrative education in the country. As it develops as a whole, and justified to conduct an analysis of the region as a whole. When checking the applicability of the mathematical tools to check on the selected regions need to provide a valid comparison. It is necessary to prove that the selected parameters (variables) model, just the ones that reflect the sustainability of the region's development and the limitations does not prevent the reconstruction of the real picture. When testing models it is necessary to use a representative time series of values of the variables used. Links to the impossibility of collecting such information is inconclusive.

Keywords: economic system, regional economic system, the stability of the economic system of the region

Цель работы – обосновать возможные методологические подходы к анализу устойчивости региональных экономических систем, проанализировав существующие в литературе исследования, подчеркнув встречающиеся слабые места и недостатки обоснования. Предложить свое видение подходов к исследованию устойчивости региональных экономических систем.

Материалы и методы исследования

При реализации цели данной статьи использовались методы анализа и синтеза, функционального, сравнительного, критического анализа. Работа написана на материале данных научных работ, публикаций в русскоязычной прессе, данных интернета.

Результаты исследования и их обсуждение

В научной литературе существует множество публикаций по устойчивости развития вообще и по устойчивости экономического развития в частности. Разрабатываются проблемы устойчивости национальной экономики и экономики региона. Основной массив публикаций касается устойчивости эколого-экономического развития. Выделяется постановка следующих основных задач.

1. Необходимость разработки методов управления устойчивым развитием, которые особенно важны при волнах технологических обновлений и революций.

2. Желательность создания математических моделей, информационных технологий, служащих управлению устойчивым развитием.

3. Учет особой важности социальной стабильности при всех изменениях в мировой экономике, политике и научно-техническом прогрессе.

Ряд авторов при постановке проблемы устойчивого развития указывают, что:

а) нельзя указать в реальной жизни ни на один пример устойчивого развития той или иной страны;

б) устойчивое развитие надо рассматривать на очень длинных временных отрезках

(до 100 лет), проектируя изменения и предвидя их, оценить эти изменения в несоизмеримых мерах изменений в экономике, экологии, политике, биологии и т.д. невозможно;

в) теоретические разработки аспектов устойчивого развития и развития вообще порождают постоянно разные, в том числе противоположные точки зрения [3].

Для разрешения этих затруднений (невозможности устойчивого развития) авторы видят только одну возможность – следование фундаментальному закону Природы – закону сохранения мощности, открытого П.Г. Кузнецовым. Этот закон справедлив для открытых систем и выражен в универсальных пространственно-временных мерах. Само существо этого закона излагается весьма торжественным слогом. Проявляется он во многих областях, и, в частности, основная мысль (возможно неточное изложение воззрений) заключается в отмене денежных знаков, переход на обмен с помощью физической единицы кВт/час. Тотальное планирование хозяйственных, человеческих и прочих связей во всемирном масштабе. Такая организация устойчивого развития основана на системе СКАЛАР, применяемой для жизнеобеспечения космических кораблей. Ее реализация заключается в поиске ответов на следующие вопросы.

1. Кто отвечает за выполнение задания?
2. Что конкретно данное лицо должно сделать?
3. Когда описанное задание должно быть выполнено?
4. Где это должно быть сделано?
5. Сколько ресурсов на это отпущено?
6. Как именно будет выполнено данное задание?

Реализация этой системы положит конец «коллективной безответственности», позволит устранить колоссальные потери, создав условия для перехода к устойчивому развитию [3]. Эти предложения очень похожи на тотальное централизованное планирование, дефекты которого при современной изменчивости мира описаны в экономической литературе.

Работы по устойчивости региональной экономики имеют некоторые схожие черты: определяется устойчивость развития региона или экономики региона, осуществляется классификация факторов устойчивости, постулируется проблема устойчивости как многофакторная, делаются попытки измерения степени устойчивости региональной экономики, применяются математические модели и измерители [например, 1, 4, 5]. Большая группа авторов направила свои усилия на решение проблемы создания инструментария, который при реализации в государственном управлении поможет приблизиться к устойчивому развитию. И здесь заметное место занимают создаваемые математические модели устойчивого развития. Некоторые авторы, исследующие устойчивое развитие на региональном уровне, склонны упрощать проблему. Для удобства применения математического аппарата множество проблем устойчивого развития сводится к нескольким переменным и применяется аппарат производственной функции или модель спроса предложения, или, для анализа многих переменных, модель матричного анализа и т.д. Это спорно, поскольку еще в начале двухтысячных годов методологами было подчеркнуто, что кроме необходимости исследования экологических (ресурсных систем-проблем), хозяйственных, экономических систем-проблем и демографических, общественно-социальных систем-проблем необходимо еще исследование различных угроз (внешних, инициированных извне и реализуемых внутренними средствами, и внутренних) [4, с. 283–285]. Однако в работах встречается при общем постулировании многомерности проблемы упрощение для математического удобства. Например, в работе одного из авторов [5], занимающегося проблемой региональной устойчивости, встречаются неточности и упрощения. Определив, что не следует абстрагироваться от важнейших характеристик региональной экономики, автор описывает региональную экономику, используя в одном ряду и отрасли, и сферы. и сети. «...Региональная экономика представляет собой единство следующих подсистем: добыча полезных ископаемых, производство товаров, сфера услуг, бюджетная сеть, сфера жилищного строительства, которые охватывают все стадии общественного воспроизводства, а именно производство, распределение, обмен, потребление, и, следовательно, могут быть представлены общими для них механизмами образования спроса и предложения» [5, с. 7]. Следует отметить, что спрос и предложение – это категории сферы обмена, а не всех сфер воспроизводства. При тестировании модели автор не обосновывает допущения, а просто использует их [5, с. 17]. По мнению автора, высокая занятость является признаком интенсивного производства, а это не так. Но речь идет не о точности предложенных автором определений. Автор работы постулирует многомерность процессов устойчивости [5, с. 12], а впоследствии сводит модель устойчивости к системе переменных план и факт производства, план капитала, план труда, относительный предельный продукт капитала и труда и капиталоемкость и тру-

доемкость. В конце концов модель сводится к модели спрос-предложение. В таком случае встает вопрос, речь идет об исследовании устойчивости рынка или об устойчивости региональной экономики?

Хотя авторы отмечают возможность свертывания сложного, среда может описываться качественно небольшим набором фундаментальных идей и образов и затем, возможно, некоторым числом математических уравнений, определяющих общие тенденции развертывания процессов в ней [4, с. 341]. Это все-таки не должно означать такое свертывание, при котором будет потеряна суть системы. Любое абстрагирование предполагает обоснованный уровень абстракции. Если при применении ученым определенного уровня абстракции теряется сущность процессов происходящих в экономических системах (в том числе региональных экономических системах), то такое абстрагирование и такое применение математических моделей становится бессмысленным и вряд ли возможно использовать их в управлении экономическими системами. Конечно, при упрощении (абстрагировании) появляется «возможность прогнозирования исходя: из целей процессов (структур-аттракторов), от целого, исходя из общих тенденций развертывания процессов в целостных системах, и из идеала, желаемого человеком и согласованного с собственными тенденциями развития процессов в средах» [4, с. 341]. Для определения границ приемлемого абстрагирования служат проверки на данных развития экономических систем. Однако исследование опять наталкивается на экстраполяцию, а возможно, развитие системы пойдет через точку бифуркации вообще вопреки предыдущим тенденциям. Поэтому проверки правомерности допущений возможны как априори, так и апостериори, то есть в будущем.

Устойчивость развития экономики региона подвергается ряду угроз. Это – внешние угрозы стране и входящим в нее регионам (глобальные и локальные военные угрозы, обострение глобальных проблем и конфликтов). Угрозы, провоцируемые извне и имеющие внутренние факторы развития (межнациональные конфликты и гражданские столкновения, духовно-нравственная деградация, снижение уровня и качества жизни, структурная деградация экономики, проигрыш в конкурентной борьбе другим странам и регионам внутри своей страны). Это и внутренние угрозы (истощение ресурсов, политическая деградация и коррупция, техногенные катастрофы и т.д.).

Определенную роль в устойчивости экономических систем играет инерционность самой региональной системы и инерционность составляющих ее элементов. Инерционность – это свойства системы сохранять свои черты, структуру, определенную направленность изменений, пока определенные силы не выведут ее из этого состояния в другое. Сущность экономической инерционности в запаздывании, немгновенности реакции системы (объекта воздействия) на силу воздействия. Инерционные процессы, происходящие в сфере производства региона, связаны с его структурой, организационным строением, характеристиками факторов производства и их кругооборота, организацией и управлением производством, существованием теневого сектора и т.д. В сфере распределения инерционность проявляется в сохранении характеристик распределения в области зарплат и пенсий, перераспределительных тенденции, сохранение чрезмерной дифференциации доходов. В обмене инерционность сказывается в сохранении его характеристик неэквивалентности, посреднических и теневых доходов. В потреблении наблюдается инерционность структуры потребностей, инерция отложенных потребностей, соотношений расслоения общества по типу потребления и т.д. Инерционность в определенной мере является фактором устойчивости, сохранения траектории развития.

Если речь идет об устойчивости экономики и социума вообще, то упрощенные условия для построения моделей и только моделей можно считать достаточными. Но для прогнозирования реальной устойчивости развития национальной экономики эти упрощенные абстрактные условия моделирования недостаточны. В модель придется включать внешние для данной национальной экономической системы воздействия. Включать хотя бы основные наиболее важные из них: параметры международных конкурентных преимуществ, параметры внешней миграции, внешнеполитические вмешательства других стран.

Еще более проблематичным становится прогнозирование устойчивого развития внутренних регионов страны. Такое прогнозирование ведется с целью дать национальным и региональным властям в руки инструментарий для управления развитием в целях повышения его устойчивости. Для сложно устроенного государства таковыми являются республики, края и области. Представляется, что для такой внутренней региональной системы исследование изолированного устойчивого развития вообще неправомерно. А построение упрощенной математической модели устойчивого развития, основанной на 1) параметрах экологической

устойчивости, взятой в модель через цены ресурсов; 2) экономической устойчивости, взятой в модель через параметры валового регионального продукта (дохода) и показателей миграции, взятых в модель через показатель миграционного притока [5], вообще представляется неправомерной.

Причины такого суждения в следующем.

1. Добыча и использование ресурсов в регионе не есть самодостаточная замкнутая система. Ресурсы поставляются извне региона, и ресурсы уходят за пределы региона. Если экономика страны в целом опирается на данные ресурсы, то их добыча ведется исходя не из нужд региона, а исходя из нужд страны или даже мировой экономики. Цены складываются под влиянием факторов всей экономики (страны или мира). Управление ценами выходит за пределы компетенции региональной власти и даже власти всей страны.

2. Валовой региональный продукт только условно создается в пределах региона, при развитой системе разделения труда его параметры зависят как от экономической конъюнктуры всей страны, так и региона, как от предпринимательской активности во всей стране, так и в регионе, как от регулирования экономики всей страны, так и региона. Вычленить эти составляющие и представить их в качестве самостоятельных, автономных, значит уйти от реальности и «превысить» уровень научной абстракции, при исследовании устойчивости экономической системы региона, в силу чего любые рассуждения превращаются в математическую игру.

3. Миграция на региональном уровне, безусловно, отражает экономическую развитость региона и состояние его природной среды. Причем развитость экономики региона, достигнутый уровень жизни для притока населения в регион важнее. Но… мероприятия в области политики размещения производительных сил большой «национальной» экономики, стимулирование миграции рабочей силы в регионы новой экономической активности ситуацию меняют, уменьшается зависимость от действий региональных властей, экономический кризис с сохранением деловой активности в экспортоориентированных регионах делает то же самое и, наконец, сказывается внешнеполитическое вмешательство. Мировые кризисы, региональные и локальные войны делают миграционные притоки и оттоки мало предсказуемыми и, главное, выходящими за пределы регионального, а часто и национального регулирования. В таких случаях государственное регулирование носит характер принятия реактивных мер исходя из складывающейся ситуации. Кроме отмеченного выше, ситуацию осложняет сезонная миграция в туристических регионах. Поэтому если проверка-апробация предложенной математической модели устойчивого развития ведется с использованием пары регионов, то они оба должны быть туристическими, с приблизительно одинаковой сезонной миграцией.

Проверка математической модели регионального устойчивого развития на работоспособность представляет собой сложную методологическую задачу. Надо решить, на скольких объектах региональной экономики проверять модель. Достаточно ли будет двух регионов? Стоит задача, определить, являет ли собой предложенная математическая модель устойчивого (как полагает автор модели) развития, работоспособный инструмент, возможный для использования региональных и национальных органов государственного регулирования. Кроме этого, выбор регионов для такой проверки предполагает обеспечение корректности их сравнения именно в плане проверки предложенной модели, а не других влияющих факторов. Но даже и при этом такая проверка означает апробирование взаимодействия задуманных автором параметров, а вовсе не устойчивого развития на самом деле.

Выводы

1. Проблема создания инструментов управления устойчивостью региональной экономической системы многофакторная. Отсюда следует, что нельзя останавливаться на декларируемой многофакторности, а воплощать многофакторность в исследовании, в моделировании. Если при общей постановке проблемы устойчивости в экономической теории можно сводить модель к выяснению функции немногих переменных, то при исследовании устойчивости экономики региона с целью создания работающих инструментов управления, возможно, следует «разбивать» проблему на составляющие для создания более реального набора моделей с последующим выявлением связей между ними.

2. При математическом моделировании устойчивости необходимо обладать глубокими знаниями экономических категорий и процессов, чтобы не превысить уровень научной абстракции и не потерять существенные стороны исследуемого объекта.

3. При исследовании устойчивости региональной экономической системы необходимо принимать во внимание инерционность этой системы. Инерционность может иметь существенные отличия в разных регионах.

4. Предлагая модель устойчивости экономики региона, необходимо доказать, что данная модель нужна и то, что можно сделать с ее помощью, действительно важно для устойчивого развития. Кроме этого, нуждаются в обосновании избранные параметры (переменные) модели. Надо доказать их роль в процессах устойчивости, показать, что для данного региона они как раз те, что отражают устойчивость развития и их ограниченность не мешает воссозданию реальной картины.

5. При апробации предлагаемой модели устойчивости развития региональной экономической системы необходимо собрать достаточный статистический динамический ряд переменных, чтобы модель можно было проверить на длительном временном отрезке, причем ссылки на невозможность сбора данных представляются крайне неубедительными. Если нет статистических данных, следует применить другие методы определения данных необходимых для проверки модели.

6. При реализации проверки работоспособности модели устойчивого развития региональной экономической системы подбор объектов надо проводить особенно тщательно. При выборе регионов надо обеспечить их корректную сравнимость.

Список литературы

1. Авезов А.Х. Экономическая устойчивость развития региона: сущность и основные понятия // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса, политики. Серия гуманитарных наук. – 2013. – № 3(55). – С. 64–70.

2. Антонова М.А. Комплексная оценка устойчивого развития регионов Российской Федерации // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2014. – № 4 (57). – С. 75–80.

3. Большаков Б.Е., Кузнецов О.Л. П.Г. Кузнецов и проблема устойчивого развития человечества в системе «природа – общество – человек» // Вестник РАЕН. – 2014. – № 4. – С. 26–34.

4. Новая парадигма развития России: (Комплексные исследования проблем устойчивого развития). – М.: Издательство «Academia»; Иркутск: РИЦ ГП «Облинформпечать», 2000. – Ч. 8. – С. 279–353.

5. Пшунетлев А.А. Модель устойчивого экономического развития региона // Научный журнал КубГАУ – Scientific Journal of KubSAU. – 2014. – № 101. – С. 3–24.

УДК 332.122.6

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИЙ ПРИГОРОДНЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Соколова С.А., Игнатова В.И., Антонова Е.А., Савина А.А.

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: svetalekssok@vstu.ru

Настоящее исследование посвящено вопросу инновационного развития территорий пригородных зон Волгоградской области. Изучено и уточнено понятие инновационного потенциала территорий пригородных зон. Определена современная структура Волгоградской пригородной зоны, включающая город областного подчинения (Волжский), город районного подчинения в Среднеахтубинском районе (Краснослободск), ближний пригород (поселки городского типа Ерзовка, Новый Рогачик, Городище, Средняя Ахтуба, сельские поселения – Россошинское, Кузьмичевское и др.), дальний пригород (города Дубовка и Ленинск, поселок городского типа Светлый Яр и сельские поселения Ильевское, Береславское, Кировское, Червленое и др.). Выделены основные элементы инновационного потенциала территорий пригородных зон, в том числе природно-территориальный, производственный, научно-исследовательский, образовательный, инвестиционный, инфраструктурный, организационно-управленческий, трудовой, культурно-исторический, информационный. Выявлены проблемы и конкурентные преимущества Волгоградской пригородной зоны. Предложены мероприятия в целях успешного формирования и реализации инновационного потенциала Волгоградской пригородной зоны.

Ключевые слова: Волгоградская область, пригородная зона, инновационный потенциал, инновации

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE INNOVATIVE POTENTIAL OF TERRITORIES OF SUBURBAN ZONES (ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION)

Sokolova S.A., Ignatova V.I., Antonova E.A., Savina A.A.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: svetalekssok@vstu.ru

The present study focuses on the innovative development territories, suburban zones of the Volgograd region. Explored and refined the concept of innovative potential of the territories of suburban zones. Defined the modern structure of the Volgograd suburban zones, including the city of regional subordination (Volzhskiy), the city of raion subordination in Sredneakhtubinsky district (Bristol), and middle suburbs (townships Erzovka, Novyy rogachik, Settlement Srednyaya Akhtuba, rural settlements – Rossoshinskoe, Kosmicheskoe, etc.), the far suburbs (of the city of Sochi and Leninsk, the urban-type settlement Bright Yar and rural village Il'evskogo, Bereslavskaya, Kirovskoe, Scarlet, etc.). The basic elements of the innovative potential of the territories of suburban zones, including natural-territorial, industrial, research, educational, investment, infrastructure, organizational, managerial, labor, cultural-historical, information. Problems and competitive advantages of the Volgograd suburban zones. The proposed activities for the successful formation and realization of innovative potential of the Volgograd suburban zones.

Keywords: Volgograd region, suburban zone, innovation potential, innovation

Пригородные зоны выступают своеобразным обрамлением города, представляют собой территории, расположенные по периметру населенного пункта, являются одним из основных показателей уровня социально-экономического развития и предназначены, как правило, для расселения населения и размещения социальной и хозяйственной инфраструктуры. Ключевыми проблемами развития территорий пригородных зон сегодня выступают вопросы проектирования, строительства и инноваций. Важная роль в этом процессе отводится формированию и реализации инновационного потенциала.

Эффективно реализовывать инновационный потенциал территорий пригородных зон возможно при хорошем текущем состоянии региона. Основные социально-экономические показатели Волгоградской области приведены на рис. 1.

Под инновационным потенциалом территорий пригородных зон понимается способность территорий генерировать, воспринимать и осваивать новации за счет эффективного использования собственных и привлеченных ресурсов [3]. Следовательно, в рамках данного исследования мы будем рассматривать инновационный потенциал территорий пригородных зон как объединение всех ресурсов пригородных территорий, которые определяют меру их готовности и стремления выполнить задачи, создающие условия для реализации инновационной стратегии и достижения установленных инновационных целей. Следует отметить, что изучение данного вопроса актуально в современных условиях, особен-

но вопрос развития пригородных зон Волгоградской области, поскольку экономическое положение региона и пригородных зон в частности характеризуется как отсталое и неразвитое. Наряду с этим пригородные зоны Волгоградской области обладают довольно высоким инновационным потенциалом, однако имеют ряд различных проблем, мешающих их развитию, например, такие как износ инфраструктуры, недостаток транспортных коммуникаций, проблемы экологии, отсутствие четкой инновационной стратегии, недостаточная разработка механизма управления потенциалом инновационного развития и др. Таким образом важно не только выявить и проанализировать основные факторы формирования и реализации инновационного потенциала территорий пригородных зон, но и разработать программу необходимых мероприятий по их успешному инновационному развитию.

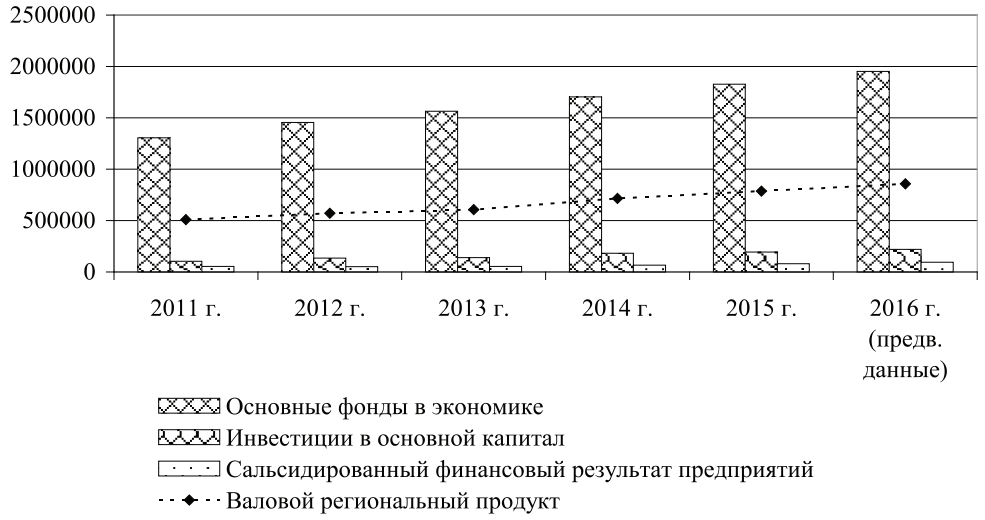


Рис. 1. Основные социально-экономические показатели Волгоградской области за 2011–2016 годы, млн руб. [5]

К современной Волгоградской пригородной зоне относится город областного подчинения – Волжский, который является сосредоточением социального обслуживания заволжской части населения, обладающий развитой промышленностью, а также город районного подчинения в Среднеахтубинском районе – Краснослободск, осуществляющий в основном функции рекреационного обслуживания. Ближний пригород Волгоградской области представлен поселками городского типа (Ерзовка, Новый Рогачик, Городище, Средняя Ахтуба), сельскими поселениями (Россошинское, Кузьмичевское и др.). К дальнему пригороду относятся города Дубовка и Ленинск, поселок городского типа Светлый Яр и сельские поселения, такие как Ильевское, Береславское, Кировское, Червленое и др. Современная инновационная инфраструктура пригородных зон Волгоградской области образуется из таких основных составляющих, как элементы финансирования (субсидии, банковский сектор), производственно-технологические элементы (инновационные центры, технологические комплексы), коммуникационные составляющие, обслуживающие элементы (компании, посредники, логистические предприятия). Данная совокупность элементов и образует сегодняшнюю инновационную систему, обеспечивающую доступ к различным ресурсам и оказывающую услуги участникам инновационной работы, то есть обеспечивающую возможность успешной реализации инновационного потенциала. Кроме того, в структуру инновационного потенциала исследуемых пригородных зон входят три составляющие: ресурсы, внутренняя составляющая и результативная.

К ресурсам инновационного потенциала территорий пригородной зоны относятся материально-технические ресурсы, финансовые, кадровые и информационные. Внутренняя составляющая представляет собой процесс формирования, введения новых продуктов и услуг, обеспечение взаимосвязи науки и рынка, приемы, методы и технологии управления инновационным процессом. Результативная составляющая – это целевая характеристика реализованного инновационного потенциала, оценка достигнутого результата. Взаимодействие

вышеперечисленных составляющих инновационного потенциала должно способствовать проникновению инноваций, то есть процессу, с помощью которого новшество передается по коммуникационным каналам и распределяется внутри территорий пригородной зоны с конечной целью применения инноваций. Отметим, что процесс инновационного развития должен быть непрерывен, внедрение новых продуктов и услуг (результативная составляющая) содействует возникновению новых ресурсов (ресурсная) и разработке новых решений (внутренняя), в итоге социально-экономическому росту, повышению качества жизни населения и улучшению экологических условий [6, 8 и др.].

Эффективное формирование инновационного потенциала территорий пригородных зон является возможным, если рассматриваемая зона обладает определенным набором основных потенциалов (рис. 2).

Считаем, что социально-экономическому и инновационному развитию территории способствует наличие высококвалифицированного кадрового потенциала, взаимосвязь производства с наукой, значительный уровень концентрации и диверсификации производства, продуктивное использование инновационной, производственной и социальной инфраструктуры [1–4 и др.]. Именно результативно функционирующая современная инновационная инфраструктура гарантирует надежный и устойчивый экономический рост за счет выпуска наукоемких товаров и разработки инновационных исследований и программ.

Таким образом, для успешного развития инновационной деятельности в пригородной зоне необходимо даже если не обладать всеми вышеперечисленными потенциалами, но иметь в каком-либо неоспоримое преимущество. Несмотря на существующие проблемы, мешающие эффективному развитию пригородных зон, исследуемая нами территория Волгоградской области обладает положительной направленностью в подъеме инвестиционной привлекательности, что обуславливает множество благоприятных факторов.

Природно-территориальный потенциал	географическое положение; природные условия; климатические условия; экологические условия.
Производственный потенциал	состояние промышленного комплекса; состояние стройиндустрии; состояние сельского хозяйства.
Научно-исследовательский потенциал	уровень обеспечения научных исследований и разработок; уровень реализации инновационных проектов.
Образовательный потенциал	доступность образовательных услуг; качество образовательных услуг; объем финансирования образования.
Инвестиционный потенциал	суммарная величина инвестиций в основной капитал; количество реализуемых инвестиционных проектов; уровень инвестиционной емкости и инвестиционной адаптивности.
Инфраструктурный потенциал	состояние транспортной инфраструктуры; состояние коммунально-хозяйственной инфраструктуры; состояние социальной инфраструктуры; состояние туристической инфраструктуры.
Организационно-управленческий потенциал	количество реализуемых целевых программ развития; доля расходов на реализацию целевых программ в городском бюджете; уровень и качество поддержки малого и среднего предпринимательства; качество системы стратегического управления инновационным развитием.
Трудовой потенциал	социально-демографические условия; состояние трудовых ресурсов; уровень жизни населения.
Культурно-исторический потенциал	количество памятников архитектуры, исторических достопримечательностей; сказания, мифы и пр.
Информационный потенциал	уровень информатизации и развития информационно-коммуникационных технологий.

Рис. 2. Основные элементы инновационного потенциала территорий пригородных зон

Во-первых, следует отметить, что Волгоградская область имеет большое преимущество, связанное с расположением важных запасов природных ресурсов: углеводородное сырье (нефть, газ, конденсат), химическое сырье, которое создает условия для формирования комплекса взаимодополняющих химпроизводств, а также сырье для металлургической промышленности и индустрии строительных материалов. Волгоградский регион является крупнейшим изготовителем сельхозпродуктов в России и обладает хорошими природно-климатическими условиями для развития сельского хозяйства. Волгоградская область входит в десятку лучших регионов в стране по выращиванию зерна и является большим рынком по реализации сельскохозяйственной продукции, такой как подсолнечник, горчица, овощные культуры. В рамках агропромышленного комплекса на территориях пригородных зон работают более 12 тысяч крестьянских хозяйств, более 500 крупных и средних компаний в сфере сельского хозяйства [7].

Волгоградская область обладает значимой электроэнергетической базой: тепловые электростанции и Волжская ГЭС, которая является одной из крупнейших гидроэлектростанций в мире. Следовательно, несмотря на присутствующий износ, регион обладает довольно развитой инженерной инфраструктурой и важными резервами мощностей по водо- и газоснабжению. Что касается автотранспортной инфраструктуры, то на рассматриваемой территории она развита недостаточно, существует дефицит транспортных коммуникаций, однако регион имеет выгодное географическое положение, следовательно, имеет потенциал дальнейшего развития транспортной сети. Волгоградская область примыкает к таким регионам, как Астраханская, Саратовская, Ростовская области, а также Республика Казахстан и Республика Калмыкия, что дает возможность сформировать наилучшую логистику на Юге России. Общая протяженность автомобильных дорог составляет более 14 тысяч км, железнодорожных путей – 1,6 тысяч км. Также на территории пригородных зон развито речное сообщение, а протяженность внутренних судоходных путей составляет свыше 1,5 тысяч км.

В Волгоградской области присутствуют относительно хорошие условия для реализации девелоперских проектов. На сегодняшний день значительная доля инвесторов проявляет заинтересованность в них на территориях пригородных зон Волгоградской области. Наибольшую значимость представляют проекты, предполагающие строительство логистических комплексов, жилья и отелей. Большая площадь свободных от застройки земельных участков пригородных зон Волгоградской области создает уникальную возможность для новых построек, а стабильный спрос обеспечит конкурентоспособность в исполнении крупных инвестиционных девелоперских проектов на рассматриваемых территориях [7]. А также отметим, что Волгоградская область обладает значительным туристическо-рекреационным потенциалом. Историко-культурные предпосылки и рекреационные ресурсы Волгоградской области формируют потенциал для развития исторического и экологического туризма.

Подытоживая вышесказанное, отметим, какие мероприятия необходимо сегодня произвести на территории пригородных зон Волгоградской области для успешного формирования и реализации инновационного потенциала:

– эффективное применение всех имеющихся ресурсов на территории с упором на создание инновационных проектов, проведение научных исследований, внедрение новых продуктов и разработок;

– застройка свободных выгодно расположенных земельных участков пригородных зон с целью создания инновационных комплексов и привлечения инвестиционных проектов;

– модернизация изношенной инфраструктуры, в особенности социальной и коммунально-хозяйственной, в том числе развитие автотранспортной инфраструктуры и обновление имеющихся автомобильных дорог.

– поддержка исследовательских инновационных проектов с помощью грантов и премий, повышение финансирования научных исследований;

– формирование научно-исследовательского кластера, налаживание связи с инновационными исследовательскими центрами;

– мотивация кадров к творческому поиску новых технических решений, разработка и производство инновационных товаров;

– повышение правовой защиты интеллектуальной собственности, активное применение патентной охраны;

– увеличение количества автоматизированных программ, исследований, разработок, баз данных, научных публикаций и др.

В современной обстановке отсутствия четкой инновационной стратегии, недостаточной разработки механизма управления потенциалом инновационного развития, обозначим, что к принципам реализации программы развития инновационного потенциала следует отнести:

– постоянный профессиональный мониторинг и управление конкретной целевой направленностью создания инновационных проектов;

– открытость инновационной системы, сочетание государственной поддержки инноваций и рыночных механизмов;

– доступность государственной поддержки на всех стадиях инновационной деятельности, обеспечение ее эффективности и целевого характера использования бюджетных средств.

Также большое значение имеет развитие не только отдельной территории пригородной зоны, а интеграционной сети пригородных зон, под которой мы понимаем совокупность пригородных зон, позволяющих развиваться совместно, наилучшим образом взаимодополняя и наиболее эффективно используя элементы друг друга, генерируя синергетический и системный эффекты. Полагаем, что формирование интеграционной сети пригородных зон обеспечивают *общие свойства*:

– *целостность интеграционной сети пригородных зон* предполагает целостную совокупность элементов, включающую большое количество взаимосвязанных и взаимодействующих между собой составляющих – пригородных зон.

– *появление устойчивых связей интеграционной сети пригородных зон* предусматривает формирование и развитие устойчивых отношений между пригородными зонами, превышающими по силе их отношения с элементами, не являющимися составными частями этой сети;

– *организованность и структурированность интеграционной сети пригородных зон* связано с образованием существенных связей между пригородными зонами, упорядоченным распределением связей между ними, направленным развитием пригородных зон во времени и пространстве. В результате этого формируется определенная структура интеграционной сети пригородных зон, характерные или уникальные ресурсы пригородных зон предопределяют их функции;

– *интегративность интеграционной сети пригородных зон* характеризуется формированием таких качеств, которые присущи интеграционной сети пригородных зон в целом, но не свойственны ее отдельным (изолированным) пригородным зонам. При этом свойства интеграционной сети зависят от свойств пригородных зон, но не определяются ими полностью.

К особенным свойствам интеграционной сети пригородных зон следует отнести:

– *уникальность интеграционной сети пригородных зон* (невозможно или крайне сложно сформировать идентичные пригородные зоны с одинаковыми свойствами и функциями);

– *адаптивность интеграционной сети пригородных зон* (интегральная сеть пригородных зон может менять свое поведение в зависимости от внешней среды; после получения новых входных сигналов происходит «самонастраивание» интеграционной сети);

– *многомерность интеграционной сети пригородных зон* (существование большого числа взаимосвязанных пригородных зон, образование большого количества различных связей между пригородными зонами, что затрудняет однозначную идентификацию составных частей интеграционной сети);

– недостаточность фактических знаний и структурированности интеграционной сети пригородных зон;

– *разнородность пригородных зон*, составляющих их интеграционную сеть;

– *необходимость исследования интеграционной сети пригородных зон в динамике* с учетом влияющих на ее развитие факторов;

– *случайность и неопределенность отдельных факторов,* оказывающих влияние на интеграционную сеть пригородных зон и др.

В заключение хотелось бы отметить, что каждая территория может эффективно реализовывать свой инновационный потенциал при грамотном управлении существующим набором имеющихся и привлекаемых ресурсов.

Список литературы

1. Баулина О.А. Теоретико-методологические основы кластерного развития Волгоградской области // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2014. – № 3. – С. 59–68.

2. Безнебеева А.М. Инновационная инфраструктура региона // Проблемы и перспективы социально-экономического реформирования современного государства и общества: материалы XIV международной научно-практической конференции. – М., 2014. – С. 20–24.

3. Беляев М.К., Соколова С.А. Базовые условия инновационного развития Волгоградской пригородной зоны // Современные технологии управления. – 2015. – № 3 (51). – С. 7–15.

4. Беляев М.К., Соколова С.А. Система факторов развития современных пригородных зон // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 12–2. – С. 375–379.

5. Волгоградская область в цифрах. 2015: краткий сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области. – Волгоград: Волгоградстат, 2016. – 376 с.

6. Соколова С.А. Механизм управления потенциалом инновационного развития территории современных пригородных зон // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15880.

7. Соколова С.А., Ситникова А.А. К вопросу развития инвестиционного потенциала в Волгоградской области // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 11 (38). – С. 127–129.

8. Шаталов М.А., Мычка С.Ю. Проблемы современного менеджмента в условиях инновационного развития региона // Наука. – 2014. – № 4–3. – С. 481.

УДК 330.101.5

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАК ТИП СИСТЕМЫ, КАК ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ И КАК ОБРАЗ

Федин С.В.

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (РАНХиГС), Владимирский филиал, Владимир, e-mail: sergei_fedin@mail.ru

Природа экономических моделей менялась вместе с эволюцией самой науки. Трем этапам развития науки соответствуют три вида моделей. Модель как тип системы разрабатывается в соответствии с классической традицией в науке и позволяет структурировать объект исследования; главной проблемой моделирования является выбор критерия типологии систем. Модель как исследовательская конструкция носит неклассический характер, предназначена для определения методов исследования; не так важна степень соответствия модели исследуемой реальности, как возможность получения эффективных выводов. Постнеклассическая модель как образ выражает субъективное ви́дение автором системных проблем в рамках позитивного анализа. Главная проблема исследователя – обеспечить голографическую свертку (образ) той идеи, которая заложена им в предлагаемую стратегию развития, а также «наклеивание ярлыка» на модель с тем, чтобы состоялась институциональная сделка по ее «продаже» потребителю – политикам, элите.

Ключевые слова: модели и моделирование в экономической науке, реалистичность предпосылок, гомоморфизм, модель как образ, институциональная сделка, поиск ренты

TYPE-MODELS, INSTRUMENT-MODELS AND IMAGE-MODELS IN ECONOMICS

Fedin S.V.

Vladimir Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Vladimir, e-mail: sergei_fedin@mail.ru

The nature of economic models changed within the process of evolution of science itself. Three types of economic models correspond to three stages of evolution of science. Type-models are created according to the classical tradition in science to structure subjects of study by choosing the proper criterion of the typology of systems. Instrument-models have nonclassical nature and are intended to determine methods of study, which is more important point than proximity to the stimulated reality. Postnonclassical image-models express subjective points of view of authors on system problems within the framework of positive analysis. The main issue is to ensure the holographic convolution (image) of the idea placed by him or her into proposed strategy. As well to stick a label on a model is critically necessary to «sell» it to politicians, or otherwise no sense in positive modeling without institutional transactions between economists and elite.

Keywords: models and model-building in economics, realism of assumptions, homomorphism, model as image, institutional transaction, rent seeking

К проблеме моделирования автора подтолкнули размышления о российской модели экономики в связи с определением ее генотипа, с пониманием природы нынешнего системного кризиса и со стремлением хотя бы в общих чертах предсказать будущее. В ходе изучения национальной модели экономики выяснились два обстоятельства. Первое – многозначность понятия «экономическая модель» (или «модель в экономической теории»). Второе – экономистов не устраивают существующие дефиниции, и эта неудовлетворенность порождает все новые публикации. В данной статье попытаемся насколько возможно структурировать различные подходы к определению экономической модели, при этом не забывая, ради какой прикладной задачи это делается.

В самом простом определении моделью называют упрощенную теоретическую конструкцию, которая представляет сложные экономические процессы с помощью набора переменных, а также логических или количественных соотношений между ними. Само моделирование (*modelling, model-building*) базируется на определенной теории, соответствует дедуктивной логике, включает этапы 1) разработки модели, 2) ее диагностики, и всегда предполагает наличие ограничений (*limitations*) [7].

Развитие моделирования следовало за развитием самой науки. Трем этапам развития науки соответствуют три вида моделей:

● Модели классического этапа – результат исследования заключен в самом *объекте*, исходя из принципа: где проблема находится, там она и должна быть решена. Цель модели – выделить, *структурировать* объект исследования.

● Модели неклассического этапа – результат зависит не только от объекта, но и от *способа* его исследования. Цель модели – определить *метод*, адекватный предполагаемому результату исследования.

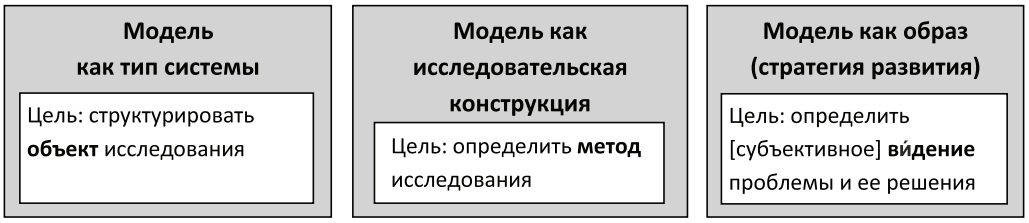


Рис. 1. Три вида моделей и их содержание

● Модели постнеклассического этапа – результат исследования зависит как от объекта и способа, так и от позиции самого исследователя, вследствие чего модель всегда субъективна. Цель модели – определить *ви́дение* проблемы и ее решения.

Соответственно, возможны три подхода к определению содержания модели (рис. 1).

Модель как тип системы (*type-model*) выражает *комплекс существенных свойств*, описывающих некоторое единство элементов и связей между ними. Выделяя эту целостность из окружающей среды, исследователь тем самым превращает ее в объект исследования. В самом процессе выделения заложен механизм определения общего и *особенного* (непохожесть), позволяет осуществить группировку экономических систем по определенному критерию или критериям.

Основной проблемой является выбор критерия типологии систем, выделения их существенных свойств. Если мы говорим, например, о модели национальной экономики, такими критериями могут быть:

● масштаб экономики (по показателю ВВП в абсолютном значении или по паритету покупательской способности);

● уровень открытости экономики, включенность в процессы глобализации, прежде всего финансовой (котировки по биржевым индексам S&P, FTSE и MSCI);

● степень включенности в интеграционные объединения и/или в орбиту экономики-доминанты – суверенные экономики, экономики-вассалы;

● уровень экономического развития (валовой национальный доход на душу населения);

● уровень социального развития (индекс человеческого развития, ИЧР);

● роль в международной системе разделения труда – аграрно-сырьевая модель (нефтедобывающие страны и т.д.), аграрно-промышленная модель («Китай – мировая фабрика»), индустриальная модель («Германия – мировой завод»), постиндустриальная модель («Сингапур – мировой финансовый центр»);

● экономическая структура, по совокупности социально-экономических укладов – рыночного, государственного, муниципального, некоммерческого, кооперативного, теневого и др. – а также по отраслевой и пространственной структуре;

● институциональная структура (частная собственность/власть – собственность; олигархическая/бюрократическая) и т.д.

В целом полученная модель – это тоже система, которая должна отражать существенные свойства оригинала. Сходство модели с оригиналом неполное, но всегда модель должна быть *гомоморфна* исследуемой системе – вне зависимости от того, идем ли мы от микроэкономики к макроэкономике, или наоборот [10].

Модель как исследовательская конструкция (*instrument-model*) выступает как аналог системы экономических отношений, представляющий собой инструмент ее изучения. Главным в таком моделировании является определение не границ изучаемого объекта, а путей и способов исследования.

Специалисты отмечают, что «модели часто сродни наблюдениям или мысленным экспериментам» [2, с. 110]. Развивая этот тезис, О. Кошовец и Т. Вархотов подчеркивают, что в экономическом моделировании присутствует эпистемологическая, а не онтологическая постановка проблемы; само моделирование они рассматривают как *мысленный эксперимент*, как «интеллектуальную процедуру с познавательными целями», как «рассуждение (интеллектуальное действие), построенное по строгим правилам и решающее некоторую познавательную задачу» [3, с. 128].

Над чем экспериментируют экономисты? Возможно над самими собой, над своей методологической самоидентификацией. Именно такой характер носит исследование «Экономические модели как аналогии» четырех авторов из Израиля, Франции и США [2]. Начинается оно с постановки проблемы – почему экономисты применяют модели, *предпосылки которых очевидно являются ложными*, и при этом получают позитивные результаты, а также с конста-

тации того, что в отличие от многих других наук, модели в экономической теории не требуют точного определения сферы их применимости. В итоге авторы противопоставляют распространенному методу выведения правил и законов (*rule-based*) другой метод – метод «теоретических частных случаев» (*case-based*), перспективный для понимания экономических проблем, когда исследователь сопоставляет, проводит аналогии между моделью, с одной стороны, и проблемой, с другой.

В классификации моделей, предложенной Мэри Морган и Тарьей Кнууттила, представлены четыре группы исследовательских конструкций:

- идеальные построения и карикатуры (допускают не только упрощения и абстрагирование от несущественного, но и искажение и добавление ложных элементов);
- фикция, эвристическая небылица, искусственно созданные системы, параллельная реальность (контрастирует с реалистичностью допущений, важен не реализм, а объяснение процессов и явлений);
- поставленные представления (когда в одной и той же модели могут содержаться и аналогии, и метафора, и теоретические гипотезы, и математические схемы и методы, и стилизованные факты, и эмпирические данные, и политические взгляды – и все это, подобно блюду, приготовленному без рецепта, в произвольном сочетании);
- автономно функционирующие девайсы (гетерогенные конструкции, гибрид теоретических и эконометрических моделей, сочетающие характеристики функциональной независимости и эмпирической репрезентативности, что позволяет им выступать «посредником» между исследователем и объектом исследования) [11, с. 18–27].

В обзорах точек зрения на сущность модели как исследовательского инструмента [2; 3; 11] отмечаются определения: модели как картины (копируют реальность); модели как чертежи (упрощают реальность); модели как «правдоподобные миры» (субъективные суждения о сходстве, позволяющие делать индуктивные выводы о реальности); модели как басни (имеют отдаленное отношение к реальности) и т.д. Главный вывод, общий для авторов обзоров – неважно, *что* мы предполагаем, важно, насколько эффективные выводы мы получаем. Во всех случаях налицо четкое разграничение исследуемой реальности, т.е. целевой системы процессов и явлений (*target system*), с одной стороны, и примененной конкретным автором исследовательской конструкции (*model-system*), с другой. Один из вариантов элементов такого моделирования предложен Романом Фриггом (рис. 2).

Разграничение таргетированной системы и модели-системы позволяет заключить, что авторы моделей объединены общей научной парадигмой в том значении, как она определена еще Томасом Куном: парадигма – признанная всеми «*модель постановки и решения проблем*». [5] Иными словами, модель – это не просто исследовательская конструкция, это способ научного мышления, принятый в научном сообществе в рамках устоявшейся научной традиции в определенный период времени.

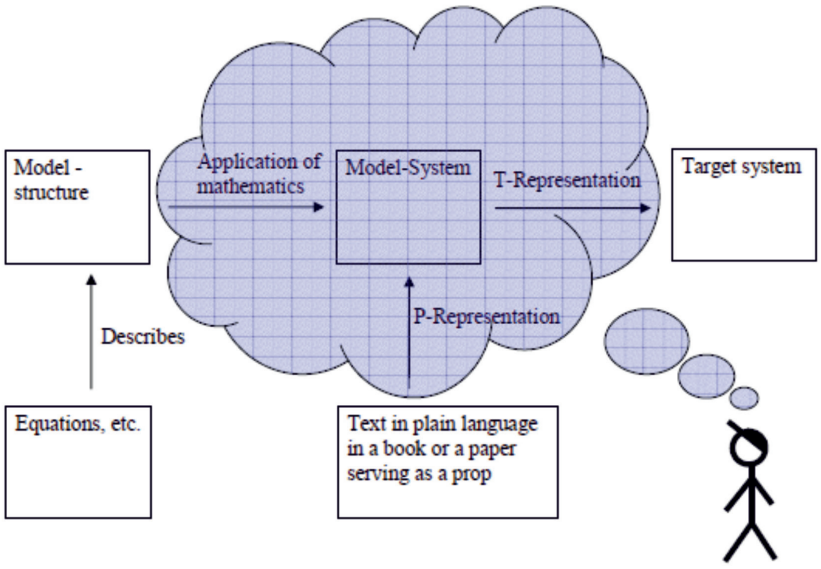


Рис. 2. Элементы научного моделирования по Р. Фриггу [9, с. 20]

XXI век принес *нарастающую неопределенность*, символом наступления которой является «непредсказанный» финансовый кризис 2008 г. Вполне очевидно, что применение известных методологий для решения проблем в условиях нарастающей неопределенности уже недостаточно. Многое теперь зависит от личности исследователя.

Модель как образ (*image-model*) все больше применяется в нормативном анализе. Экономисты говорят о смене «модели экономического роста», о выборе «модели модернизации», о переходе на новые «модели инновационного развития» и т.п., где под моделью понимается формализованное направление эволюции экономической системы.

Степень сложности и неопределенности в нелинейных социально-экономических отношениях препятствует формализации, поэтому модели носят все более субъективный характер, представляя ви́дение исследователем дальнейшего пути развития системы. Алгоритм моделирования состоит в следующем:

- Сформировать ви́дение сильно желаемого *будущего* социально-экономической системы (модель-мечту);
- Превратить мечту в *идею* (модель-образ, выделивший основные, главные и существенные черты мечты);
- «Наклеить» на идею ярлык (модель – знаковый образ, кодирующий идею и заставляющий *поверить* в нее, мотивирующий самого исследователя и всех других к ее реализации);
- *«Продать»* идею (модель-товар) политической и/или профессиональной элите и вместе с ней разработать стратегию, главное направление действий к достижению желаемого состояния социально-экономической системы.

«Продажа» модели-образа является ключевым моментом, составляющим отдельную проблему позитивного моделирования. В этой связи полезно обратиться к концепции противопоставления идей интересам, предложенной профессором Дэни Родриком.

Родрик показал, что экономические агенты, руководствующиеся исключительно своими интересами, часто имеют очень ограниченные представления о том, в чем эти интересы в действительности состоят. Он привел примеры того, как элиты, первоначально сопротивляясь изменениям, в конце концов соглашаются с новыми стратегиями, при этом не только сохраняют свою власть и ренту, но и извлекают новые выгоды. Главный тезис: «частные интересы, несмотря на внимание, которое уделяется им в современных политико-экономических моделях, играют значительно менее определяющую роль, чем это кажется на первый взгляд. На самом деле, пренебрегая исследованием идей, авторы политико-экономических моделей часто неудачно трактуют процесс изменения политики» [6, с. 46]. Символично, что в оригинале статья Родрика называется «When Ideas Trump Interests», словно предвещая имя будущего президента США.

С этих позиций экономистов можно классифицировать на тех, кто в большей степени руководствуется интересами, и тех, кто в большей степени руководствуется идеями. Назовем первых экономистами I, а вторых – экономистами II.

Если описывать поведение исследователей языком неоинституциональных теорий контрактов и общественного выбора, то их целью является сделка по поводу созданной модели-образа. Возможны два варианта такой сделки:

1. «Продажа» экономистами I моделей-образов элите, политикам в обмен на статус и деньги. Экономистов, руководствующихся соображениями, что люди склонны слышать то, что хотят услышать, в любой стране большинство. Именно они формируют *mainstream*, убеждают элиту, что продаваемые ими модели соответствуют ее интересам.

Если, по Родрику, экономисты имеют ограниченные представления о том, в чем эти интересы состоят, то они закрепляют заблуждения элит. Предлагаемые ими ошибочные стратегии порождают «неожиданности» типа *Brexit*. Как реакция на «неожиданности», подвергается сомнению прогностическая функция моделей вообще: «экономические модели всегда недостоверны», «модели финансовых рисков не предотвратили потрясений 2008 г. и с высокой степенью уверенности не предотвратят будущие» и т.п. [8].

2. «Продажа» экономистами II моделей профессиональному клану, а через него – обществу ради получения признания. Превратятся ли кодированные в моделях идеи в стратегии правящей элиты, зависит от сложного комплекса обстоятельств. Нередко признание приходит уже после ухода исследователя из жизни, но оно приходит, потому что, если бы все следовали только мейнстриму, люди до сих пор бы считали, что Солнце вращается вокруг Земли.

При любом варианте сделки наличие ярлыка (знакового образа) является ключевым условием, заставляющим покупателя *поверить* в модель. Приведем два примера: «модель стимулирования роста» А.Л. Кудрина и «модель упреждающего управле-

ния» А.Э. Вайно. Обе модели имеют целью повышение *устойчивости* социально-экономической системы, носят инструментально-стратегический характер.

«Модель стимулирования роста» А.Л. Кудрина, описанная в его статье совместно с Е.Т. Гурвичем, содержит вполне рациональную идею «создания сильной мотивации к повышению эффективности как для бизнеса, так и для системы государственного управления» через сокращение госсектора, снятие барьеров («мягкие бюджетные ограничения» по Я. Корнаи), активизацию рыночных движущих сил [4].

«Модель упреждающего управления» А.Э. Вайно предполагает, во-первых, формирование образа желаемого будущего, намечающего через стратегию и политику «ориентиры для общества и суперкласса» [1, с. 45], во-вторых, механизм капитализации будущего через упреждающее управление.

Почему элита должна поверить в предлагаемые Кудриным и Вайно модели? В них должны присутствовать мечта – идея – ярлык.

В модели Кудрина элита скорей всего увидит банальное урезание расходов, увеличение пенсионного возраста, сокращение госаппарата, косметическое изменение его структуры. Можно предположить, что она не поверит в создание сильной мотивации и что разрабатываемые под руководством А.Л. Кудрина Стратегию развития России на 2018–2024 гг. и Стратегию-2035 ждет участь известной Стратегии-2020.

В модели Вайно элита, скорей всего, увидит сочетание метафоры и технологии. Метафорично обоснование упреждающего управления, которое «для оценки сгущения жизни, пространства и времени должно осуществлять расшифровку кода рынка». «Главный узел сгущения… – это образ, голографическая свертка воспринятой реальности, образ мира, образ добра и зла, образ власти, образ базовой бизнес-модели управления обеспечением жизни...» [1, с. 46]. Элиту, безусловно, привлечет технология упреждающего управления, информационно-технической основой которого является нооскоп – «первый прибор, позволяющий изучать коллективное сознание человечества». Нооскоп состоит из сети пространственных сканеров и позволяет транслировать «горечь жизненных ситуаций, доверие к социально-экономическим реформам и так далее…» [1, с. 52, 56, 57]. Применение нооскопа существенно сокращает трансакционные издержки элиты, позволяет заменить покупку лояльности общества прямым управлением общественным сознанием.

Список литературы

1. Вайно А.Э. Капитализация будущего [Текст] / А.Э. Вайно //Вопросы экономики и права. – 2012. – № 4. – С. 42–57.

2. Гилбоа И. Экономические модели как аналогии [Текст] / И. Гилбоа, Э. Постлуэйт, Л. Самуэльсон, Д. Шмайдлер // Вопросы экономики. – 2015. – № 4. – С. 106–130.

3. Кошовец О. Эпистемологический статус моделей и мысленных экспериментов в экономической теории [Текст] / О. Кошовец, Т. Вархотов // Вопросы экономики. – 2015. – № 2. – С. 123–140.

4. Кудрин А. Новая модель роста для российской экономики [Текст] / А. Кудрин, Е. Гурвич // Вопросы экономики. – 2014. – № 12. – С. 4–36.

5. Кун Т.С. Структура научных революций. Дополнение 1969 года [Текст] / Т.С. Кун; пер. с англ. И.З. Налетова [Электронный ресурс]. URL: http://psylib.org.ua/books/kunts01/txt03.htm (дата обращения: 26.01.2017).

6. Родрик Д. Когда идеи важнее интересов: предпочтения, взгляды на мир и инновации в экономической политике [Текст] / Д. Родрик // Вопросы экономики. – 2015. – № 1. – С. 22–44.

7. Economic Models // Boundless Economics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.boundless.com/economics/textbooks/boundless-economics-textbook/principles-of-economics-1/economic-models-43/economic-models-160-12258/ (дата обращения: 26.01.2017).

8. Freedman D.H. Why Economic Models Are Always Wrong // Scientific American [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.scientificamerican.com/article/finance-why-economic-models-are-always-wrong/ (дата обращения: 26.01.2017).

9. Frigg R. Models and Fiction [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ssrn.com/abstract=1128682 (дата обращения: 26.01.2017).

10. Hoover K.D. Idealizing Reduction: The Microfoundations of Macroeconomics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ssrn.com/abstract=1139918 (дата обращения: 26.01.2017).

11. Knuuttila T.T., Morgan, M.S. Models and Modelling in Economics // Handbook of the Philosophy of Economics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ssrn.com/abstract=1499975 (дата обращения: 26.01.2017).

УДК 338.2

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКЦИОНЕРНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Якупова Н.М., Левачкова С.Ю.

Институт управления, экономики и финансов Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань, e-mail: svetlana-levachkova@yandex.ru

Актуальность исследуемой в статье проблемы обусловлена тем, что совершенствование системы управления государственной акционерной собственностью в целях обеспечения устойчивых предпосылок экономического роста экономики страны является одной из важнейших экономических проблем. В этих условиях актуальным является создание эффективного механизма управления государственной акционерной собственностью. Проблемы управления государственной собственностью, оценки эффективности управления и становления модели корпоративного управления в государственном секторе России стали предметом рассмотрения в настоящей статье. Настоящая статья посвящена вопросам принятия инвестиционных решений управляющей компанией, при этом определены ключевые проблемы в управлении государственной акционерной собственностью. В публикации предложено применять такие инструменты управления государственной акционерной собственностью, как управляющая компания и независимые директора. В статье рассматривается модель позволяющая производить сравнительный анализ влияния различных стратегических решений на интегральную оценку эффективности управления государственной акционерной собственностью. Показано, что данная модель может рассматриваться как инструмент мониторинга реализации стратегий, служить ориентиром при обосновании эффективности реализации управленческих решений.

Ключевые слова: государственная собственность, управляющая компания, инвестиционная оценка эффективности

THE MODEL OF INVESTMENT DECISION MANAGEMENT COMPANY STATE JOINT STOCK OWNERSHIP

Yakupova N.M., Levachkova S.Yu.

Institute of management, Economics and Finance, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: svetlana-levachkova@yandex.ru

The relevance of the study in the article the problems due to the fact that the improvement of management of state join-stock property in order to ensure sustainable preconditions for economic growth of the country's economy is one of the most important economic problems. In these conditions, relevant is the establishment of an effective mechanism of management of state join-stock properties. Problems of public property management, evaluation of management efficiency and establishment of a corporate governance model in the public sector of Russia became the subject of consideration in this article. This article is devoted to investment decision-making of the management by the company and identified the key issues in the management of state join-stock properties. In the publication it is proposed to use such tools for the management of the state joint-stock property management company and an independent Director. The article discusses a model allowing to make a comparative analysis of the impact of various strategic decisions on the integral estimation of effectiveness of management of state join-stock properties. It is shown that this model can be considered as a tool for monitoring the implementation of strategies to guide the rationale and effectiveness of implementation of management decisions.

Keywords: state property, the management company, investment efficiency assessment

Актуальным вопросом современного этапа развития экономики является создание эффективных механизмов и инструментов управления государственной акционерной собственностью. По состоянию на 01.01.2015 г. в реестре федерального имущества зарегистрированы 2008 юридических лиц (ОАО, ООО, ЗАО), 1928 пакетов акций и долей, 79 федеральных казенных предприятий, 1557 федеральных государственных унитарных предприятий, 17288 федеральных государственных учреждений [5]. Управление в данных акционерных обществах государство, как правило, осуществляет опосредовано, через соответствующие федеральные органы исполнительной власти или посредством передачи акций в доверительное управление. При этом большинство акционерных обществ с долей государства в настоящее время являются убыточными. [9] В одном из последних ежегодных посланий Федеральному собранию президент РФ В.В. Путин отметил необходимость наведения порядка в госкомпаниях. По его мнению, «необходимо создать в них единые расчетные центры, что-то вроде казначейства, которое обеспечит прозрачность и оптимизацию денежных потоков, эффективное управление ими. Головные компании также должны четко видеть, как используются средства в их дочерних структурах» [11].

В этих условиях актуальным является создание эффективного механизма управления государственной акционерной собственностью, позволяющего активно воздействовать на нее с целью сохранения, совершенствования, реализации стратегических целей деятельности и осуществления эффективного контроля над менеджментом предприятий с государственным участием.

В качестве эффективных моделей корпоративного управления государственной акционерной собственностью в Концепции по управлению федеральным имуществом до 2018 г. [10] правительство обозначило необходимость привлечения независимых директоров и управляющих компаний, а также внедрения программ стратегического планирования деятельности и других современных методов управления.

Анализ зарубежной и отечественной практики свидетельствует о том, что использование институтов «независимых директоров» и «управляющих компаний» являются наиболее перспективными и эффективными инструментами управления [8, 9]. Последние рассматриваются с позиции единоличного исполнительного органа как хозяйственного общества, акции которого находятся в федеральной собственности, так и федерального унитарного предприятия.

По мнению авторов, управляющая компания должна функционировать на основе привлечения независимых директоров и ее основным назначением является выработка и контроль реализации стратегических решений относительно развития «вверенных» ей государством компаний. В этой связи важной задачей является разработка модели выбора таких решений.

К стратегическим решениям следует отнести такие типы решений, как:

– увеличение масштабов традиционных для компании видов деятельности;

– освоение новых видов бизнеса и выход на новые рынки;

– оптимизация производственного процесса.

Реализация таких решений, как правило, подразумевает необходимость инвестиций. В этой связи одной из наиболее важных задач управляющей компании является оптимальное распределение аккумулируемых у нее свободных финансовых ресурсов между инвестиционными проектами управляемых компаний.

В качестве основных моделей и методов распределения инвестиционных ресурсов внутри корпоративных структур, на наш взгляд, можно рассматривать:

– динамическое моделирование деятельности корпоративных структур;

– модели согласования инвестиционных интересов предприятиями корпоративной структуры;

– модели, основанные на максимизации рентабельности активов.

В качестве основного критерия оптимальности в системах динамического моделирования корпоративных структур часто принимается максимизация чистого приведенного дохода (NPV) или минимизация общих затрат на функционирование и развитие [1]. Принятие указанных критериев в качестве основного не исключает возможности использования других критериев при решении некоторых вопросов, связанных с формированием и функционированием сложных корпоративных структур.

При динамическом моделировании инвестиционных процессов корпорации уточняются или определяются как существующие ресурсные возможности каждого предприятия или подразделения, так и их производственные взаимосвязи, а также наиболее вероятные варианты развития. Реализация таких моделей позволяет определить необходимые значения управляемых факторов в целях максимизации показателей эффективности [4].

Общей идеей моделей согласования инвестиционных интересов предприятиями корпоративных структур является выбор наиболее приоритетных инвестиционных программ корпорации, которые представляют собой план технического развития, и распределение инвестиционных ресурсов интегрированной структуры между отдельными предприятиями на их осуществление [6].

Однако такие модели не позволяют осуществлять эффективное распределение финансовых ресурсов на текущие нужды предприятий холдинга и обосновывать решения по краткосрочному финансовому планированию. В большей же степени такие модели связаны с формированием среднесрочных и долгосрочных инвестиционных планов.

Модели, основанные на максимизации рентабельности активов [5], предназначены для решения задачи распределения и перераспределения временно свободных финансовых ресурсов на краткосрочный период. Они базируются на идее оптимального распределения ресурсов между предприятиями холдинговой компании. Модель может использоваться как эффективный инструмент механизма формирования специализированных фондов холдинга на основе взаимного кредитования предприятий холдинга на условиях срочности, возвратности и платности по типу внутреннего клиринга.

Подобные модели используются в основном на предприятиях, входящих в холдинг (управляемую систему), и не связаны между собой технологическими, производственными или сбытовыми цепочками.

Большое значение, на взгляд авторов, в деятельности холдинговых компаний, осуществляющих управление государственной акционерной собственностью, имеют модели распределения временно свободных финансовых ресурсов между инвестиционными проектами управляемых компаний на основе модели согласования инвестиционных интересов.

При этом в качестве основного принципа распределения инвестиционных ресурсов выступает ориентированность на повышение интегральной оценки эффективности деятельности управляющей компании холдинга в целом [4].

При выборе направлений инвестирования ключевой задачей является сравнение различных инвестиционных проектов управляемых компаний. При этом управляющей компании в первую очередь важно провести сравнительную оценку проектов различных компаний. Для нее важно оценить и сравнить эффекты от каждого инвестиционного проекта управляемых компаний в масштабах всей управляемой системы. Необходимо также учитывать синергетический эффект, возникновение которого возможно вследствие сочетания инвестиционных проектов различных компаний.

Кроме того, управляющая компания при сравнении инвестиционных проектов управляемых компаний должна учитывать их соответствие требованиям, которые предъявляет государство к долгосрочному развитию своих активов.

Ситуационное моделирование выбора направлений инвестирования управляющей компании

Прогнозные значения интегральных критериев оценки эффективности деятельности управляющей компании на конец 2019 г.

Критерии сравнения комбинаций инвестиционных проектов	Комбинации инвестиционных проектов		
	Проект 1 + Проект 2	Проект 1 + Проект 3	Проект 2 + Проект 3
Увеличение интегрального СДОР за 2014–2019 гг., %	4	6	3
Снижение энергоемкости продукции за 2014–2019 гг., %	–	–	–
Увеличение доли инновационной продукции, %	1	–	1
Увеличение доли добавленной стоимости за 2014–2019 гг., %	6	9	7
Снижение износа производственных мощностей за 2014–2019 гг., %	5	5	4
Повышение ключевых производственных показателей за 2014–2019 гг., %	–	–	–

Все это позволяет сделать предложенная нами модель интегральной оценки деятельности управляющей компании, осуществляющей управление государственной акционерной собственностью. Данная модель нами построена на основе нормативно-динамической модели системы управления предприятием (ДМУП) и структурно-динамических оценок результативности (СДОР) деятельности каждого отдельного предприятия [8].

Структурно-динамическая оценка результативности деятельности самой управляющей компании (СДОРук) показывает, насколько фактически выполняются стратегические установки на рост эффективности по всей совокупности управляемых предприятий. При этом предложенная методика учитывает тот факт, что наибольшее влияние на интегральную оценку деятельности управляющей компании оказывают предприятия, вносящие наибольший вклад в совокупную величину добавленной стоимости [8, 11–13].

Основанное на использовании моделей, рассмотренных нами ранее, на рисунке представлено ситуационное моделирование выбора направлений инвестирования управляющей компании.

Для демонстрации работы данного алгоритма рассмотрим следующий условный упрощенный пример. На начало 2014 г. у управляющей компании АО «Альфа» образовались свободные финансовые ресурсы в размере 1 750 млн рублей, которые она готова инвестировать в развитие управляемых ею государственных предприятий.

В АО «Альфа» поступило на рассмотрение три следующих инвестиционных проекта:

1. Проект АО «Омега» по реконструкции производства этилена с увеличением производственной мощности на 80 тыс. тонн этилена в год. Объем инвестиций по проекту – 850 млн рублей, срок окупаемости – 5 лет.

2. Проект АО «Бета» по освоению производства новых видов лекарственных средств. Объем инвестиций – 500 млн рублей, срок окупаемости – 4 года.

3. Проект АО «Гамма» по увеличению мощностей по производству полиэтилена на 60 тыс. тонн. Объем инвестиций – 650 млн рублей, срок окупаемости – 4,5 года.

Уже на первом этапе действий управляющей компании видно, что ресурсов, которые она предполагает инвестировать в развитие, не хватает на реализацию всех трех проектов, однако их достаточно для того, чтобы реализовать любые два из них. Соответственно, ее задача сводится к тому, чтобы сравнить между собой следующие комбинации проектов: 1 и 2; 2 и 3; 1 и 3. При этом сравнение целесообразно проводить за количество лет, не ниже срока окупаемости самого длительного из этих проектов – в данном случае 5 лет.

В таблице приведены прогнозные значения интегральных критериев оценки эффективности управленческой деятельности компании, осуществляющей управление государственной акционерной собственностью, на конец 2019 г. (5-го года с момента начала реализации инвестиционных проектов).

Анализ представленных в таблице данных показывает, что наиболее значительное улучшение прогнозных значений большинства критериев дает совместная реализация Проекта 1 и Проекта 3. Вместе с тем комбинации с Проектом 2 позволяют управляющей компании увеличить долю иннова-

ционной продукции по всей совокупности управляемых ею предприятий. Поэтому для выбора оптимальной комбинации следует ранжировать все критерии по приоритетности. Для этого наиболее целесообразно применить метод экспертных оценок.

Таким образом, предложенная нами модель позволяет производить сравнительный анализ влияния различных стратегических решений на интегральную оценку эффективности управления государственной акционерной собственностью и тем самым предоставляет руководству управляющей компании адекватную базу для обоснованного выбора путей дальнейшего развития государственных активов.

Список литературы

1. Баев В.А. Моделирование вертикально-интегрированных производственных систем в нефтегазовой отрасли / В.А. Баев // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 4. – С. 136–159.

2. Голубева А.М. Холдинг – образование и управление [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cfin.ru/management/holding_anatomy.shtml.

3. Жданов С.А. Экономические модели и методы в управлении / С.А. Жданов. – М.: Дело и Сервис, 1998. – 176 с.

4. Исмагилов Ш.И. Оценка эффективности деятельности промышленных холдингов в системе стратегического управления: дис. … канд. экон. наук / Ш.И. Исмагилов. – К., 2007. – 205 с.

5. Концепция Долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г., № 1662-р (в ред. Распоряжение Правительства РФ от 08.08.2009 № 1121-р) // Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. – http://base.garant.ru/194365/.

6. Кузин Б. Методы и модели управления фирмой / Б. Кузин, В. Юрьев, Г. Шахдинаров. – СПб.: Питер, 2001. – 432 с.

7. Левачкова С.Ю. Управляющая компания в системе управления государственной акционерной собственностью / С.Ю. Левачкова // Вестник экономической интеграции. – 2011. – № 5. – С. 75–82.

8. Левачкова С.Ю. Управляющая компания в системе менеджмента государственной акционерной собственностью: дис. … канд. экон. наук / С.Ю. Левачкова. – К., 2011. – 185 с.

9. Литвина Е.Ю. Общая характеристика акционерных обществ с государственным участием // электронный журнал «Капитал страны» [Электронный ресурс]. – URL: http://kapital-rus.ru/articles/article/224120.

10. Об утверждении формы отчета представителей интересов Российской Федерации в органах управления акционерных обществ, акции которых находятся в федеральной собственности, и методических указаний по ее заполнению: Приказ Минэкономразвития России № 164 от 12.04.2011 // Официальный сайт Министерства экономического развития РФ. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.economy.gov.ru/minec/about/structure/depreal/doc20110412_05.

11. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 04.12.2014. «Послание Президента РФ Федеральному Собранию» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171774/.

12. Погостинская Н.Н., Погостинский Ю.А. Системный подход в экономико-математическом моделировании: Учеб. пособ. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1999. – 74 с.

13. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. – М.: Экономика, 1980. – 188 с.

14. Уолш К. Ключевые показатели менеджмента. Как анализировать, сравнивать и контролировать данные, определяющие стоимость компании / Пер. с англ. – М.: Дело, 2000. – 360 с.

15. Якупова Н.М. Стратегическое управление стоимостью предприятия. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2003. – 226 с.

16. Якупова Н.М., Вакулюк С.Ю. Инструменты управления государственным имуществом / Якупова Н.М., Вакулюк С.Ю. // В мире научных открытий. – 2013. – № 12(48) (Экономика и инновационное образование). – С. 141–164.

17. Якупова Н.М., Вакулюк С.Ю. Модель интегральной оценки эффективности управления государственной акционерной собственностью / Якупова Н.М., Вакулюк С.Ю. // Российское предпринимательство. – 2013. – № 17 (239). – С. 15–23.

18. Якупова Н.М., Яруллина Г.Р. Инвестиционная привлекательность: анализ, измерение, оценка. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2010. – 176 с.