ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ № 10 2017 ИССЛЕДОВАНИЯ Часть 3 ISSN 1812-7339

Журнал издается с 2003 г.

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

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

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» - 33297

Главный редактор

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

Зам. главного редактора

Бичурин Мирза Имамович, д.ф.-м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

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

Учредитель, издательство и редакция: ИД «Академия Естествознания»

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

Ответственный секретарь редакции – Бизенкова Мария Николаевна – +7 (499) 705-72-30

E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать 20.10.2017 Дата выхода номера 20.11.2017

Формат 60х90 1/8 Типография ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания», г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

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

Распространение по свободной цене Усл. печ. л. 29,88 Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2017/10

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

технические науки (v5.v2.v0, v5.т3.v0, v5.т7.v0, v5.23.v0)	
ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРИЦЕПНЫХ ЗВЕНЬЕВ АВТОПОЕЗДОВ ПО ДАННЫМ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	
Волков В.С., Магомедов В.К., Сурхаев Г.М.	. 407
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА: ОБОСНОВАНИЕ ДЕМОНТАЖА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Гарькина И.А., Гарькин И.Н.	. 412
УЧЕТ СТРУКТУРНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ	
Геворгян А.М., Курочкин А.А.	. 418
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ АНСАМБЛЕЙ ВЫДЕЛЕНИЙ НЕСКОЛЬКИХ СОСТАВОВ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМАХ С РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕМ ВЫЧИСЛЕНИЙ	
Горбачев И.И., Попов В.В., Пасынков А.Ю.	. 423
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ	
Гоц А.Н., Клевцов В.С.	. 429
ПОЛУЧЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ НИЗШИХ АЛКАНОВ С $_3$ -С $_4$ НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ	
Ерофеев В.И., Хасанов В.В., Егорова Л.А.	. 433
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА ЧУВАШСКОГО ЯЗЫКА	
Желтов В.П., Сергеев Е.С., Пушкин А.С., Скворцов А.В.	. 438
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ	
Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Нусенкис А.А., Охотников М.В., Сайгафаров Д.У.	. 443
ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОЩАДИ МЕЖФАЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПОЛИКРИСТАЛЛАХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ И ГЕОМЕТРИИ НАНОЧАСТИЦ	
Кармоков А.М., Молоканова О.О., Молоканов О.А., Калмыков Р.М.	. 449
АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ	
Клеванский Н.Н.	. 454
НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С.	. 459
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ ТЕНТОВЫХ ШАТРОВ НА ЖЕСТКОМ КВАДРАТНОМ КОНТУРЕ	
Кудрявцева В.И., Удлер Е.М.	. 466
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В СМЕСИТЕЛЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ	
Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М., Пешков О.Г., Анциферов С.И.	. 471
СИСТЕМА ТРЕБОВАНИЙ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА КОМПАНИЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА	
Макарчук Т.А., Минаков В.Ф., Макарчук И.А.	. 477

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕ $_{\rm x}$ МG $_{\rm 1.x}$ AL $_{\rm 2}$ О $_{\rm 4}$ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОМПОЗИЦИИ С ЦЕОЛИТОМ ZSM-5 В ПРЕВРАЩЕНИИ МЕТАНОЛА В n -КСИЛОЛ	ΙΧ
Махмудова Н.И., Вердиева Л.Р., Ильяслы Т.М., Бабаева Т.А., Мамедов С.Э.	483
ПРОГНОЗНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ ЦИНКА И МЕДИ (II) ИЗ РУДНИЧНЫХ ВОД	
Медяник Н.Л., Шевелин И.Ю., Бодьян Л.А.	492
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ПОРОШКА НИКЕЛЯ НА СВОЙСТВА АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА	
Оглезнева С.А., Князев А.А., Гревнов Л.М.	497
СПОСОБ И СИСТЕМА УЧЕТА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРОИЗВОДИМЫХ ТЕХНОГЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ	
Омаров А.Д., Киселева О.В., Султангазинов С.К., Харитонов П.Т.	502
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КИБЕРАТАК НА АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНІ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ НИХ	RN
Палаева Л.В., Хафизов А.М., Гилязетдинова А.М., Вахитова А.Р., Давыдова К.Н., Сиротина Е.Р.	507
СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	
Пищухин А.М., Чернов Ф.В.	512
ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА КИНЕТИКИ ГЕТЕРОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ НА ЯЗЫКЕ VISUAL BASIC COMMUNITY 2015	
Пушкин А.А., Римкевич В.С.	518
АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ВЫПУСКНИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	
Родионов А.В., Новгородцева Т.Ю., Иванова Е.Н.	524
СТРУКТУРНАЯ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ПРУЖИННО-РЕССОРНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗОНЕ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА	
Яковлева С.П., Буслаева И.И., Махарова С.Н., Левин А.И.	530
Экономические науки (08.00.00)	
ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА	
Анопченко Т.Ю., Чараева М.В., Евстафьева Е.М., Парада Е.В.	536
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ РЫНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИЙ НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ	
Ахметов Т.Р.	544
К ВОПРОСУ О РОЛИ КОНСАЛТИНГА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	
Базаров Р.Т., Аппалонова Н.А., Муртазина Г.Р., Сюркова С.М.	550
ПРИРОДА, СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ	
Бархатов В.И., Дьяченко О.В.	555
СТРАТЕГИЧЕСКИЙ УЧЕТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМ СУБЪЕКТОМ	
Булычева Т.В., Бушева А.Ю., Завьялова Т.В.	560

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАДРОВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	
Ващилло А.А., Ветрова Е.Н.	565
МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ТАРИФОВ В СФЕРЕ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	
Гленкова Е.О., Лускатова О.В., Шалова В.А.	570
МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
Зарипова Р.Х., Алексеенко И.В.	575
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ В РАЗРЕЗЕ ОКЕАНИЧЕСКОЕ, ПРИБРЕЖНОЕ РЫБОЛОВСТВО, МАРИКУЛЬТУРА	
Ивченко О.С., Салтыков М.А.	581
ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛИЧНОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ	
Капкаев Ю.Ш., Кадыров П.Р.	587
УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПАНИИ КЛАСТЕРОВ: РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ	
Костенко О.В.	594
ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ Легчилина Е.Ю.	600
ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	000
НА РЫНКЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ	
Мишин Ю.Д.	605
ФИНАНСОВЫЙ АСПЕКТ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ РЕГИОНОВ	
Радковская Е.В., Кочкина Е.М., Попова Н.П.	611
НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	
Рябинина Э.Н., Митрофанова М.Ю.	618
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ ВУЗОВ В УСЛОВИЯХ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В РОССИИ	
Черницов А.Е., Артамонова Ю.С., Ионова А.В.	623
ПРИОРИТЕТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	
Чибилёв А.А. (мл.)	628
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТОЧЕК РОСТА	
Элибиев С.Б.	633

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)	
ESTIMATION OF THE UNKNOWN TRAFFICKING OF TRAILED LINKS OF TRAVEL LINKS ON THE PASSIVE EXPERIMENT DATA	
Volkov V.S., Magomedov V.K., Surkhaev G.M.	. 407
TECHNICAL EXPERTISE: SUBSTANTIATION OF DISMANTLING OF BUILDINGS AND STRUCTURES	
Garkina I.A., Garkin I.N.	. 412
ACCOUNT OF STRUCTURAL CORRELATIONS IN MODERN VERY LARGE SCALE INTEGRATION	
Gevorgyan A.M., Kurochkin A.A.	. 418
SIMULATION OF THE EVOLUTION OF PRECIPITATE ENSEMBLES OF SEVERAL COMPOSITIONS IN MULTICOMPONENT MULTIPHASE SYSTEMS USING PARALLEL COMPUTATIONS	
Gorbachev I.I., Popov V.V., Pasynkov A.Yu.	. 423
FORECASTING DURABILITY OF DIESEL CYLINDER HEADS	
Gots A.N., Klevtsov V.S.	. 429
PRODUCTION OF AROMATIC HYDROCARBONS FROM LOW ALKANES C3-C4 ON ZEOLITE-CONTAINING CATALYSTS	
Erofeev V.I., Khasanov V.V., Egorova L.A.	. 433
SOME PROBLEMS OF DESIGNING THE MORPHOLOGICAL ANALYZER OF THE CHUVASH LANGUAGE	
Zheltov V.P., Sergeev E.S., Pushkin A.S., Skvortsov A.V.	. 438
INVESTIGATION OF ELECTRICAL FIELDS IN THE ELECTROFILTER OF THE NEW CONSTRUCTION	
Ismagilov F.R., Khayrullin I.Kh., Nusenkis A.A., Okhotnikov M.V., Saygafarov D.U.	. 443
THE DEPENDENCE OF THE INTERFACIAL SURFACE AREA IN POLYCRYSTALS AND COMPOSITE MATERIALS FROM NANOPARTICLES CONCENTRATION AND GEOMETRY	
Karmokov A.M., Molokanova O.O., Molokanov O.A., Kalmykov R.M.	. 449
HIGH SCHOOL TIMETABLING ALGORITHMS	
Klevanskiy N.N.	. 454
FILLERS TO MODIFY THE MODERN POLYMER COMPOSITE MATERIALS	
Kolosova A.S., Sokolskaya M.K., Vitkalova I.A., Torlova A.S., Pikalov E.S.	. 459
NUMERICAL MODELING OF THE GEOMETRY OF TENT MARQUEES ON A HARD SQUARE CONTOUR	
Kudryavtseva V.I., Udler E.M.	. 466
MODELING OF THE PROCESS OF PRODUCING QUALITY DRY BUILDING MIXTURES IN A MIXTURE OF CONTINUOUS ACTION	
Lozovaya S.Yu., Lozovoy N.M., Peshkov O.G., Antsiferov S.I.	. 471
SYSTEM OF REQUIREMENTS TO SUPPORT OF AN EFFECTIVE ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT OF THE COMPANIES OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS	•
Makarchuk T.A., Minakov V.F., Makarchuk I.A.	. 477

SYNTHESIS OF $CE_xMG_{1-x}AL_2O_4$ NANOPARTICLES AND INVESTIGATION OF THEIR PHYSICOCHEMICAL AND CATALYTIC PROPERTIES IN THE COMPOSITION WITH ZSM-5 ZEOLITE DURING METHANOL CONVERSION INTO p-XYLENE	
Makhmudova N.I., Verdieva L.R., Ilyasly T.M., Babaeva T.A., Mamedov S.E.	483
PREDICTIVE APPROACH TO THE CHOICE OF REAGENTS USED FOR FLOATATION OF ZINC AND COPPER (II) FROM MINE WATERS	
Medyanik N.L., Shevelin I.Yu., Bodyan L.A.	492
RESEARCH OF INFLUENCE NICKEL NANOPOWDERS ON THE PROPERTIES OF THE DIAMOND TOOL	
Oglezneva S.A., Knyazev A.A., Grevnov L.M.	497
METHOD AND SYSTEMS FOR ACCOUNT OF POLLUTION OF THE ENVIRONMENT MANUFACTURED BY TECHNOGENEOUS OBJECTS	
Omarov A.D., Kiseleva O.V., Sultangazinov S.K., Kharitonov P.T.	502
MAIN TYPES OF CYBERATACKS ON AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS AND MEANS OF PROTECTION FROM THEM	
Palaeva L.V., Khafizov A.M., Gilyazetdinova A.M., Vakhitova A.R., Davydova K.N., Sirotina E.R	507
COMPUTER SUPPORT SYSTEM FOR THE FORMULATION OF A PRODUCTION MANAGEMENT STRATEGY	
Pishchukhin A.M., Chernov F.V.	512
PROGRAM FOR CALCULATION OF HETEROPHASE REACTIONS KINETIC ON VISUAL BASIC COMMUNITY 2015	
Pushkin A.A., Rimkevich V.S.	518
AUTOMATION OF CREATION AND ASSESSMENT OF ELECTRONIC PORTFOLIO OF GRADUATES OF EDUCATIONAL ORGANIZATION	
Rodionov A.V., Novgorodtseva T.Yu., Ivanova E.N.	524
THE STRUCTURAL DAMAGE OF SPRING STEEL AFTER OPERATION IN THE COLD CLIMATE ZONE	
Yakovleva S.P., Buslaeva I.I., Makharova S.N., Levin A.I.	530
Economic sciences (08.00.00)	
FORMATION OF THE DEVELOPMENT STRATEGY OF THE COMMERCIAL ORGANIZATION ON THE BASIS OF SET OF CRITERIA	
Anopchenko T.Yu., Charaeva M.V., Evstafeva E.M., Parada E.V.	536
CONCEPTUAL FRAMEWORK AND MODELS TO SUPPORT THE MARKET OF INTELLECTUAL PROPERTY AND INNOVATION AT THE NATIONAL LEVEL	
Akhmetov T.R.	544
TO THE QUESTION OF THE ROLE OF CONSULTANCY IN MODERN CONDITIONS	
Bazarov R.T., Appalonova N.A., Murtazina G.R., Syurkova S.M.	550
NATURE, CONTENT OF STATE INDUSTRIAL POLICY	
Barkhatov V.I., Dyachenko O.V.	555
STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING SYSTEM ECONOMIC ENTITIES	
Bulycheva T.V., Busheva A.Yu., Zavyalova T.V.	560
ABOUT OF THE EFFECTIVENESS OF PERSONNEL AND TECHNICAL POLICIES OS SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN THE RADIO	
ELECTRONIC INDUSTRY UNDER CONDITIONS OF IMPORT SUBSTITUTION Vaschillo A.A., Vetrova E.N.	565

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE CALCULATION OF TARIFFS IN THE SPHERE OF MUNICIPAL WATER SUPPLY	
Glenkova E.O., Luskatova O.V., Shalova V.A.	. 570
MODELLING OF BUSINESS PROCESS FOR THE PREPARATION OF CLOTHES PRODUCTION AT SMALL ENTERPRISES	
Zaripova R.Kh., Alekseenko I.V.	. 575
IMPROVEMENT OF STATE REGULATION OF THE FARM ECONOMY OF THE PRIMORSKY KRAI IN THE SECTION OCEANIC, COASTAL FISHERY, MARIKULTURE	
Ivchenko O.S., Saltykov M.A.	. 581
FEATURES OF CYCLICAL DEVELOPMENT OF THE ECONOMY	
Kapkaev Yu.Sh., Kadyrov P.R.	. 587
CLUSTER MANAGING COMPANIES: RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE	
Kostenko O.V.	. 594
TRANSFORMATION OF SOCIAL-WORK RELATIONSHIP ON THE STAGES OF ECONOMIC SYSTEM LIFE CYCLE	
Legchilina E.Yu.	. 600
ASSESSING OF COMPETITIVENESS IN A HIGH TECH MARKET	
Mishin Yu.D.	. 605
LABOR EMPLOYMENT OF YOUTH AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT	
Radkovskaya E.V., Kochkina E.M., Popova N.P.	. 611
DIRECTIONS OF INCREASE OF FINANCIAL STABILITY OF REAL SECTOR OF ECONOMY OF THE CHUVASH REPUBLIC	
Ryabinina E.N., Mitrofanova M.Yu.	. 618
INVESTIGATION LEVEL ENTERPRISE CAPACITY OF UNIVERSITY STUDENTS IN THE DEVELOPMENT STRATEGY OF SMALL BUSINESS IN RUSSIA	
Chernitsov A.E., Artamonova Yu.S., Ionova A.V.	. 623
PRIORITIES OF ENVIRONMENTAL POLICY IN SOLVING PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ORENBURG REGION	
Chibilev A.A. (jr.)	. 628
METHODOLOGICAL BASES OF FORMATION OF REGIONAL GROWTH POINTS	
Elibiev S.B.	633

УДК 629.114.3.004

ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРИЦЕПНЫХ ЗВЕНЬЕВ АВТОПОЕЗДОВ ПО ДАННЫМ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

¹Волков В.С., ²Магомедов В.К., ²Сурхаев Г.М.

¹ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова Минобразования России», Воронеж, e-mail: wl.volkov@yandex.ru;
²Махачкалинский филиал ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» Минобразования России, Махачкала, e-mail: madi1p2@mail.ru

Предложена схема определения показателей безотказности прицепных звеньев автопоездов, по результатам наблюдений за их эксплуатацией, учитывающая влияние качества сервисных работ в эксплуатации и роль нагрузок при выполнении транспортной работы. Применена модель расчета надежности, построенная на основе качественного анализа безотказности, представляет собой последовательное или параллельнопоследовательное соединение элементов. Определена расчетная структурная схема надежности полуприцепа, построенная по результатам первичной обработки наблюдений по каждому виду отказа с приведением наработок к единым условиям эксплуатации и оценкой однородности выборок, представляющая собой последовательное соединение элементов, потоки отказов которых характеризуют функции распределения. Полученные результаты могут использоваться производителем при конструктивном совершенствовании составных частей механической системы транспортной машины на уровнях деталей, узлов и агрегатов, а также системы в целом.

Ключевые слова: автопоезд, анализ, надёжность, безотказность, полуприцеп, отказ, элемент, структурная схема

ESTIMATION OF THE UNKNOWN TRAFFICKING OF TRAILED LINKS OF TRAVEL LINKS ON THE PASSIVE EXPERIMENT DATA

¹Volkov V.S., ²Magomedov V.K., ²Surkhaev G.M.

¹Federal State Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov», Voronezh, e-mail: auto@yglta.vrn.ru;

²Makhachkala Branch of Federal State Budgetary Educational Institution Higher Professional Education of Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Makhachkala, e-mail: madilp2@mail.ru

A scheme is proposed for determining the reliability of trailer links of road trains, based on the results of observations of their operation, taking into account the influence of the quality of service work in operation and the role of loads in carrying out transport work. The reliability calculation model, constructed on the basis of a qualitative analysis of failure-free reliability, is a series or parallel-series connection of elements. The calculated structural diagram of the reliability of the semitrailer was constructed based on the results of the primary processing of observations for each type of failure, bringing the developments to unified operating conditions and estimating the homogeneity of the samples, which is a serial connection of the elements whose failure flows characterize the distribution functions. The received results can be used by the manufacturer at constructive perfection of components of a mechanical system of the transport machine at levels of details, units and units, and also system as a whole.

Keywords: road train, analysis, reliability, failure-free operation, semitrailer, failure, element, structural diagram

Согласно стандарту [1] безотказность представляет собой свойство изделия непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторой наработки при определенных условиях эксплуатации и установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Существует тенденция к увеличению безотказности машин со стороны потребителя (эксплуатационника) и необходимости этого увеличения производителем. При этом могут быть два основных способа реализации такого направления: на местах, в эксплуатирующих предприятиях, путём определенных доработок серийных изделий и на производстве и при выпуске последующих образцов, путём совершенствования конструкций на основе эксплуатационных данных по предыдущим маши-

нам-аналогам. Но и в первом, и во втором случаях изготовитель должен знать слабые (ненадежные) места в конструкции машин, которые могут быть получены в результате анализа данных по отказам техники при работе. Таким образом, основной целью сбора информации является своевременное обеспечение полных и достоверных данных о надежности средств механизации и автоматизации и их элементов в эксплуатации.

Согласно [2] полнота информации зависит от точности описания отказов и их причин с указанием времени обнаружения отказа; внешнего проявления отказа; времени на поиск и устранение отказа; типа отказавшего элемента, детали; его места в общей конструкции; времени наработки на отказ и так далее. Система сбора и обработки информации должна обеспечить своевременное получение полных и достоверных данных о надежности машин, работающих в различных условиях эксплуатации; оперативную обработку статистических данных и представление результатов в форме, наиболее удобной для анализа надежности машин; учет и координацию мероприятий по повышению надежности, проводимых разработчиками, заводами-изготовителями и эксплуатационными организациями.

Оценка показателей безотказности любой механической системы производится на базе обработки банка данных об отказах и случаях неработоспособного состояния. При этом необходимо чёткое разграничение отказов, поломок и неисправностей, сопровождаемых состоянием временной неработоспособности.

Как известно [3, 6], работоспособным считается состояние системы, при котором значение всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической документации. При этом в качестве отказа может рассматриваться событие, когда система не может выполнять хотя бы одну из заданных функций.

Результаты сбора и обработки информации о надежности машин и средств автоматизации должны обеспечить решение следующих задач:

- нахождение причин возникновения отказов и неисправностей;
- выявление деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий, ограничивающих надежность машин;
- установление и корректировку нормируемых показателей надежности машин и их элементов;
- обоснование норм расхода запасных частей, структуры ремонтного цикла и периодичности проведения диагностирования, технического обслуживания и ремонта машин;
- выявление влияний условий и режимов эксплуатации на надежность машин;
- определение экономической эффективности мероприятий по повышению надежности машин и их элементов.

Наблюдаемые в течение длительного периода эксплуатации изделий отказы можно разделить на следующие основные группы: конструктивные, технологические, или производственные, и эксплуатационные. К группе конструктивных относятся отказы, появление которых обусловлено несовершенством конструкции изделия или его составной части, сформированные еще на стадии проектирова-

ния. К группе технологических относятся отказы, обусловленные несовершенством технологии изготовления, сборки и испытания, а также внутренними дефектами деталей. Группу эксплуатационных составляют отказы, возникающие вследствие нарушений правил технической эксплуатации. При этом в каждой составной части изделия присутствуют детали, лимитирующие её надежную и безопасную работу, определяемые как критические [4], то есть те детали, которые по совокупности свойств безотказности, долговечности и ремонтопригодности наименее надежны и могут привести к аварийной ситуации.

Используемая [5] в течение длительного периода схема расчёта показателей безотказности по результатам наблюдений в условиях эксплуатации включает фиксацию количества отказов, приходящихся на одно изделие за нормативную наработку, например за ресурс до капитального ремонта. Однако полученная таким образом характеристика не полностью отражает потенциальную безотказность изделия, обусловленную его конструкцией и технологически обеспеченную при производстве, так как по вине эксплуатации безотказность конструкций снижается определённым образом, являясь отражением уровня организации и качества выполняемых работ по сервису и текущему ремонту.

Проведение сервисных и ремонтных работ в условиях автотранспортных предприятий снижает техническую готовность автомобильного подвижного состава и соответствующим образом влияет на показатели безотказности. Как было указано авторами в работе [5], значительно влияют на показатели безотказности автомобильного подвижного состава как жёсткость условий эксплуатации, так и качество выполнения сервисных и ремонтных работ. По данным длительных, более 10 лет, наблюдений за эксплуатацией полуприцепов КЗАП-9370, проведенных авторами, установлено, что основными видами отказов полуприцепа являются трещины и разрушения элементов конструкции и сварных соединений. При этом закономерности и параметры распределения первых отказов одноименных элементов достаточно близки для всех выборок, сгруппированных по принадлежности наблюдаемых полуприцепов тому или иному транспортному предприятию. Средняя наработка между первым и вторым отказами полуприцепа колеблется по группе предприятий от нескольких тысяч до десятков тысяч километров. Нередки случаи, когда детали, постоянно отказывающие после первого ремонта в одном автотранспортном предприятии, в другом остаются работоспособными до списания полуприцепа. Очевидно, что средняя наработка на отказ в подобном случае характеризует не столько безотказность конструкции, сколько уровень материально-технического обеспечения автотранспортного предприятия, особенности технологии выполнения ремонтных работ и их качество. Изготовитель, владеющий подобными «фактическими данными реальной эксплуатации», оказывается неправильно ориентированным, а принятые им конструкторско-технологические решения – малоэффективными в эксплуатации. В дальнейшем, при разработке новой конструкции, это сказывается на прогнозе её надежности.

При принятии допущения о том, что последствия отказов транспортных единиц устраняются посредством замены отказавших элементов с полным восстановлением работоспособности по данным [6], в качестве исходных данных можно принять параметры распределения наработки до первого отказа таких элементов. Тогда на основе сводного перечня отказов полуприцепа, полученного по результатам эксплуатационных испытаний, составляется структурная модель, в которую входят только те элементы, которые имели отказы за период наблюдения, причем отказы независимые, не являющиеся следствием других отказов, приводящие к отказу полуприцепа. Элемент, отказ которого вызывает отказ полуприцепа, включается в схему надежности последовательно; если отказ полуприцепа возможен только при одновременном отказе двух или более элементов, они считаются включенными в схему параллельно. При этом модель расчета надежности представляет собой последовательное или параллельно-последовательное соединение элементов, предполагающее, что отказ одного элемента приводит к отказу системы в целом.

Вследствие принятых предположений о независимости отказов элементов и об их влиянии на работоспособность изделия поток отказов последнего H(l) определяется суммой потоков отказов его элементов (при последовательном соединении) или суммой потоков отказов блоков элементов (при параллельно-последовательном соединении, когда модель представляет собой последовательное соединение блоков, состоящих из параллельно соединенных элементов); при этом поток отказов блока формируют только моменты одновременных отказов всех составляющих его элементов. Математическое ожидание числа

отказов изделия в течение наработки l согласно [6] составляет

$$H(l) = \sum_{i=1}^{N} n_i H_i(l),$$

где n_i — число последовательно соединенных элементов (блоков) i-го типа;

 $H_i(l)$ — математическое ожидание числа отказов элементов (блоков) i-го типа за наработку l;

N-число типов элементов (блоков) в изделии.
 Расчетная структурная схема надежности полуприцепа [6], построенная по результатам первичной обработки наблюдений по каждому виду отказа (с приведением наработок к единым условиям эксплуатации и оценкой однородности выборок), представляет собой последовательное соедине-

ставляет собой последовательное соединение элементов, потоки отказов которых характеризуют функции распределения $F_l(l)$. Для ординарных потоков без последействия

$$H_i(l) = \sum_{l=1}^{\infty} F_{ji}(l),$$

где $F_{ji}(l)$ — функция распределения наработки i-го элемента до j-го отказа.

Функция $H_i(l)$ удовлетворяет интегральному уравнению

$$H_i(l) = F_i(l) + \int_{0}^{l} H_i(l-x)dF_i(x)$$

ИЛИ

$$H_i(l) = F_i(l) + \int_{O}^{l} H_i(l-x) f_i(x) dx,$$

учитывая, что dF(x) = f(x)dx.

Данные решения рассматриваются для случаев, когда распределение наработки элементов до первого отказа подчиняется закону экспоненциальному, нормальному, логарифмически-нормальному, гамма или является композицией двух экспоненциальных законов. Для оценки интеграла при распределении наработки до отказа по закону Вейбулла (таких элементов полуприцепа оказалось подавляющее большинство - петли бортов, задние кронштейны, листы рессоры и др.) использован численный метод трапеций [7]: интервал интегрирования (0, l) разбивается на n интервалов величиной $\Delta x(l = k\Delta x)$; интеграл заменяется функцией, выраженной в конечном виде

$$\int_{0}^{l} F(l-x)f(x)dx \approx F(\Delta x k) =$$

$$= \Delta x \sum_{m=1}^{k-1} F\left[\Delta x (k-m)\right] f\left(\Delta x m\right).$$

Таблица 1

Показатели безотказности полуприцепа

Наименование составной части полуприцепа	Наработка на отказ L_{o} , тыс. км
Борта и элементы их фиксации	135
Рама	243
Опорный лист со шкворнем	340
Опорное устройство	260
Подвеска	130
Колеса с тормозными устройствами	105
Электрооборудование	380
Держатель запасного колеса	395
Полуприцеп в целом* $L_o = \left[\sum_{i=1}^{8} \frac{1}{L_{oi}}\right]^{-1}$	24,5

П р и м е ч а н и е . *Показатель безотказности L_o полуприцепа и его составных частей определен при наработке l=350 тыс. км.

 Таблица 2

 Показатели безотказности рамы полуприцепа на пробеге 350 тыс. км

Составная часть рамы	Вид отказа составной части	Ожидаемое число отказов <i>H(l)</i>	Наработка на отказ L_{o} , тыс. км
Обвязка Задняя поперечина Центральная поперечина Крайняя поперечина	Трещины на стыке (в сварном соединении) двух частей Поперечные трещины Проседание Разрушение сварного соединения с лонжеронами Разрушение сварного соединения с лонжеронами	0,229 0,257 0,262 0,323 0,370	1525 1360 1335 1080 946
Рама в целом	$L_{o.p.} = \frac{l}{\sum_{i=1}^{5} H_i}$	$\frac{1}{(l)} = \left[\sum_{i=1}^{5} \frac{1}{L_{oi}}\right]^{-1} 1,4$	441 243

Подставляя функцию и плотность распределения Вейбулла, производится вычисление функции $F(\Delta xm)$ до тех пор, пока при некотором значении m величина её не станет менее наперед заданного малого числа a, например 10^{-4} , где a — погрешность от k-кратной свертки функции $F_i(l)$. С вероятностью 1— α можно утверждать, что за время t число отказов H(l) не превысит $\sum_{m+1}^{m+1} F_l(l)$.

Аналогичным образом определяется величина H(l) элемента для любого иного закона распределения.

При больших величинах наработки l можно воспользоваться приближенной формулой [8]

$$H(l) \approx \frac{l}{L_{cp}} + \frac{\sigma^2}{2L_{cp}^2} - \frac{1}{2},$$

где L_{cp} и σ^2 — соответственно средняя наработка до отказа элемента и дисперсия.

Практически это соотношение оказывается справедливым при наработке $l \ge 1,5L_{co}$.

Расчетная структурная схема надежности полуприцепа КЗАП-9370 включает восемь последовательно соединенных функционально независимых составных частей (табл. 1), каждая из которых в свою очередь состоит из ряда последовательно соединенных элементов, лимитирующих надежность. Например, в схему надежности рамы (табл. 2) вошли четыре конструктивных элемента (обвязка, задняя, центральная и крайняя поперечины), лимитирующих её надёжность. При этом у одного из элементов (обвязки рамы) наблюдались отказы двух видов (трещины в сварном соединении частей обвязки и поперечные трещины в обвязке), следовательно, схема надежности рамы включает пять элементов. Для каждого из ненадежных элементов по результатам наблюдений за отказами определены вид и параметры закона распределения наработки до отказа. В двух случаях, связанных с износом, установлен нормальный закон распределения, в остальных, связанных с восприятием деталями напряжений изгиба и кручения, установлен закон Вейбулла [9]. Во всех случаях наработка на отказ определялась на пробеге 350 тыс. км, рассматриваемом в виде нормативного ресурса полуприцепа.

Результаты расчета, представленные в табл. 1 и 2, получены для выборки из 59 подконтрольных полуприцепов, приписанных к восьми транспортным предприятиям Центрально-Черноземной зоны. Во всех рассматриваемых случаях в качестве основной проблемы выступает значительная разность в наработке на отказ как отдельных элементов сборного узла, например рамы, так и отдельных составных частей конструкции полуприцепа.

В сравнении с аналогичными данными, приведенными в работе [5], характерными для условий транспортной работы полуприцепов в горных условиях, можно заключить, что на показатели безотказности значительное влияние оказывают как нагрузочные условия эксплуатации, так и качество сервисных и ремонтных работ.

Разработанная система расчёта показателей безотказности полуприцепов позволяет на стадии сервисных и ремонтных работ принимать решения по планированию закупок запасных частей, а также определять нормативные значения наработок узлов полуприцепов и сроков их эксплуатации.

Разработанные методы оценки безотказности позволяют в эксплуатации осуществлять оценку эффективности сервисных работ и действий по модернизации некоторых узлов полуприцепов после учёта второго и последующего отказов конкретного узла, в пределах так называемых «усечённых выборок», а не с назначения начальных усло-

вий наблюдений после последующего отказа, что обеспечивает большую точность в расчётах. Пользуясь данными показателей безотказности исследуемых систем, производитель может оценивать нагрузочные условия работы изделий, а также качество выполнения сервисных работ по техническому обслуживанию. Кроме этого, по результатам длительной эксплуатации можно устанавливать закономерности влияния превышения допустимых нагрузок на детали и узлы системы на показатели наработки на отказ системы и частоту отказов.

Список литературы

- 1. ГОСТ Р 27.002-2009 Надёжность в технике. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2010. 24 с.
- 2. ГОСТ Р 27.403 Надёжность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы. М.: Стандартинформ, $2010.-22~\mathrm{c}.$
- 3. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надёжности [Текст] / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. М.: Наука, 1965.-524 с.
- 4. Гулиев Ф.Г. Расчётная модель прогнозирования зарождения трещин в тормозном барабане грузового автомобиля [Текст] / Ф.Г. Гулиев. М.: Автомобильная промышленность, 2009. № 1. С. 36–37.
- 5. Волков В.С. Оценка безотказности полуприцепов КЗАП-9370 при эксплуатации в горных условиях [Текст] / В.С. Волков, В.К. Магомедов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т. 5, № 12. С. 167—169.
- 6. Дорохов А. Обеспечение надежности сложных технических систем [Текст] / А. Дорохов, В. Кеножицкий, А. Миронов, О. Шестопалов. СПб.: Издательство «Лань», 2010. 352 с.
- 7. Бараш А.Л. Основы надёжности машин [Текст]: учеб. пособие / А.Л. Бараш и др. Балашиха: ВТУ, 2004. 130 с.
- 8. Зотова Л.В. Критерий эффективной долговечности и надёжности техники [Текст] / Л.В. Зотова. М.: Экономика, 2011.-102 с.
- 9. Надёжность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах. Справочное издание / Математические методы в теории надёжности и эффективности, Т. 2 [Текст] // Под общ. редакцией Б.В. Гнеденко. М.: Машиностроение, 1987. 281 с.

УДК 624.04

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА: ОБОСНОВАНИЕ ДЕМОНТАЖА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Гарькина И.А., Гарькин И.Н.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, e-mail: igor_garkin@mail.ru

В работе на основе собственного опыта при проведении технической экспертизы состояний зданий и сооружений указываются проблемы и пути их решения при выполнении обследования. Разрабатывается механизм по выводу из эксплуатации и снятию с баланса зданий и сооружений, отработавших свой технический ресурс. Приводится алгоритм выполнения обследования строительных конструкций в форме технической экспертизы для обоснования демонтажа (ликвидации) зданий и сооружений. Детально рассматривается каждый этап проведения экспертизы, даются рекомендации к содержанию итогового заключения и составу экспертной комиссии. Предлагаются методики для определения общей оценки повреждаемости строительных конструкций зданий и их физического износа. Приводятся реальные примеры технической экспертизы сооружений, находящихся в различных (работоспособном, ограниченно работоспособном, аварийном) состояниях. Даются рекомендации к дальнейшим действиям после проведения технической экспертизы.

Ключевые слова: техническая экспертиза, строительные конструкции, здания и сооружения, демонтаж, аварийное состояние, обрушение, ликвидация здания

TECHNICAL EXPERTISE: SUBSTANTIATION OF DISMANTLING OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Garkina I.A., Garkin I.N.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: igor garkin@mail.ru

In work on the basis of own experience at carrying out of technical examination of conditions of buildings and constructions problems and ways of their decision at performance of inspection are specified. A mechanism is being developed to decommission and remove from the balance of buildings and structures that have worked their technical resources. An algorithm for performing a survey of building structures in the form of technical expertise to justify the dismantling (liquidation) of buildings and structures is given. Each stage of the examination is examined in detail, recommendations are given for the content of the final report and the composition of the expert commission. Methods are proposed for determining the overall assessment of the damage to building structures and their physical deterioration. Real examples of technical expertise of structures located in various (operable, limited operational, emergency) conditions are given. Recommendations are given for further actions after technical expertise.

Keywords: technical expertise, building constructions, buildings and structures, defects, basement, foundation, cracks, basement deformation

В настоящее время на балансе муниципальных образований и подведомственных им учреждений числится значительное количество объектов капитального строительства, коммунальной инфраструктуры, частично разрушенных сооружений и неэксплуатирующихся объектов. Их обслуживание занимает существенные статьи местных бюджетов и требует проведения различных мероприятий по их содержанию (оформление разрешительной документации, обучение обслуживающего персонала и т.д.). Соответственно, назрела необходимость выработать механизм по выводу из эксплуатации и снятию с баланса зданий и сооружений, отработавших свой технический ресурс.

Одним из способов обоснования сиятия с баланса и последующего демонтажа здания является проведение обследований строительных конструкций в форме технической экспертизы [1–3]. К основным целям такой экспертизы можно отнести:

- оценку технического состояния конструкций;
- расчет остаточного ресурса здания (сооружения);
- возможность и целесообразность реконструкции;
- оценку возможности и рентабельности капитального ремонта.

Для достижения этих целей (в зависимости от объекта экспертизы), исходя из собственного опыта, рекомендуется применять следующий алгоритм действий:

- заключение договора с муниципальным образованием;
- оценка имеющейся проектной и эксплуатационной документации;
- визуальный осмотр строительных конструкций;
 - инструментальный осмотр;
- лабораторные испытания строительных материалов (при необходимости);
- выполнение проверочных расчётов на несущую способность;

- составление отчёта по результатам экспертизы;
- составление акта о состоянии здания (сооружения).

Разберём более детально данные пункты. Во-первых, к работе по технической экспертизе допускаются только специалисты, имеющие необходимую квалификацию в области обследования строительных конструкций; для выполнения такого рода работ требуется комиссия минимум из двух человек, которые должны быть официально трудоустроены в организацию, имеющую свидетельство СРО в области проектирования (пункт обследования строительных конструкций). Предполагается, что один из членов комиссии должен быть экспертом именно в той области, к которой относится объект экспертизы. Например, при обследовании линий электропередач второй эксперт – инженер-электрик, при обследовании объекта водоснабжения - инженер водоснабжения и водоотведения и т.д. Специалисты имеют право начинать работу только после заключения официального договора и прохождения инструктажа по технике безопасности.

При анализе документации особое внимание необходимо уделять наличию сведений о годе ввода в эксплуатацию, проведении текущих и капитальных ремонтов, реконструкции здания (такие сведения помогут найти наиболее уязвимые места в сооружении). Помимо документации на здание имеет смысл ознакомиться с документацией технических устройств, применяемых в здании (сооружении): технические паспорта на грузоподъёмные механизмы, режимные карты котлов и т.д. Данные полученные из документов на оборудование позволят оценить дополнительные условия воздействующие на строительные конструкции обследуемых зданий.



Рис. 1. Водонапорная башня



Рис. 2. Здание склада



Рис. 3. Железобетонная труба



Рис. 4. Кирпичная труба





Рис. 5. Исследуемая водонапорная башня (изъятие образцов для испытаний)

Таблица 1 Результаты испытаний образцов керамического кирпича

№ образца	Размеры, см		М	Разрушающе	ее усилие, кгс	Предел про	очности, МПа
	l	b	h	на	на	на	на
				изгиб	сжатие	изгиб	сжатие
1	25,9	12,8	5	130	5400	1,2	8,3
2	25,9	11,9	5,3	210	8500	1,8	13,2
3	25,7	12,5	5,9	270	47500	1,8	63,2
4	25,9	12,4	5,7	220	6000	1,6	8,3
5	25,9	12,2	5,8	190	6000	1,4	8,3

При визуальном осмотре главное внимание направлено на состояние несущих элементов каркаса здания (колонны, несущие стены, балки, фермы и т.д.). В случае значительного разрушения всех (или части) данных элементов или когда объект экспертизы фактически существует только на бумаге, логичным будет сразу оформлять заключение, акт о непригодности здания к эксплуатации и рекомендации к дальнейшему демонтажу оставшихся от сооружения конструкций. Так, например, при проведении экспертизы металлической водонапорной башни (Нижнеломовский район Пензенской области; рис. 1) или склада (Земетчинский район Пензенской области; рис. 2), визуально очевидно, что эти объекты находятся в аварийном состоянии. В этих случаях существенным плюсом к заключению об экспертной оценке будет являться проект на демонтаж объекта (куда необходимо включить проект производства работ, необходимые технологические карты и т.д.).

В тех случаях, когда визуально однозначно нельзя утверждать о пригодности или непригодности здания к эксплуатации, имеет смысл приступить к инструментальному осмотру (используются нивелир, теодолит, тахеометр, переносной измеритель прочности материала и др. для более детального определения состояния материалов). Так, при экспертизе дымовых труб (в Пензенской области и Республике Чувашия, рис. 3, 4) крен трубы был выяснен лишь с помощью тахеометра. В случае необходимости образцы изымаются для дальнейших лабораторных испытаний [4]. Например, при обследовании конструкций кирпичной водонапорной башни (Пензенская область, рис. 5) была изъята партия образцов для дальнейшего лабораторного испытания (в частности, они дали необходимые значения для выполнения корректного проверочного расчёта на несущую способность) [5].

Или при выполнении технической экспертизы здания одного из общественных зданий в г. Пензе (строение начала XX века), выполнение лабораторных испытаний было одним из требований заказчика. В ходе испытаний определялась марка кирпича (фундамента и стен) лабораторным путём (разрушающим методом, состоящим в уничтожении под прессом образцов, изъятых в ходе обследования) и анализировалась его способность воспринимать действующие нагрузки. Результаты приведены в табл. 1.

После определения значений предела прочности при сжатии и изгибе по та-

блице 7 документа «Межгосударственный стандарт ГОСТ 530-2012» определялась марка кирпича. Проведенные испытания позволили оценить остаточную прочность кирпича на уровне не ниже М 100, что даёт основания полагать, что уровень «усталости» материала (кирпича) не снизил марку изделия и, как следствие, не влияет на несущую способность конструкций. Испытания (в случае необходимости) проводятся и для элементов металлических и деревянных изделий и конструкций.

Проверочные расчёты могут выполняться как вручную, так и с помощью автоматических вычислительных комплексов (SCAD, ЛИРА). В обязательном порядке выполняется расчёт остаточного ресурса. Предлагается несколько методик расчёта.

Общая оценка повреждаемости строительных конструкций сооружения (разработчик методики ООО «Урал профи», более подробно рассмотрена в работе [6]) производится через отдельные виды строительных конструкций по формуле

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 \dots + \alpha_i \varepsilon_i}{\alpha_1 + \alpha_2 \dots + \alpha_i},$$

где $\varepsilon_1, \, \varepsilon_2 , \dots \, \varepsilon_i$ — максимальные повреждения отдельных видов конструкций;

 $\alpha_1, \ \alpha_2, \dots \ \alpha_i$ — коэффициент значимости отдельных видов конструкций.

Относительная оценка повреждаемости строительных конструкций сооружения производится по формуле

$$\gamma = 1 - \gamma$$
.

Постоянная износа определяется по данным обследования:

$$\lambda = \frac{-\ln \gamma}{t}$$

где t — срок эксплуатации в годах на момент обследования (принимается от года постройки).

Срок службы строительных конструкций сооружения с начала эксплуатации до капитального ремонта определяется по формуле (в годах):

$$t = \frac{0.16}{\lambda}.$$

Срок службы строительных конструкций сооружения с начала эксплуатации до аварийного состояния определяется по формуле, в годах:

$$t = \frac{0,22}{\lambda}.$$

Проиллюстрируем применение методики определения общей оценки повреждаемости строительных конструкций на примере одного из зданий цеха г. Пензы.

Общая оценка повреждаемости:

$$\varepsilon = \frac{3*0,1+2*0,2+8*0,1+7*0,1+4*0,1+2*0,2}{2+3+7+8+4+2} = 0,1153.$$

Относительная оценка повреждаемости:

$$\gamma = 1 - 0.1153 = 0.8847.$$

Постоянная износа, определяемая по данным обследования:

$$\lambda = \frac{-\ln 0,8847}{60} = 0,0023.$$

Срок службы строительных конструкций с начала эксплуатации до капитального ремонта (лет):

$$t = \frac{0.16}{0.0023} = 70.$$

Остаточный ресурс равен разности срока службы строительных конструкций от начала эксплуатации до капитального ремонта и количества эксплуатируемых лет:

$$70 - 60 = 10$$
.

Срок службы строительных конструкций с начала эксплуатации до аварийного состояния:

$$t = \frac{0,22}{0,0023} = 95.$$

Остаточный ресурс равен разности срока службы с начала эксплуатации до аварийного состояния и количества эксплуатируемых лет:

$$95 - 60 = 35$$
.

На этом основании был сделан следующий вывод, что остаточный ресурс строительных конструкций здания цеха составляет 10 лет до капитального ремонта и 35 до аварийного состояния.

Физический износ здания определяется по формуле

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^n \Phi_{ki} \cdot l_i,$$

где Φ_3 — физический износ здания, %; Φ_{ki} — физический износ отдельной конструкции, элемента или системы, %; l_i — коэффициент,

соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, элемента или системы в общей восстановительной стоимости здания; n — число отдельных конструкций, элементов или систем в здании.

При спорных ситуациях, возникающих в случае несогласия собственников здания, органов государственной власти и т.д. с решением экспертной комиссии, проводится повторная экспертиза. В случае наличия нескольких экспертиз

Таблица 2 Определение физического износа здания элеватора

Наименование элемента со-	Удельный вес конструктив-	Удельный вес конструктивного	Расчетный удельный вес		еский износ элементов сооружения,%	
оружения	ного элемента по сборнику № 28,%	элемента по при- ложению 2 ВСН 53-86 (р),%	элемента,%	По результа- там натурного обследования	Средневзвешенное значение	
Фундаменты	4	9	20	15	3	
Пол	11	10	5	15	0,45	
Отмостка	3	20	5	25	1,25	
Ограждающие конструкции	43	86	25	25	6,25	
Колонны	5	73	25	20	5	
Стропильные конструкции	16	45	20	20	4	
Кровля	7	25	10	20	2	
Итого физическ	21,95					

К примеру, приведём определения физического износа здания элеватора в Кузнецком районе Пензенской области (табл. 2). В результате расчёта здание соответствует категории «работоспособное».

После выполнения всех этапов экспертизы составляется заключение (отчёт). Состав отчёта варьируется от технического задания заказчика, но в обязательном порядке отчет должен содержать: сведения о заказчике, исполнителе, специалистах состоящих в комиссии, сведения об объекте экспертизы, техническое задание, описание всех конструкций (с указанием дефектов), акты лабораторных испытаний, необходимые расчёты, копии свидетельств, поверок. Помимо этого может указываться оценочная стоимость сооружения, опись материалов и оборудования, рекомендации к дальнейшей эксплуатации и т.д.

При вынесении решения об аварийном состоянии зданий (сооружений) следует привести рекомендации по выполнению либо капитального ремонта (или реконструкции) здания, либо его демонтажа (ликвидации), либо консервации здания [7]. Перед выполнением каждого из видов рекомендуемых работ необходимо разработать специальный проект организацией, имеющей необходимые для этой работы допуски и сертификаты.

с разными результатами, окончательное решение принимается коллегиально органом исполнительной власти, ответственным за эксплуатацию объекта. Или материалы всех экспертиз передаются в суд, и решение принимается в судебном порядке.

Вовремя проведенная техническая экспертиза может служить законным основанием для снятия с баланса и дальнейшего демонтажа зданий и сооружений или может указать на имеющиеся резервы для дальнейшей их эксплуатации. При чём для целевого использования в дальнейшем строительных материалов, полученных при демонтаже зданий и сооружений, в заключении составляется ведомость материалов доступных для вторичного использования.

С помощью выработанного механизма по выводу из эксплуатации и снятию с баланса зданий и сооружений, отработавших свой технический ресурс, возможно значительно снизить материальные издержки при эксплуатации неработающих зданий и сооружений.

Техническая экспертиза по признанию аварийными жилых зданий является схожей по типу, однако имеет свою специфику и будет рассмотрена в следующих статьях.

Список литературы

- 1. Гарькин И.Н., Гарькина И.А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13139 (дата обращения: 25.05.2017).
- 2. Ерёмин К.И., Шишкина Н.А. Обзор аварий и сооружений, произошедших в 2010 году // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сборник научных трудов. Магнитогорск: ООО «Велд», 2011. С. 1–20.
- 3. Клюев С.В., Клюев А.В. Пределы идентификации природных и инженерных конструкций // Фундаментальные исследования. 2007. N $\!_{2}$ 12—2. C. 68—70.

- 4. Нежданов К.К., Гарькин И.Н. Испытание неразрезных подкрановых балок на выносливость // Региональная архитектура и строительство. 2016. № 2. C. 81–86.
- 5. Бакушев С.В., Зернов В.В., Подшивалов С.Ф. Опыт обследования кирпичных стен // Региональная архитектура и строительство. -2011. № 2. С. 96—103.
- 6. Голубев К.В., Шестакова Е.А. Особенности определения остаточного ресурса зданий и сооружений исторической застройки // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1.; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=19588 (дата обращения: 25.05.2017).
- 7. Гарькина И.А., Гарькин И.Н. Проекты консервации опасных производственных объектов // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. -2016. -№ 2(3). -C. 37–40.

УДК 621.3.049.771.14

УЧЕТ СТРУКТУРНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Геворгян А.М., Курочкин А.А.

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Москва, e-mail: argevman@yahoo.com

В современных полупроводниковых технологических процессах из-за уменьшения размеров отклонения параметров элементов значительно растут, а влияние изменения напряжения питания и температуры становится более значительным. В этих условиях продуктивным способом временных проверок для цифровых схем является только использование статистических методов. Таким методом является статистический статический метод временного анализа. В данной статье предлагается метод учета структурных корреляций при помощи специальных списков зависимостей. В этих списках сохраняются все вершины соответствующего графа схемы и список вершин, от которого зависит данная вершина. Для уменьшения машинных временных затрат также дается возможность сокращения данного списка. В ходе экспериментов были получены результаты, которые подтверждают эффективность данного метода учета структурных корреляций по сравнению с другими известными методами.

Ключевые слова: статистический статический временной анализ, структурная корреляция, максимум статических данных, функция интегрального распределения

ACCOUNT OF STRUCTURAL CORRELATIONS IN MODERN VERY LARGE SCALE INTEGRATION

Gevorgyan A.M., Kurochkin A.A.

National Research University of Electronic Technology (MIET), Moscow, e-mail: argevman@yahoo.com

In modern semiconductor technological processes, due to the decrease in the size of the deviation of the parameters of the elements, they grow significantly, and the effect of the change in the supply voltage and temperature becomes more significant. In these conditions, the use of statistical methods is a productive way of temporary checks for digital circuits. This method is a statistical static method of time analysis. In this article, we propose a method for taking into account structural correlations using special lists of dependencies. These lists store all the vertices of the corresponding graph of the scheme and the list of vertices on which the given vertex depends. To reduce the machine time costs, it is also possible to reduce this list. In the course of the experiments, results were obtained that confirm the effectiveness of this method of accounting for structural correlations in comparison with other known methods. In modern semiconductor technological processes, the deviation of the parameters of the elements is significantly increased due to the decrease in dimensions, and the effect of the change in the supply voltage and temperature becomes more significant. In these conditions, the use of statistical methods is a productive way of temporary checks for digital circuits. This method is a statistical static method of time analysis. In this article, we propose a method for taking into account structural correlations using special lists of dependencies. These lists store all the vertices of the corresponding graph of the scheme and the list of vertices on which the given vertex depends. To reduce the machine time costs, it is also possible to reduce this list. During the experiments, results were obtained that confirm the effectiveness of this method of accounting for structural correlations in comparison with other known methods.

Keywords: statistical static time analysis, structural correlation, maximum of static data, integral distribution function

Продолжающееся масштабирование в современных субмикронных технологиях вызывает трудности проектирования цифровых интегральных схем (ИС). Возрастание технологических отклонений (ТО), характерных для 28 и более низких нанометровых технологий, усложняет процесс верификации результатов проектирования ЙС. Как известно, развитие интегральных схем направлено на улучшение следующих основных параметров – уменьшение площади кристалла, расходов потребляющей мощности, напряжения питания, порогового напряжения, размеров отдельных электрических и геометрических компонентов [1]. Неучет ТО во время проектирования и верификации приводит к неисправности ИС, возрастанию вероятности возвращения с производства на проектирование, а также к другим негативным явлениям и, как следствие, к уменьшению процента выхода годных и, следовательно, прибыли [2]. Как правило, средства, предназначенные для уменьшения ТО, приводят к резкому возрастанию площади, потреблению тока, что и усложняет проектирование [3]. После проектирования ИС производится, но в каждой ИС происходят отклонения значений параметров, из-за неидеальности производящих приборов и процессов производства [4]. Кроме этого, каждая ИС находится в отдельной рабочей среде, в зависимости от места и цели использования. Факторы рабочей среды (температура, напряжение питания, рабочая нагрузка), влияя на ИС, меняют значения ее параметров. Чтобы ИС соответствовала техническим заданиям, необходимо, чтобы проектировщик учел все указанные факторы.

Основным методом временного анализа (ВА) цифровых ИС является статический временной анализ (СВА), так как потребляемое время с увеличением размеров ИС увеличивается линейно [5]. При СВА схема разбивается на отдельные пути, после этого производится анализ времен установления и удержания. Для моделирования МС разбросов используется метод наилучших (НЛ) и наихудших (НХ) случаев, когда все транзисторы внутри одного ИС одновременно имеют самую большую или самую маленькую задержку. Однако с возрастанием влияния ТО эффективность этого метода резко уменьшается, так как разбросы параметров транзисторов уже не монотонны и не гарантируют получения крайних значений задержек. Для этого нужно учитывать десятки и даже сотни комбинаций разных параметров, что связано с большими затратами как машинных, так и человеческих ресурсов.

В современных интегральных схемах единственным продуктивным способом учета ТО является использование статистических моделей, когда каждому параметру присваивается не отдельное значение отклонения, а разброс, описываемый рассеиванием. Несмотря на то, что для отдельных транзисторов существуют такие модели, для оценки задержки в цифровых ИС их непосредственное использование нецелесообразно. Причинами являются необходимость больших машинных ресурсов и временных затрат, а также невозможность применения этих моделей в типовом маршруте проектирования цифровых ИС.

В данной статье предлагается метод улучшения статистического статического временного анализа (ССВА) при учете в структурных корреляциях.

К основным операторам, используемым во время статистического статического временного анализа (ССВА), относятся операторы суммирования и максимума статистических данных (ССД и МСД) [6]. ССД используется во время суммирования задержки стандартной ячейки с входным временем поступления, а МСД — для выбора максимальной задержки на выходе многовходовой ячейки [7]. Для двухвходовой ячейки «И» с входами *i*, *j* и выходом о задачу СВА можно сформулировать в виде [8]:

$$A_0 = \max(A_i + D_{i0}, A_j + D_{i0}), \tag{1}$$

где A_i , A_j и A_0 — времена поступления сигналов соответственно на входы и выход; D_{i0} — D_{j0} — задержки от входов до выхода.

Известно, что если A_m — максимум входных времен поступлений A_i и A_i , то функция интегрального распределения [9] (ФИР) A_m может быть представлена в виде

$$C_{m}(t) = C_{i}(t) \cdot C_{i}(t), \tag{2}$$

где $C_i(t)$ и $C_j(t)$ — ФИР переменных A_i и A_j . Важно отметить, что (2) действительно только в случае независимости переменных A_i и A_j и только при использовании ФИР.

Но в действительности в структурах цифровых схем почти всегда бывают случаи, когда пути, которые начинаются с одной точки, разделяются, а потом снова соединяются, вызывая структурные корреляции. На рис. 1 показан пример такой схемы. Для этого случая (2) больше не действует.

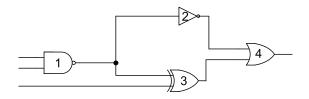


Рис. 1. Пример схемы со сходящимися разветвлениями

Здесь времена поступления на входы ячейки «4» зависимы от выхода «1». В таком случае имеет место структурная корреляция, когда отклонение задержки общей части влияет на ячейки «2» и »3», а потом — и на выход «4». Это приводит к излишнему пессимизму при оценке отклонения задержки [6]. Время поступления на выход определяется с помощью (3). Если $A_i = A_c + D_1$, а $A_j = A_c + D_2$, где A_c — общая часть задержки, а D_1 и D_2 — отдельные части, то с учетом того, что A_c имеет константное значение, выражение (3) можно преобразовать следующим образом:

$$A_o = A_c + \max(D_1 + D_{io}, D_2 + D_{jo}).$$
 (3)

Поскольку переменные D_1 , D_{io} , D_2 и D_{io} независимы, то с использованием (2) выражение (3) можно представить в виде

$$C_o = C_c * \left[\left(C_1 * D_{io} \right) \cdot \left(C_2 * D_{jo} \right) \right]',$$
 (4)

где C_{ε} , C_{1} и C_{2} — ФИР общей и отдельных частей соответственно. Полученное уравнение помогает учитывать корреляции, но только при простых схемах, когда один выход имеет два разветвления. На практике схемы и зависимости более сложны (рис. 2).

Вход ячейки «С5» зависит от соединений *А*, *В*, *С* и *D*. Каждое из них формулирует определенные подпути к входу «С5». Для вычисления времени поступления на выходе следует учитывать все эти зависимости. Предложенный алгоритм вычисления времени поступления с учетом структурных корреляций приведен на рис. 3.

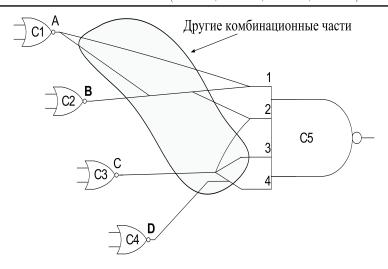


Рис. 2. Общий случай сходящихся разветвлений в цифровых ИС

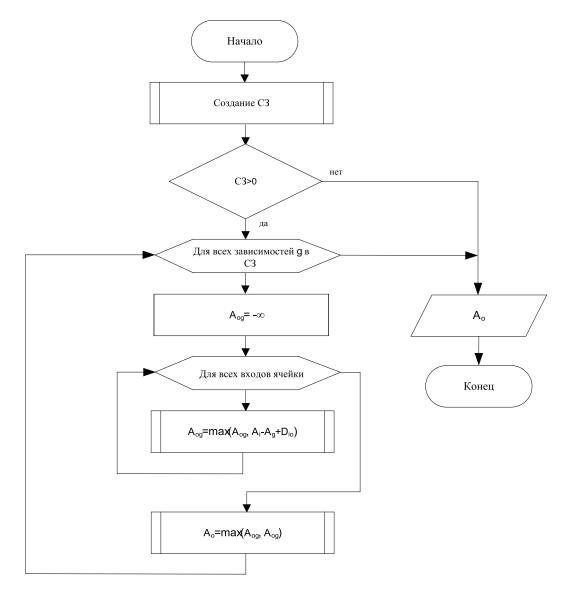


Рис. 3. Предложенный алгоритм вычисления времен поступления с учетом структурных корреляций

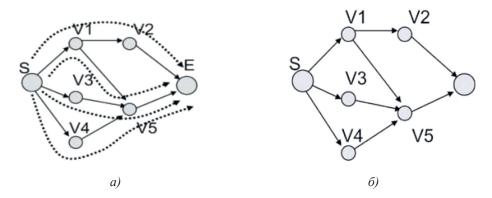


Рис. 4. Иллюстрация метода решения МСД для отдельных ячеек (а) и путей (б)

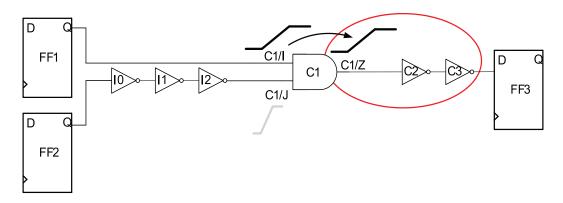


Рис. 5. Иллюстрация выбора максимального фронта для отдельных ячеек

Предлагается создать список зависимостей (C3), где бы сохранились все вершины соответствующего графа схемы и список вершин, от которого зависит данная вершина. В списке вершины сортируются согласно их уровням, то есть самые близкие вершины соответствуют самому высокому уровню. Так как использование полного СЗ связано с большими машинными затратами, дается возможность ограничить его способом удаления вершин с нижних уровней СЗ. Используя алгоритм для рис. 3, первый и третий входы «C5» будут рассматриваться зависимыми только от В, а второй и четвертый – от С, так как В и С находятся на более высоком уровне в СЗ. После этого времена поступления вычисляются с помощью (4) и, как независимые переменные, используются в (2) для решения МСД. При вычислении МСД использован метод, основанный на отдельном вычислении максимума для каждой ячейки (рис. 4, а). Это позволяет сократить машинное время в среднем в три раза по сравнению с методом вычисления МСД всех путей (рис. 4, б). Несмотря на то, что данный метод позволяет уменьшить временные затраты, он более пессимистичен с точки зрения оценки задержки схемы.

На рис. 5 показан пример схемы с многовходовой ячейкой. При выборе максимального фронта на входе «С1» выбирается фронт входа I, который будет дальше распространяться в схеме и определять дальнейшие значения задержек. От этих значений зависит выбор критического пути схемы. Если в конечном итоге критическим путем окажется путь от FF2 до FF3, то эта оценка будет пессимистичной, так как в рабочем режиме фронт сигнала от FF2 до FF3 более короткий.

С целью уменьшения пессимизма оценки предложена методика, позволяющая в вышеописанных случаях перейти к отдельному вычислению МСД для определенных критических путей.

Выполняется перерасчет времени для отдельного пути, в результате чего временной запас для данного критического пути увеличивается. Это, в свою очередь, сокращает число итераций от ВА до проектирования и ручных изменений схемы. Данная методика перерасчета временных задержек эффективна в случае больших схем, так как вероятность пессимистичного вычисления МСД увеличивается с ростом сложности схемы.

Таблица 1 Точность учета структурных корреляций по сравнению с другими методами

Схема		Задеря	кка, пс	Ошибка по с	равнению с HSPICE, %
	Метод 1 [6]	HSPICE	Предложенный метод	Метод 1	Предложенный метод
C432	758	770	741	1,56	3,77
C1908	1387	1426	1350	2,73	5,33
C2670	1749	1795	1711	2,56	4,68
C3540	4181	4278	4062	2,26	5,04
C7552	8640	8863	8377	2,51	5,48

Таблица 2 Сравнение быстродействия учета структурных корреляций

Схема	Быстродействие, раз			
	По сравнению с методом 1	По сравнению с HSPICE		
C432	2,30	3,20		
C1908	2,61	3,25		
C2670	2,45	4,45		
C3540	2,19	5,41		
C7552	4,52	6,17		

Выводы

Сравнение точности и быстродействия структурных корреляций данного метода приведено в табл. 1 и 2. Для сравнения были выбраны схемы из набора ISCAS-89.

Эффективность предложенного в статье метода была сравнена с программной реализацией на данный момент широко используемым методом 2, а также была сравнена с результатами моделирования HSPICE Монте-Карло, когда учитываются структурные корреляции.

Предлагаемый подход вычисления структурной корреляции позволяет при допустимой точности значительно увеличить скорость расчета временных проверок.

Список литературы

1. Pang L.-T., Nicolic B. Measurements and Analysis of Process Variability in 90 nm // IEEE Journal of Solid-State Circuits. – 2009. – Vol. 44. – P. 1655–1663.

- 2. The International Technology Roadmap for Semiconductors: design report, 2010.
- 3. Parametric Yield-Aware Sign-off Flow in 65/45nm / B.-S. Kim, B.-H. Lee, H.-B. Choi et al // International SoC Design Conference. Busan, 2008. P. 74–77.
- 4. Pang L.-T., Nicolic B. Measurements and Analysis of Process Variability in 90 nm // IEEE Journal of Solid-State Circuits. 2009. Vol. 44. P. 1655–1663.
- 5. Bhasker J., Chadha R. Static Timing Analysis for Nanometer Designs: A Practical Approach. Springer, 2009. 592 p.
- 6. Короленко П.В. Основы статистических методов в оптике. М.: Университетская книга, 2010.-163 с.
- 7. Aftabjahani S.-A., Milor L. Fast Variation-Aware Statistical Dynamic Timing Analysis // World Congress on Computer Science and Information Engineering. Los Angeles, 2009. P. 488–492.
- 8. Abu M. Baker, Max Operation in Statistical Static Timing Analysis on the Non--Gaussian Variation Sources for VLSI Circuits. Doctoral dissertation. University of Nevada, Las Vegas, 2013. P. 59–62.
- 9. Иванов С.А. Моделирование процессов коммуникации в научном сообществе: Устойчивые статистические распределения в коммуникационных системах. – М.: Либроком, 2010. – 120 с.

УДК 004.942:519.688/.63

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ АНСАМБЛЕЙ ВЫДЕЛЕНИЙ НЕСКОЛЬКИХ СОСТАВОВ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМАХ С РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕМ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1,2Горбачев И.И., 1,2Попов В.В., 1Пасынков А.Ю.

¹Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: gorbachev@imp.uran.ru;

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург

Разработан новый метод моделирования эволюции полидисперсного ансамбля карбонитридных частиц в сталях. Метод учитывает многокомпонентность системы, диффузионное взаимодействие элементов в твёрдом растворе, конечную объёмную долю выделений и описывает эволюцию выделений на всех стадиях: зарождения, роста, растворения и коагуляции. Его основными особенностями являются возможность моделирования поведения выделений комплексного состава, а также совместной эволюции ансамблей выделений нескольких составов (с учетом образования новых зародышевых центров). В основе метода лежит совместное решение системы диффузионных и термодинамических уравнений, а также балансовых уравнений на межфазной границе. Для решения диффузионных уравнений применяется квазистационарное приближение и модель среднего поля. Распределения частиц по размерам задаются гистограммами, соответствующими выделениям различного состава. При этом для расчёта средней концентрации диффундирующих элементов в матрице вводится новый параметр гистограммы— доля выделений данного размера среди выделений всех составов. Предложенный алгоритм реализован в виде программы для моделирования эволюции выделений в сталях, легированных V, Nb и Ti. В программе реализовано распараллеливание вычислений на стадии решения термодинамических и балансовых уравнений для выделений каждого из размерных интервалов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, эволюция выделений, многокомпонентные системы, параллельные вычисления

SIMULATION OF THE EVOLUTION OF PRECIPITATE ENSEMBLES OF SEVERAL COMPOSITIONS IN MULTICOMPONENT MULTIPHASE SYSTEMS USING PARALLEL COMPUTATIONS

^{1,2}Gorbachev I.I., ^{1,2}Popov V.V., ¹Pasynkov A.Yu.

¹M.N. Mikheev Institute of Metal Physics Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, e-mail: gorbachev@imp.uran.ru; ²Ural State University of Economics, Ekaterinburg

A new method of simulation of evolution of polydisperse ensemble of carbonitride particles in steels has been elaborated. The method takes into account the multi-component type of a system, diffusion interaction of elements in solid state, final volume fraction of precipitates and describes precipitates evolution at all stages: nucleation, growth, dissolution and coarsening. Its main features are ability to simulate the behavior of complex composition precipitates and cooperative evolution of precipitate ensembles of several compositions (taking into account the formation of new nucleation centers). The method is based on joint solution of a system of diffusion and thermodynamic equations along with balance equations at interfaces. A quasi-stationary approach and mean field model are used for the solution of diffusion equations. Particle size distributions are given by several histograms corresponding to precipitates of different composition. A new parameter of a histogram – a fraction of precipitates of a given composition among the precipitates of all compositions – is inserted for calculation of average concentration of diffusing elements in a matrix. The algorithm suggested has been realized in form of a program for simulation of precipitates evolution in steels doped with V, Nb and Ti. The program implements parallel computations at the stage of solving thermodynamic and balance equations for precipitates of each size intervals.

Keywords: precipitate evolution, computer simulation, multicomponent system, parallel computations

Описание эволюции ансамбля выделений в металлических сплавах является исключительно сложной задачей, и ее аналитическое решение возможно только для самых простых случаев. Наиболее общая модель для моделирования эволюции выделений второй фазы в ограниченной матрице для многокомпонентной системы была развита Агреном в работе [1]. Но продолжают развиваться и другие методы прогнозирования поведения выделений

второй фазы при термической обработке, основанные на компьютерном моделировании. Например, в работе [2, 3] предлагается подход, основанный на поиске максимума скорости рассеяния энергии Гиббса в системе. Этот подход успешно использовался в ряде работ [4–6] для моделирования эволюции карбонитридных выделений в сталях. В некоторых исследованиях [7, 8] продолжается развиваться так называемая КWN-модель. В [7] она

была расширена для учёта зарождения, а в [8] учитывается возможность изменения состава выделений.

Методы для прогнозирования эволюции выделений вторых фаз достаточно давно развиваются и авторами. В недавних работах [9-10] предложенный авторами ранее [11] подход был обобщён на случай многофазных многокомпонентных систем и выполнены расчеты эволюции карбонитридных выделений в сталях без учета возможности образования новых частиц вторых фаз. В настоящей работе была поставлена задача распространить разработанный нами метод на случай многофазных многокомпонентных систем, в которых возможно образование новых зародышевых центров. Кроме того, ставилась задача исследовать возможность распараллеливания данного алгоритма.

Описание модели

При построении модели предполагалось, что все выделения имеют сферическую форму и постоянный состав, на межфазных границах устанавливается локальное термодинамическое равновесие, а массоперенос осуществляется объемной диффузией в основной фазе (матрице). Кроме того, не учитывалось влияние упругих напряжений на условия локального равновесия и массоперенос в системе.

Исходными данными для модели служат объемная доля выделений (F) и распределение частиц по размерам в исходном состоянии. Распределения частиц по размерам задаются гистограммами, соответствующими выделениям различного состава. В этих гистограммах к-му размерному классу частиц ставится в соответствие доля частиц, попадающая в данный размерный интервал. Метод основан на использовании приближения среднего поля, согласно которому концентрации всех элементов на некотором расстоянии от частиц одинаковы (одинаковое среднее окружение). К настоящему времени предложен ряд геометрических моделей для построения полевых ячеек. Однако ранее было показано [11], что для небольшой объемной доли выделений расчеты с использованием различных геометрических моделей для полевых ячеек дают приблизительно одинаковые результаты. Так как при моделировании эволюции карбонитридов в сталях обычно рассматривается как раз такой случай (небольшая объёмная доля выделений), мы использовали одну из самых простых моделей [11], в соответствии с которой радиус полевой ячейки, связанной с частицей фазы f l-го размерного интервала, рассчитывается по формуле

$${}^{f}R_{l}^{L} = {}^{f}R_{l} \left(\sum_{f} F_{f}\right)^{-1/3}, \tag{1}$$

где F_f — объёмная доля фазы f, а ${}^f\!R_l$ — радиус частицы. Система уравнений диффузии, описывающих потоки вещества в ячейке, связанной с частицей фазы f l-го размерного интервала, для (N+1)-компонентной системы имеет вид

$$\frac{\partial C_i^{fl}}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \cdot \sum_{j=1}^{N} \tilde{D}_{ij} \frac{\partial C_j^{fl}}{\partial r} \right), \tag{2}$$

где $C_j^{\it fl}$ — концентрация $\it i$ -го компонента в полевой ячейке $\it l$ -го интервала размеров для выделений состава $\it f$; $\it \tilde{D}_{ij}$ — парциальные коэффициенты взаимной диффузии в матрице, а $\it r$ — пространственная переменная. При нахождении распределений концентраций элементов использовалось приближение стационарного поля. В этом случае уравнения (2) приобретают вид

$$\sum_{j=1}^{N} \tilde{D}_{ij} \frac{\partial C_j^{fl}}{\partial r} = \frac{{}^f K_i^l}{r^2}, \tag{3}$$

где ${}^fK_i^l$ — константа для i-го элемента в ячейке размерного интервала l для выделений состава f. Условия баланса масс на межфазной границе между частицей k-го размерного класса и матрицей имеют вид:

$$\left[{}^{P}C_{i} \, v_{m}^{M} / v_{m}^{P} - {}^{M/P} \, C_{i}^{k} \right] \frac{dR_{k}}{d\tau} = \frac{K_{i}^{k}}{r^{2}} \bigg|_{r=R_{k}}, \quad (4)$$

где v_m^P и v_m^M — молярные объемы фазы выделения и матрицы соответственно; ${}^{MP}C_i$ и PC_i — концентрации i-го компонента в матрице на границе с выделением и в выделении соответственно, τ — время, а R_k — средний радиус частиц k-го интервала размеров. Условия локального термодинамического равновесия на межфазной границе имеют вид

$$\overline{G}_i^{p/m} + \frac{2 \cdot \sigma \cdot \upsilon^p}{R_k} = \overline{G}_i^{m/p} , \qquad (5)$$

где $\overline{G}_i^{p/m}$ и $\overline{G}_i^{m/p}$ — химические потенциалы i-го элемента на межфазной границе в частице и матрице соответственно; σ — удельная поверхностная энергия межфазной границы выделение/матрица; υ^p — объем одной формульной единицы фазы выделения. Кроме того, из-за использования квазистационарного приближения к этим уравнениям необходимо добавить условие сохранения массы, которому должны удовлетворять рассчи-

танные средние концентрации компонентов в матрице:

$$\sum_{f} \alpha_{f}^{f} C_{i} + (1 - \sum_{f} \alpha_{f}) \overline{C}_{i} = {}^{0}C_{i}, \qquad (6)$$

где α_f — мольная доля фазы выделения состава f, \overline{C}_i — средняя концентрация рас-

творенного компонента в матрице, ${}^{0}C_{i}$ – концентрация растворенного компонента в сплаве. Средние значения концентраций компонентов в матрице выражаются посредством распределения концентрации в клетках заданных чистых функций следующим образом:

$$\overline{C}_{i} = \frac{\sum_{f=1}^{S} \sum_{l=1}^{m_{f}} {}^{f} H_{l} \sum_{k=1}^{n_{f}} \frac{{}^{\gamma} C_{i}^{fl}(k_{f}) + C_{i}^{fl}(k_{f} - 1)}{2} \left({}^{f} r_{l}^{3}(k_{f}) - {}^{f} r_{l}^{3}(k_{f} - 1) \right)}{\sum_{f=1}^{S} \sum_{l=1}^{m_{f}} {}^{f} H_{l} \left(({}^{f} R_{l}^{L})^{3} - ({}^{f} R_{l})^{3} \right)},$$
(7)

где m_f — число размерных интервалов для частиц фазы f; k_f — номер узла в ячейке, связанной с выделениями f-го состава; N_f — число частиц фазы f на единицу объема; S — число избыточных фаз в сплаве; fH_l — доля частиц этой фазы, попадающих в этот размерный интервал среди выделений всех составов. Значение fH_l рассчитывается как

$${}^{f}H_{l} = {}^{f}h_{l} N_{f} / \sum_{f=1}^{S} N_{f} , \qquad (8)$$

где N_f – число частиц фазы f в единице объема:

$$N_{f} = \sum_{l=1}^{m_{f}} \frac{F_{f}^{f} h_{l}}{4/3 \pi (f R_{l})^{3}}.$$
 (9)

Для описания зарождения мы использовали подход, развитый Liu и Jonas [13] на основе классической теории зарождения. Liu и Jonas показали, что, если зародыши образуются на дислокациях, то скорость зарождения и энергия Гиббса зародыша критического размера могут быть рассчитаны по формулам

$$J = \rho D_{eff} X / a^3 \exp\left(-\frac{\Delta G_{crit}}{RT}\right), \quad (10)$$

$$\Delta G_{crit} = \frac{16\pi \zeta^3 \sigma_n^3}{3(\Delta G_{chem} + \Delta G_{\varepsilon})}, \qquad (11)$$

где ρ — это плотность дислокаций, a — период решётки матрицы, R — универсальная газовая постоянная, T — температура, K. ΔG_{crit} — изменение энергии системы при образовании одного моля зародышей новой фазы критического радиуса. $D_{e\!f\!f}^M$ и X — эффективный коэффициент диффузии и концентрация элемента, контролирующего процесс зарождения. В рассматриваемом случае это концентрации карбидообразующих элементов в матрице на границе с карбидными выделениями и эффективные

коэффициенты диффузии этих элементов в аустените. σ_n — удельная поверхностная энергия межфазной границы зародыш/матрица. ς — поправочный множитель к поверхностной энергии межфазной границы, связанный с присутствием дислокаций, который имеет значение между нулем и единицей, ΔG_{chem} и ΔG_{ε} — изменения химической свободной энергии и свободной энергии напряжений при образовании единицы объема новой фазы.

Методика численных расчетов

Методика численных расчетов была во многом аналогична использовавшейся в работе [11]. Основное отличие состояло в том, что в данном случае рассматривался случай эволюции выделений нескольких избыточных фаз сложного состава. Порядок расчетов был следующим:

- 1. Расчет размеров полевых ячеек, связанных с частицами всех избыточных фаз и разных размерных интервалов, по формуле (1).
- 2. Построение пространственных сеток в полевых ячейках для всех фаз и всех размерных интервалов.
- 3. Расчет концентраций элементов на границах ячеек C_i^L , соответствующих условию сохранения массы (6).
- 4. Расчет распределений концентраций компонентов в ячейках и скоростей движения межфазных границ для частиц всех избыточных фаз всех размерных интервалов по ур. (3)–(5).
- 5. Расчет скоростей зарождения выделений для всех избыточных фаз по ур. (10)–(11).
- 6. Расчет распределений частиц по размерам и объемных долей для всех избыточных фаз на новом временном слое без учета образования новых зародышевых центров.
- 7. Расчет распределений частиц по размерам и объемных долей для всех избыточных фаз на новом временном слое с учетом процессов зарождения.

Уравнения (3)–(6) решались численно методом Ньютона для систем уравнений с использованием метода конечных разностей для расчета распределений концентраций компонентов в ячейках. Найденные значения объемных долей избыточных фаз и распределений их частиц по размерам использовались как исходные для расчетов на новом временном шаге и т.д. Эта процедура повторялась, пока не достигалось необходимое время. Отдельные этапы расчетов подробно описаны в работах [11, 9, 10].

Распараллеливание вычислений

Для распараллеливания необходимо выбрать такую ветвь алгоритма, чтобы обеспечить, с одной стороны, хорошую масштабируемость для расчётов разной сложности, а с другой стороны, низкие удельные накладные расходы, чтобы повысить коэффициент эффективности распараллеливания. При анализе предложенного алгоритма был сделан вывод, что указанным требованиям в наибольшей степени удовлетворяет процедура расчёта ${}^{f}K_{i}^{l}$ для каждого размерного интервала l выделений состава f при решении системы (4), (5). Эта процедура запускается на каждой итерации поиска C_{i}^{L} , удовлетворяющих условию сохранения массы (6).

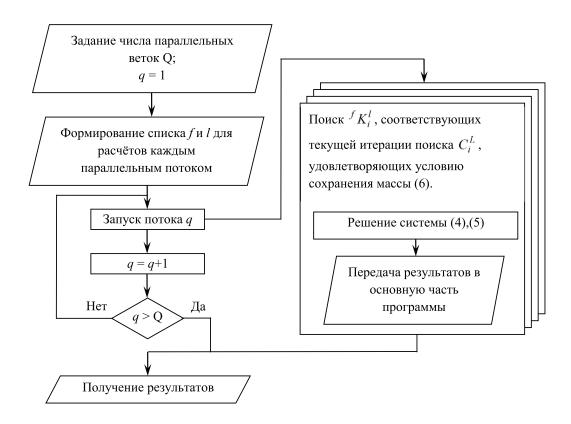
Итоговая реализация распараллеливания представлена на рис. 1 в виде блоксхемы. Этот фрагмент алгоритма выполняется для каждой итерации решения уравнений (6). Чтобы дополнительно снизить удельные накладные расходы на создание программных потоков, для каждого потока заранее формируется список составов выделений и размерных интервалов, для которых в этом потоке будет выполняться поиск ${}^fK_i^I$, соответствующих текущей итерации поиска C_i^L .

Для оценки предложенной реализации распараллеливания алгоритма были выполнены тестовые расчёты для комплексных выделений (Ti,Nb)(C,N) и Nb(C,N) для каждого из которых в начальном состоянии было задано 18 размерных интервалов. Коэффициенты ускорения и эффективности (соответственно) рассчитывались по формулам

$$S_O = T_1 / T_O , \qquad (12)$$

$$E_{\mathcal{Q}} = S_{\mathcal{Q}}/Q \,, \tag{13}$$

где $T_{\mathcal{Q}}$ – время выполнения параллельной версий алгоритма для числа потоков $\mathcal{Q},$ $T_{\scriptscriptstyle 1}$ – время выполнения последовательного алгоритма.



 $Puc.\ 1.\ Блок$ -схема распараллеливания вычислений на текущей итерации поиска C_i^L

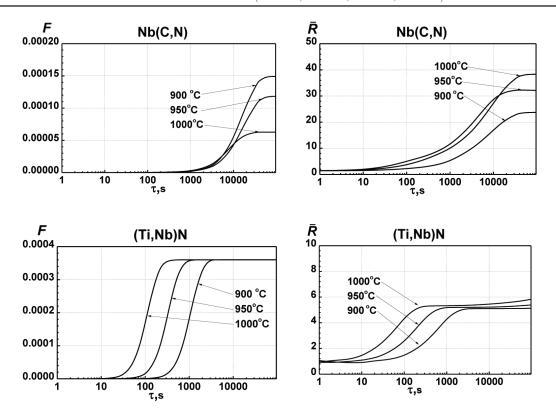


Рис. 2. Изменение объёмной доли и среднего радиуса частиц в процессе отжига при различных температурах для стали состава 0,1%C, 0,008%N, 0,02%Nb и 0,015%Ti

Тестовый расчёт для оценки эффективности параллельного алгоритма выполнялся на 8-ядерном процессоре AMD FX-2120 (3.1 ГГц). Однако, глядя на результаты для 8-ми-поточного расчёта, надо иметь в виду модульную архитектуру этого процессора — один блок вычислений с плавающей точкой на 2 ядра. Результаты оценки эффективности приведены в таблице.

Коэффициенты ускорения и эффективности

Q	1	2	3	4	8
$T_{\mathcal{Q}}$	489	291	235	206	187
$S_{_{Q}}$	1	1,68	2,08	2,37	2,61
$E_{\mathcal{Q}}$	1	0,84	0,69	0,59	0,33

Приведённые в таблице результаты показывают, что эффективность распараллеливания для числа потоков более трёх-четырёх невысока, что объясняется достаточно большим объёмом вычислений, которые необходимо выполнять в основной (последовательной) ветке алгоритма. Тем не менее выигрыш от распараллеливания заметен вплоть до восьми потоков, что говорит о хорошем потенциале приме-

нения параллельных вычислений в задачах данного класса.

Результаты расчетов

В качестве примера в настоящей работе были выполнены расчеты эволюции выделений в малоуглеродистых сталях, легированных ниобием и титаном, в процессе выдержки в аустенитной области. Расчёты были проведены в температурном интервале $900 \div 1000\,^{\circ}\text{C}$ для стали с $0,1\,^{\circ}\text{C}$, $0,008\,^{\circ}\text{N}$, $0,02\,^{\circ}\text{N}$ b и $0,015\,^{\circ}\text{Ti}$. Состав карбонитридных выделений — $Nb(C_{0.77}N_{0.23})_{0.97}$ и $(Ti_{0.85}Nb_{0.15})(C_{0.01}N_{0.99})$ — был рассчитан на основе термодинамического моделирования, проведённого с помощью нашей программы IMP Equilibrium. Полученные в результате моделирования зависимости объемной доли и среднего радиуса выделений, для удобства обозначенных как Nb(C,N) и (Ti,Nb)N, приведены на рис. 2.

Заключение

Предложен метод моделирования эволюции карбонитридных выделений в многокомпонентных сталях, основанный на обобщении представленных нами ранее физических моделей для описания эволюции выделений. Метод позволяет прогнозировать поведение нескольких ансамблей карбонитридных выделений сложного состава на стадиях зарождения, роста, растворения и коагуляции. При этом учитывается конечность объёмной доли выделений, полидисперсность ансамбля выделений и диффузионное взаимодействие элементов в матрице. На основе разработанного метода выполнено моделирование эволюции выделений двух составов для системы Fe— Ti-Nb-C-N, моделирующей реальную малоуглеродистую низколегированную сталь.

Предложен метод распараллеливания вычислений при реализации данного алгоритма. Оценка эффективности распараллеливания показала неплохой потенциал применения параллельных вычислений для задач такого типа.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Спин» № г/р 01201463330 при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 15-9-2-44) и РФФИ (проект № 16-38-00164).

Список литературы

- 1. Agren J. Computer simulations of diffusional reactions in complex steels // ISIJ International. 1992. Vol. 32, № 3. P. 291–296.
- 2. Svoboda J., Fischer F.D., Fratzl P., Kozeschnik E. Modelling of kinetics in multi_component multi_phase systems with spherical precipitates I: Theory // Mater. Sci. Eng. A. 2004. Vol. 385. P. 166–174.
- 3. Kozeschnik E., Svoboda J., Fischer F.D. Modified evolution equations for the precipitation kinetics of complex

- phases in multi_component systems // CALPHAD. 2004. Vol. 28. P. 379-382.
- 4. Srinivas P.B.S., Rajkumar V.B., Hari Kumar K.C. Numerical simulation of precipitate evolution in ferritic—martensitic power plant steels // Calphad. 2012. Vol. 36. P. 1–7.
- 5. Zamberger S., Pudar M., Spiradek-Hahn K., Reischl M., Kozeschnik E. Numerical simulation of the evolution of primary and secondary Nb(CN), Ti(CN) and AlN in Nb-microalloyed steel during continuous casting // International Journal of Materials Research. 2012. V. 103. P. 680–687.
- 6. Radis R., Kozeschnik E. Numerical simulation of NbC precipitation in microalloyed steel // Modelling and simulation in materials science and engineering. 2012. V. 20. P. 55010–55024
- 7. D. den Ouden, Zhao L., Vuik C., Sietsma J., Vermolen F.J. Modelling precipitate nucleation and growth with multiple precipitate species under isothermal conditions: Formulation and analysis // Computational Materials Science. 2013. V. 79. P. 933–944.
- 8. Dua Q., Poole W.J., Wells M.A. A mathematical model coupled to CALPHAD to predict precipitation kinetics for multicomponent aluminum alloys // Acta Materialia. 2012. V. 60. P. 3830–3839.
- 9. Горбачев И.И., Попов В.В., Пасынков А.Ю. Моделирование эволюции выделений двух карбонитридых фаз в сталях с Nb и Ti при изотермической выдержке // Φ MM. 2013. T. 114, № 9. C. 807–817.
- 10. Горбачев И.И., Попов В.В., Пасынков А.Ю. Моделирование эволюции ансамбля выделений в сталях с V и Nb // Φ MM. 2015. T. 116. C. 377–388.
- 11. Popov V.V., Gorbachev I.I., and Alyabieva J.A. Simulation of VC precipitate evolution in steels with consideration for the formation of new nuclei. // Phil. Mag. -2005.-Vol.~85.-P.~2449-2467.
- 12. Tsumuraya K., Miyata Y. Coarsening models incorporating both diffusion geometry and volume fraction of particles // Acta Metall. $-1983. \text{Vol.} 31. \text{ N}_{2} 3. \text{P.} 437-452.$
- 13. Liu W.J., Jonas J.J. Nucleation kinetics of Ti carbonitride in microalloyed austenite // Metallurgical and Materials Transactions A. − 1989. Vol. 20A. № 4. P. 689–697.

УДК 621.436.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ

Гоц А.Н., Клевцов В.С.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ), Владимир, e-mail: hotz@mail.ru, ehanic2221@rambler.ru

При работе дизеля в деталях, окружающих камеру сгорания, возникают напряжения от действия силовой нагрузки, а также температурные напряжения, которые являются преобладающими. В период создания и доводки опытного образца поршневого двигателя основное внимание должно быть направлено на прогнозирование долговечности теплонапряженных деталей. Для этого необходимо выбрать такие модели для расчета теплонапряженного состояния, которые позволили бы с большой эффективностью найти долговечность головки цилиндров. Рассмотрены модели разрушения теплонапряженных деталей поршневых двигателей, а также проанализированы границы применения этих моделей для определения термоусталостной прочности. Проведен анализ ускоренных испытаний головок цилиндров для определения долговечности. В работе также проведен обзор и оценка предлагаемых критериев термоусталостной прочности с целью использования их при полготовке метолики прогнозирования долговечности.

Ключевые слова: ускоренные испытания, коэффициент ускорения, трещина, усталостное разрушение

FORECASTING DURABILITY OF DIESEL CYLINDER HEADS

Gots A.N., Klevtsov V.S.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education «Vladimir State University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs» (Vladimir State University), Vladimir, e-mail: hotz@mail.ru, ehan-ic2221@rambler.ru

Of the diesel in the parts surrounding the combustion chamber, any tension from the action of power loads and thermal stresses that are prevalent. During the creation and debugging of a prototype of a piston engine, the main attention should be focused on the prediction of durability of heat-stressed parts. It is necessary to choose those models for calculation of heat-stressed condition, which would allow with high efficiency to find the durability of the cylinder head. Considered models of the fracture of heat-stressed parts of piston engines and also analyze the boundaries of application of these models to determine termousadochnoe strength. The analysis of the accelerated tests of cylinder heads for determination of durability is carried out. The paper also reviewed and evaluated the proposed criteria for thermal fatigue strength for the purpose of using them in preparing a methodology for predicting the durability of the cylinder head of a reciprocating engine.

Keywords: accelerated testing, acceleration factor, crack, fatigue failure

При работе дизеля в деталях, окружающих камеру сгорания (КС), возникают напряжения от действия силовой нагрузки, а также температурные напряжения, которые являются преобладающими [1]. Поэтому при расчете головки цилиндров (ГЦ) методом конечных элементов (МКЭ) необходимо учитывать действующие на неё следующие нагрузки [1]:

- максимальное давление газов в цилиндре p_z на расчетном режиме (максимального крутящего момента или номинальном режиме) [2];
- усилия от затяжки шпилек (болтов) крепления головки цилиндра [3];
- давления в сечениях ГЦ от запрессовки седел и втулок клапанов (радиальные и окружные напряжения определяются в соответствии с натягами по технической документации);

• температурные напряжения, вызванные деформациями на огневом днище от перепада температур.

Цель исследования

Оценить предлагаемые критерии термоусталостной прочности, а также методы расчета с целью использования их при подготовке методики прогнозирования долговечности ГЦ поршневого двигателя.

Определение нагрузок, действующих в сечениях головки цилиндров

Максимальное давление сгорания p_z определяется по результатам расчета циклов на двух режимах — номинальном и режиме максимального крутящего момента или по результатам индицирования после стендовых испытаний [4, 5]. При расчете МКЭ после разработки конечно-элемент-

ной модели (КЭМ) давление p_z прикладывается к узловым точкам КЭМ на огневой поверхности ГЦ.

Усилие затяжки шпилек крепления ГЦ устанавливают из условия плотности стыка. Поскольку в технической документации устанавливается момент затяжки (момент на ключе), то усилие затяжки определяется по приближенной формуле [6]:

$$Q_0 = M_{\scriptscriptstyle \rm KJ} / (fd), \tag{1}$$

где M — момент на ключе, $H \cdot m$; $f \approx 0.18 \dots 0.2$ [6] — безразмерный коэффициент, учитывающий потери на трение в резьбе и на торце гайки; d — наружный диаметр резьбы, m.

При расчете МКЭ сосредоточенная сила Q_0 заменяется распределенной нагрузкой, действующей в поперечном сечении условного полого цилиндра с наружным диаметром [6]

$$d_{H} = a + l \operatorname{tg}\alpha, \tag{2}$$

где a — внешний диаметр опорной поверхности гайки; l — толщина опорной поверхности головки; $tg\alpha = 0,4...0,5$ (α — угол, составленный образующей конуса давления с осью) [6].

При запрессовке седел и втулок клапанов в ГЦ на опорных поверхностях ее возникает радиальное давление [7]:

$$p = \frac{\delta / d}{\frac{1}{E_1} \left(\frac{1 + k_1^2}{1 - k_1^2} - \mu_1 \right) + \frac{1}{E_2} \left(\frac{1 + k_2^2}{1 - k_2^2} + \mu_2 \right)}, (3)$$

где δ — натяг, м; d — диаметр посадочной поверхности втулки; d_1 — внутренний диаметр запрессовываемой втулки; $k_1 = d_1/d$ — отношение диаметров втулки; E_1 , μ_1 — модуль упругости и коэффициент Пуассона материала втулки соответственно; d_2 — внешний диаметр охватываемой детали головки цилиндра (выбирается по толщине перемычек); $k_2 = d_2/d$; E_2 , μ_2 — модуль упругости и коэффициент Пуассона материала ГЦ соответственно.

Обзор критериев термоусталостной прочности

Для расчета МКЭ температурных напряжений после разработки КЭМ, выбора граничных условий и решения задачи нестационарной теплопроводности определяется распределение температур в объеме ГЦ, что позволяет найти узловые значения компонентов тензора напряжений в сечениях ГЦ [8–11].

При сложном напряженном состоянии интенсивность амплитуд переменных напряжений определяется по формуле [8]:

$$\sigma_{ia} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{xa} - \sigma_{ya})^2 + (\sigma_{ya} - \sigma_{za})^2 + (\sigma_{za} - \sigma_{xa})^2 + 6(\tau_{xya}^2 + \tau_{yza}^2 + \tau_{zxa}^2)},$$
 (4)

где σ_{xa} , σ_{ya} , σ_{za} , τ_{xya} , τ_{xza} , τ_{yza} – амплитуды нормальных и касательных напряжений переменного цикла нагружений.

Как показали расчеты σ_{ij} от температурные напряжения почти в 3,5 раза выше, чем от механического нагружения [9].

При работе поршневого двигателя в сечениях ГЦ с учетом указанных выше усилий могут возникать трещины в наиболее напряженных сечениях — в межклапанных перемычках на огневой поверхности, в перемычке между клапаном и форсуночным отверстием ГЦ и т.д.

 $ar{ ext{M}}_3$ детерминированной модели усталостной долговечности при нестационарном нагружении определяется суммарное число циклов N^*_{Σ} до разрушения [6]:

$$N_{\sum}^{*} = a \left(\sum_{i=1}^{m} \frac{q_{i}}{\overline{N}_{i}^{*}(\sigma_{aei}, T_{i})} \right)^{-1}, \qquad (5)$$

где m — число режимов нагружения; $q_i = N_i / N_\Sigma^*$ — относительная длительность i-го режим; N_i — количество циклов нагружения на произвольном i-м режиме; N_i^* — среднее число циклов до

разрушения при работе на i-м режиме; $\sigma_{aei} = \frac{K_{\sigma}}{\epsilon \beta} \sigma_{ia} + \psi_{\sigma} \sigma_{1m} - \text{эквивалентное на-}$

пряжение; K_{σ} — эффективный коэффициент концентрации напряжений; ε — масштабный фактор; β — коэффициент поверхностного слоя; ψ_{σ} — коэффициент постоянных напряжений; σ_{1m} — наибольшее постоянное напряжение цикла (первое главное напряжение); T_i — амплитуда переменных напряжений и температура на i-м режиме.

Показатель a в уравнении (5) зависит от материала ГЦ и структуры нагружения и обычно принимается в пределах a=0,5...2. Для подтверждения зависимости (5) необходимо проведение экспериментальных исследований.

Модель (5) используется при определении многоцикловой долговечности при нестационарном нагружении.

Детерминированные модели малоцикловой долговечности рассмотрены в работе [1]. Разрушения малоцикловой усталости происходят в зонах концентрации деформаций и напряжений при упругопластических деформациях. Как правило, если возникновение трещин в сечениях ГЦ происходит в результате циклического нагружения от действия изменяющейся температуры цикла, то оценку долговечности ГЦ нужно проводить по критериям термоусталостной прочности [1–5].

Детерминированную модель малоцикловой долговечности при нестационарном нагружении рекомендуется использовать в виде [6, 10–14]:

$$N_{\Sigma}^* = a_{ml} \left(\sum_{i=1}^m \frac{q_i}{\overline{N}_i^* (K_{\sigma i} \varepsilon_{\sigma i}, T_i)} \right)^{-1}, \qquad (6)$$

где $K_{\sigma i}$, ϵ_{ai} — эффективный коэффициент концентрации напряжений и амплитуда деформаций на i-м режиме; a_{mi} — показатель, зависящий от материала и структуры нагружения, деформаций и температуры на i-м режиме. Остальные обозначения приведены в зависимости (5).

Как отмечено в работе [6], линейное суммирование повреждений ($a \le 1$) можно использовать при описании мягкого нагружения. В этом случае модели малоцикловой усталости совпадают с моделями усталости.

Отметим, что использовать экспериментальные данные по материалам при использовании моделей (5) и (6) необходимо с учетом следующих обстоятельств. Механические характеристики материала, полученные при термической малоцикловой усталости, отличаются от данных, полученных при механической малоцикловой усталости [13, 14].

Проверка адекватности математических моделей может быть проведена на безмоторном стенде, на котором можно уточнить граничные условия при расчетах МКЭ.

Результаты исследования и их обсуждение

Владимирском государственном университете на кафедре ТД и ЭУ были разработаны методики прогнозирования долговечности и ускоренных испытаний ГЦ дизеля воздушного охлаждения и стенд для ее реализации [15]. Критерием долговечности было число нагружений до появления трещин в межклапанной перемычке, а также в перемычке между клапаном и форсуночным отверстием ГЦ. Поскольку при расчетах было выявлено, что термическое нагружение больше чем в 3 раза превышает механическое нагружение, то огневая поверхность ГЦ дизеля воздушного охлаждения нагревалась галогенными лампами по определенным циклам для имитации нестационарного нагружения. Число циклов до появления трещины определенной длины фиксировалось. В ходе испытаний удалось установить, что появление трещин длиной 0,5...1 мм произошло на межклапанных перемычках после 3670...3830 циклов. Рост трещин происходил со стороны выпускного канала. Полное разрушение межклапанных перемычек произошло через 430...500 циклов после появления трещин. Долговечность головок для тракторов классов тяги 9 кН и 14 кН представлена в таблице.

Результаты испытаний ГЦ

Класс тяги трактора, кН	$N_{_{ m B}}$	$N_{_{9}}$	К _{1н}
9	401640	3670	109
14	314980	3830	82

Примечание. $N_{_{\rm B}}$ — долговечность ГЦ вычисленная; $N_{_{\rm J}}$ — долговечность ГЦ, полученная в результате эксперимента на БС; $K_{_{\rm IH}}$ — коэффициент ускорения по наработке.

Полученные результаты позволили определить долговечность ГЦ за достаточно короткий срок посредством ускорения времени испытаний — в 82 раза для тракторов класса тяги 14 кН и в 109 раз для тракторов класса тяги 9 кН.

Выводы

Математическая модель прогнозирования долговечности ГЦ позволяет определить долговечность ГЦ еще на стадии проектирования, тем самым уменьшая время доводки двигателя на стадии опытных образцов. Вместе с этим, благодаря ускоренным испытаниям на безмоторном стенде, можно относительно быстро (с коэффициентом ускорения 82...109) определить время наработки на отказ, подтвердить адекватность математической модели прогнозирования надежности.

Список литературы

- 1. Гоц А.Н., Глинкин С.А. Прогнозирование долговечности поршней двигателей внутреннего сгорания: монография. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. 149 с.
- 2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: учебник для вузов / Н.Д. Чайнов, Н.А. Иващенко, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; под ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2010. 495 с.
- 3. Иванченко А.Б., Глинкин С.А. Прочностной анализ поршня перспективного дизеля типа ЧН 10,5/12 // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: Материалы X Междунар. науч.практ. конф. Владим. гос. ун-т. Владимир, 2010. С. 73–74.
- 4. Чайнов Н.Д., Руссинковский С.Ю. Расчет согласованных стационарных полей температур узла крышка цилиндра-клапаны двигателя внутреннего сгорания / Н.Д. Чайнов // Двигателестроение. 2014. № 2. С. 3—7.
- 5. Чайнов Н.Д., Руссинковский С.Ю. 3-D моделирование граничных условий теплообмена при расчете теплового состояния деталей цилиндро-поршневой группы двигателей

- внутреннего сгорания / Н.Д. Чайнов // Двигателестроение. 2013. № 4. С. 3—8.
- 6. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин: Справочник. М.: Машиностроение. 1993. 640 с.
- 7. Гоц А.Н. Численные методы расчета в энергомашиностроении: учебное пособие. – М.: ФОРУМ: инфра-м, 2015.-352 с.
- 8. Гоц А.Н., Иванченко А.Б., Прыгунов М.П., Французов И.В. Моделирование теплонапряженного состояния головки цилиндра тракторного дизеля воздушного охлаждения // Фундаментальные исследования. 2013. № 6–5. С. 1061-1067.
- 9. Гоц А.Н., Клевцов В.С., Прыгунов М.П. Безмоторные стенды для исследования головок цилиндров дизелей на надежность // Фундаментальные исследования. -2016. -№ 10-1. С. 31-36.
- 10. Гайворонский А.И., Кавтарадзе Р.З. Расчет теплообмена в камере сгорания быстроходного газового двигателя / Р.З. Кавтарадзе // Транспорт на альтернативном топливе. -2008. № 5. C. 30–31.

- 11. Чайнов Н.Д., Мягков Л.Л., Маластовский Н.С. Методика расчета согласованных температурных полей крышки цилиндра с клапанами // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, серия Машиностроение. 2012. Спец. выпуск № 7 «Теория и практика энергетического и транспортного машиностроения». С. 82–91.
- 12. Зарубин В.С. Расчет теплонапряженных конструкций / В.С. Зарубин, И.В. Станкевич. М.: Машиностроение, 2008. 368 с.
- 13. Чайнов Н.Д., Гришин Д.К., Вальехо Мальдонадо, Лодня В.А. Математическое моделирование теплового состояния головки высокооборотного малоразмерного дизеля с непосредственным впрыскиванием // Тракторы и сельхозмашины. 2010. N = 8. C. 28-30.
- 14. Прочность и долговечность элементов энергетического оборудования / Б. Поспишил, А.Л. Квитка, Г.Н. Третьяченко и др. Киев: Наук. думка, 1987. 216 с.
- 15. Гоц А.Н., Прыгунов М.П., Французов И.В., Клевцов В.С., Сысоев С.Н. Стенд для исследования теплонапряженного состояния головки цилиндров двигателя внутреннего сгорания // Патент России № 142963. 2014. Бюл. № 19.

УДК 665.725:547.52:544.47

ПОЛУЧЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ НИЗШИХ АЛКАНОВ С $_3$ -С $_4$ НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

¹Ерофеев В.И., ¹Хасанов В.В., ²Егорова Л.А.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск; ²Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, e-mail: erofeevvi@mail.ru

Настоящая работа посвящена исследованию физико-химических свойств и процесса получения ароматических углеводородов C_6-C_{12} из смеси низших алканов C_3-C_4 на цеолитсодержащих катализаторых. Цеолитсодержащие катализаторы получены механическим смешением порошков 0,5—2,0 мас. % оксидов висмута и олова (в атомном соотношении Bi:Sn = 1:5) с высококремнеземным цеолитом типа ZSM-5, и прокаленных затем при 600 °C в течение 6 ч. Исследование процесса конверсии смеси низших алканов C_3-C_4 на цеолитных катализаторах, модифицированных бинарной смесью оксидов Bi_2O_3 и SnO $_2$, показало, что наибольшей активностью обладает цеолитный катализатор H-ЦКЕ-СФ, модифицированный 0,5% смесью оксидов Bi и Sn (в атомном соотношении Bi:Sn=1:5), на котором выход жидких углеводородов составляет 50,9% при 600 °C, объемной скорости подачи сырья 240 ч⁻¹ и степени конверсии смеси низших алканов C_3-C_4 (75–80%): бензол, толуол и ксилолы. Среди жидких углеводородов являются ароматические углеводороды C_6-C_9 (75–80%): бензол, толуол и ксилолы. Среди жидких продуктов конверсии смеси низших алканов C_3-C_4 максимальный выход составляет для толуола 39–40% при 600 °C.

Ключевые слова: высококремнеземный цеолит, ZSM-5, бинарная смесь оксидов висмута и олова, модифицирование, попутный нефтяной газ, алканы $\mathrm{C_3-C_4}$, конверсия, арены

PRODUCTION OF AROMATIC HYDROCARBONS FROM LOW ALKANES C3-C4 ON ZEOLITE-CONTAINING CATALYSTS

¹Erofeev V.I., ¹Khasanov V.V., ²Egorova L.A.

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk; ²National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: erofeevvi@mail.ru

The present work is devoted to the study of physicochemical properties and the process of obtaining aromatic hydrocarbons C_6 - C_{12} from a mixture of lower alkanes C_3 - C_4 on zeolite-containing catalysts. Zeolite-containing catalysts were obtained by mechanical mixing of powders of 0,5–2,0 wt.% oxides of bismuth and tin (in the Bi:Sn = 1:5 atomic ratio) with a high-silica zeolite of the ZSM-5 type and then calcined at 600 °C for 6 hours. Studies of the conversion of a mixture of lower alkanes C_3 - C_4 on zeolite catalysts modified binary mixture of Bi₂O₃ and SnO₂ oxides showed that the zeolite catalyst H-ZCE-SF modified with a 0,5% mixture of Bi and Sn oxides (in the Bi:Sn = 1:5 atomic ratio) has the highest activity, at which the yield of liquid hydrocarbons is 50,9% at 600 °C, a feed rate of 240 h⁻¹ and a conversion rate of the lower alkanes C_3 - C_4 92,3%. The main products among liquid hydrocarbons are C_6 - C_9 aromatic hydrocarbons (75–80%): benzene, toluene and xylenes. Among the liquid products of the conversion of the mixture of lower alkanes C_3 - C_4 , the maximum yield is 39 to 40% for toluene at 600 °C.

Keywords: high-silica zeolite, ZSM-5, binary mixture of bismuth and tin oxides, modification, associated petroleum gas, C_3 - C_4 alkanes, conversion, arenas

В настоящее время в связи с интенсивной добычей нефти и природного газа на многих месторождениях возникли острые проблемы с их подготовкой, стабилизацией на месторождениях и дальнейшей транспортировкой нефти и природного газа в нефтепроводах и газопроводах или другим видом транспорта. Однако на многих нефтеи газопромыслах остается острая проблема с транспортировкой, утилизацией и переработкой так называемых «жирных газов» С₂-С₄ и газовых конденсатов. Транспортировка «жирных газов» С₂-С₄ совместно с природным газом (метан) в газопроводах нежелательна, особенно на дальние расстояния, т.к. приводит к образованию «пробок» и различных кристаллогидратов в газопроводах. Также закачка такого ценного сырья, как газовый конденсат, особенно в больших количествах в нефтепроводы с нефтью тоже нецелесообразна.

Для решения всех этих проблем требуется создание отдельных продуктопроводов для широкой фракции легких углеводородов C_2 - C_4 и газовых конденсатов и строительство вблизи этих месторождений соответствующих газоперерабатывающих комплексов. Кроме того, практическому решению этих проблем препятствует много других факторов: труднодоступность большинства месторождений углеводородного сырья, невысокая рентабельность, высокие капитальные затраты по сбору, подготовке, утилизации и переработке этих видов сырья.

В связи с этим проводятся интенсивные работы по разработке новых высокоэффективных процессов по глубокой химической

переработке различных видов легкого углеводородного сырья: газообразных углеводородов $\mathrm{C_3}\text{-}\mathrm{C_4}$ (компоненты природных и попутных нефтяных газов) и газовых конденсатов в низшие олефины $\mathrm{C_2}\text{-}\mathrm{C_4}$, арены и компоненты моторных топлив [1-5].

Перспективными для конверсии легкого углеводородного сырья могут быть микропористые цеолиты, модифицированные различными соединениями металлов [6-7]. Цеолитные катализаторы, модифицированные различными металлами и соединениями, находят широкое применение во многих процессах переработки различных углеводородных фракций нефти и попутных нефтяных газов в низшие олефины, простые эфиры, ароматические углеводороды, моторные топлива и другие ценные нефтепродукты [8–10]. Необходимо отметить, что практическое применение природного газа в качестве легкого углеводородного сырья для их химической переработки сдерживалось низкой реакционной способностью низших алканов С₁-С₄, особенно метана и этана.

Целью настоящей работы является исследование процесса конверсии смеси низших алканов C_3 - C_4 попутных нефтяных газов на цеолитных катализаторах, модифицированных бинарной смесью оксидов Bi_2O_3 и SnO_2

Материалы и методы исследования

Высококремнеземные цеолиты ZSM-5 с силикатным модулем 45 (мольное отношение ${\rm SiO_2/Al_2O_3}=45$) были получены гидротермальным синтезом из щелочных алюмокремнегелей с применением спиртовой фракции — побочного продукта производства капролактама в металлических реакторах при 175 °C в течение 5–6 сут (ЦКЕ-СФ) по методике, подробно описанной в [11].

Физико-химические свойства цеолита Н-ЦКЕ-СФ изучали с помощью рентгенофазового анализа (рентгеновская установка ДРОН-3, Мо-анод, Nіфильтр) и ИК-спектроскопии (ИК Фурье-спектрометр Nicolet 5700). По данным рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии синтезированные образцы цеолита Н-ЦКЕ-СФ относятся к высококремнеземным цеолитам типа ZSM-5 [12].

Модифицирование цеолита Н-ЦКЕ-СФ бинарной смесью оксидов висмута Bi_2O_3 и олова SnO_2 в атомном соотношении Bi:Sn=1:5 в количестве 0,5–2,0 мас. % проводили механическим смешением соответствующих количеств порошков цеолита с порошками бинарной смеси оксидов висмута и олова в шаровой вибромельнице в течение 2 ч. После этого полученные катализаторы (0,5–2,0% оксидов Ві и Sn (Bi:Sn=1:5)/99,5–98,0% Н-ЦКЕ-СФ прокаливали при 600°С в течение 6 ч.

Конверсию смеси низших алканов C_3 - C_4 состава: метан - 0,3; этан - 3,0; пропан - 80,9; н-бутан - 12,4 мас.% изучали на модифицированных цеолитах H-ЦКЕ-СФ на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора (6 см³) при 550 - 600 °C,

объемной скорости подачи газообразных алканов C_2 - C_4 240 ч $^{-1}$, атмосферном давлении и длительности опыта при каждой заданной температуре реакции 2 ч [12]. Анализ газообразных углеводородов и жидких продуктов конверсии смеси низших алканов C_3 - C_4 на исследуемых цеолитсодержащих катализаторах проводили газохроматографическим методом по методике, описанной в [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты каталитических исследований цеолитных катализаторов H-ЦКЕ-СФ, модифицированных 0,5-2% смесью оксидов Bi и Sn (Bi:Sn = 1:5), представлены в таблице.

Конверсия смеси низших алканов С₃-С₄ на исходном цеолите Н-ЦКЕ-СФ показала, что с увеличением температуры реакции с 550 до 600 °C и объемной скорости 240 ч-1 выход жидких углеводородов повышается с 46,0 до 49,1% за счет увеличения конверсии смеси низших алканов С3-С4 с 78,9 до 85,3% (таблица). Главными среди жидких углеводородов являются арены $C_6 - C_9$ (75–80%): бензол, толуол и ксилолы, содержание бензола с ростом температуры конверсии смеси низших алканов С₂-С₄ увеличивается с 13,5 до 16,4% [12]. Выход газообразных углеводородов с ростом температуры реакции с 550 до 600°C процесса конверсии смеси низших алканов С3-С4 падает с 54,0 до 50,9%, основными компонентами среди газообразных продуктов являются метан и этан, общая концентрация которых достигает 52-55%. Также с ростом температуры реакции превращения смеси низших алканов С₃-С₄ с 550 до 600 °С среди газообразных продуктов увеличивается выход алкенов C_2 C_3 с 6,8 до 13,2% [12]. На образце Н-ЦКЕ-СФ, модифициро-

ванном 0.5% смесью оксидов Bi и Sn (0.5%)(Bi:Sn = 1:5)/99,5% H-ЦКЕ-СФ), с увеличением температуры превращения смеси низших алканов С₃-С₄ с 550 до 600 °С повышается содержание жидких углеводородов (аренов) с 46,5% при 550°C до 50,9% при 600°С, что больше, чем на исходном Н-ЦКЕ-СФ (таблица). Суммарное содержание ароматических углеводородов C_6 - C_9 с ростом температуры конверсии ПБФ среди всех жидких продуктов незначительно повышается, с 74,2 при 550°C до 74,7% при 600°C. Дальнейшее повышение содержания модификатора на основе смеси оксидов висмута и олова до 2% смеси оксидов Ві и Sn (2,0% (Bi:Sn = 1:5)/98,0% H-ЦКЕ-СФ) в образце цеолита приводит к тому, что с ростом температуры превращения смеси низших алканов С₃-С₄ выход жидких углеводородов (аренов) снижается по сравнению с исходным образцом цеолита Н-ЦКЕ-СФ [12].

Влияние температуры конверсии низших алканов С ₃ -С ₄ на состав продуктов (мас. %)
на цеолитном катализаторе Н-ЦКЕ-СФ, модифицированном смесью оксидов висмута
и олова (в атомном соотношении $Bi:Sn=1:5$), при 240 u^{-1}

Катализатор	Н-ЦКЕ-СФ											
Модификатор	H-	H-ЦКЕ-СФ 0,5% (Bi:Sn = 1:5) 1,0% (Bi:Sn			= 1:5)	5) 2.0% (Bi:Sn = 1:5)						
Температура, °С	550	575	600	550	575	600	550	575	600	550	575	600
Конверсия,%	78,9	82,9	85,3	84,5	84,9	82,7	80,4	78,7	71,0	80,2	77,5	73,4
Выход газообразных	54,0	51,7	50,9	53,5	50,7	49,1	57,3	57,3	58,7	56,3	56,8	59,0
углеводородов,%												
Выход жидких	46,0	48,3	49,1	46,5	49,3	50,9	42,7	42,7	41,3	43,7	43,2	41,0
углеводородов,%												
						певодор						
Метан	30,0	33,7	35,6	28,8	25,1	20,9	21,9	18,1	11,8	21,2	16,6	12,3
Этан	21,7	21,2	19,7	12,9	9,9	7,2	10,1	7,4	4,3	9,8	7,0	4,7
Этилен	3,7	5,7	8,1	5,7	8,3	11,7	5,9	8,5	11,1	5,9	8,7	10,9
Пропан	37,6	32,1	28,1	28,2	28,6	31,7	34,2	37,1	49,4	35,2	39,7	45,1
Пропилен	3,1	4,1	5,1	5,2	6,8	8,6	5,5	7,0	9,6	5,4	7,1	9,2
Изобутан	1,2	0,8	0,5	0,7	0,6	0,5	0,9	0,8	1,3	0,8	0,8	1,0
Бутан	1,4	1,0	0,7	1,0	0,9	1,1	1,3	1,5	3,3	1,3	1,7	2,8
			Состав	жидки	х углев	одород	ов,%					
Бензол	13,5	14,5	16,4	11,2	10,5	10,7	9,2	9,5	8,4	10,1	9,7	8,6
Толуол	36,9	37,6	39,8	37,0	37,9	36,7	35,7	36,9	35,1	37,4	37,5	35,6
Этилбензол	2,4	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,4	2,4	2,5
т-ксилол	11,3	10,8	10,5	12,9	12,9	12,2	13,4	13,0	12,9	13,6	13,2	13,3
р-ксилол	5,1	4,8	4,7	5,7	5,9	5,5	6,1	6,1	6,2	6,1	6,1	6,3
о-ксилол	5,3	5,1	5,0	6,0	6,1	5,9	6,1	6,0	6,1	6,3	6,2	6,5
Псевдокумол	1,2	1,1	1,0	1,4	1,4	1,3	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5
Нафталин	8,5	7,8	7,7	7,0	6,9	6,1	7,6	7,4	7,0	6,9	6,4	5,8
β-метилнафталин	5,4	4,7	4,2	5,1	4,8	5,3	6,0	5,2	4,7	5,2	4,8	4,9
α-метилнафталин	2,1	1,9	1,7	2,1	1,9	2,1	2,3	1,9	1,7	1,9	1,8	1,7

Также падает на модифицированных цеолитных катализаторах общая концентрация нафталиновых производных с ростом температуры превращения смеси низших алканов C_3 - C_4 с 550 до 600 °C. Напротив, среди газообразных углеводородов превращения смеси низших алканов C_3 - C_4 значительно возрастает с ростом температуры процесса суммарное содержание низших алкенов C_2 - C_3 до 20,1% при 600 °C по сравнению 13,2% при 600 °C на исходном цеолите Н-ЦКЕ-СФ.

В работе была изучена закоксованность цеолитных катализаторов после проведения процесса конверсии ПБФ в ароматические углеводороды, модифицированных бинарной смесью оксидов висмута Bi_2O_3 и олова SnO_2 в атомном соотношении Bi:Sn=1:5 в количестве $0,5-2,0\,$ мас. %, с помощью термического анализа (ДТА-анализ) по методике, описанной в работе [12].

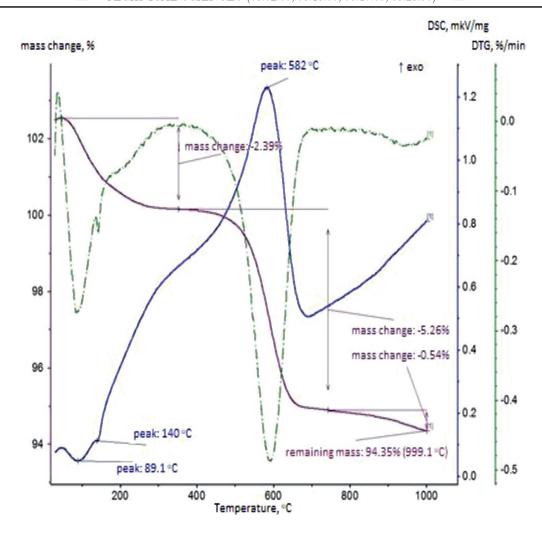
Термический анализ закоксованного цеолитного катализатора смесью оксидов Ві и Sn (0,5% (Ві:Sn = 1:5)/99,5% Н-ЦКЕ-СФ) показал, что на кривой ДТА наблюдаются 3 термоэффекта (рисунок). Первый эндоэффект на кривой ДТА в области 50–200°С

с температурой максимума пика около 100°C соответствует потере адсорбированной воды и продуктов конверсии ПБФ на поверхности катализатора.

В области 200–650 °С на кривой ДТА наблюдаются два перекрывающихся экзо-эффекта, первый экзотермический эффект в интервале 200–400 °С с температурой максимума экзоэффекта примерно около 300–310 °С соответствует началу выгорания так называемого «аморфного» кокса, который, по-видимому, находится преимущественно на поверхности цеолитсодержащего катализатора и масса его составляет не более 1–2 %.

В области температур 400–630 °С на кривой ДТА наблюдается второй экзотермический эффект с температурой максимума пика 582 °С, в этой высокотемпературной области, по-видимому, выгорают продукты уплотнения, находящиеся преимущественно в порах цеолитов.

Необходимо отметить, что формы ДТАкривых похожи между собой для всех закоксованных образцов цеолитных катализаторов после проведения реакции конверсии смеси низших алканов C_3 - C_4 , модифицированных 0,5-2% смесью оксидов Bi и Sn.



Термограмма закоксованного образца цеолитного катализатора 0.5% (Bi:Sn = 1:5)/99,5% H-ЦКЕ-СФ

Таким образом, исследование процесса конверсии низших алканов C_3 - C_4 на цеолитных катализаторах, модифицированных 0,5–2,0% смесью оксидов Ві и Sn, показало, что основными реакциями являются дегидрирование низших алканов C_3 - C_4 , дегидроциклизация и крекинг алканов с образованием метана, этана, низших алкенов и ароматических углеводородов преимущественно $C_{\rm c}$ - $C_{\rm o}$ [13–15].

Введение в цеолит Н-ЦКЕ-СФ 0,5% смеси оксидов Ві и Sn приводит к значительному снижению концентрации метана и этана среди газообразных углеводородов и увеличению содержания ароматических углеводородов среди жидких углеводородов.

Выводы

Исследование цеолитных катализаторов H-ЦКЕ-СФ типа H-ZSM-5, модифициро-

ванных смесью оксидов Bi и Sn в процессе конверсии смеси низших алканов C_3 - C_4 природного газа в ароматические углеводороды показало, что наибольший выход жидких углеводородов из смеси низших алканов C_3 - C_4 наблюдается на цеолитном катализаторе H-ЦКЕ-СФ, модифицированном 0,5% смесью оксидов Bi и Sn с атомным соотношением металлов Bi:Sn = 1:5 в смеси оксидов висмута и олова, и составляет 50,9% при 600°C, что на 1,8% больше, чем на исходном катализаторе H-ЦКЕ-СФ.

- 1. Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. Catalytic Activity of Ga-containing Zeolites in Aromatization of Lower alkanes // Russian Journal of Applied Chemistry. -1994. vol. 67, N $\!\!$ 27. P. 1020–1023.
- 2. Choudhary V.R., Mantri K., Sivadinarayana C. Influence of zeolite factors affecting zeolitic acidity on the propane aromatization activity and selectivity of Ga/H-ZSM-5 // Microporous and Mesoporous Materials. 2000. vol. 37, № 1–2. P. 1–8.

- 3. Choudhary V.R., Panjala D., Banerjee S. Aromatization of propene and n-butene over H-galloaluminosilicate (ZSM-5 type) zeolite // Applied Catalysis A: General. 2002. vol. 231, N_2 1–2. P. 243–251.
- 4. Tretyakov V.F., Lermontov A.S., Makarfi Yu.I., Yakimova M.S., Frantsuzova N.A., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Motor Fuels from Bioethano // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2008. vol. 44, N 6. P. 409–414.
- 5. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе / Ю.В. Медведев [и др.] // Наука и техника в газовой промышленности. -2004. -№ 3–4. -C. 83–87.
- 6. Erofeev V.I., Khomyakhov I.S., Egorova L.A. Production of high-octane Gasoline from straight-run Gasoline on ZSM-5 modified Zeolites // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2014. vol. 48, № 1. P. 71–76.
- 7. Caeiro G., Carvalho R.H., Wang X., Wang X., Lemos M.A.N.D.A., Lemos F., Guisnet M., Ribeiro F.R. Activation of C_2 - C_4 alkanes over acid bifunctional zeolite catalysts // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. -2006. vol. 255, N 1-2. P. 131–158.
- 8. Asachenko E.V., Rodina O.V., Ordomskii V.V., Gurev Yu.V., Ivanova I.I. Specifics of the deactivation of acid and zinc-containing propane aromatization catalysts // Petroleum Chemistry. -2008. vol. 48, N $\!\!\!$ 2. P. 100 $\!\!-$ 104.
- 9. Bai L.Y., Zhou Y.M., Zhang Y.W., Liu H., Tang M.H. Influence of Calcium Addition on Catalytic Properties of PtSn /

- ZSM-5 Catalyst for Propane Dehydrogenation // Catal. Lett. 2009. vol. 129. P. 449–456.
- 10. Bhan A., Delgass W.N. Propane aromatization over HZSM-5 and Ga/HZSM-5 catalysts // Catalysis Reviews Science and Engineering. 2008. vol. 50, № 1. P. 19–151.
- 11. Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Синтетический цеолит и способ его получения // Патент России № 2313486. 2007. Опубл.: 27.12.2007.
- 12. Ерофеев В.И. Конверсия попутных нефтяных газов C_3 - C_4 на цеолитных катализаторах, модифицированных гетерополисоединениями состава Мо-Р-Со / В.И. Ерофеев, В.В. Хасанов, М.С. Вайсбеккер, Л.А. Егорова // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 7—11.
- 13. Pidko E.A., Santen R.A.V. Activation of light alkanes over zinc species stabilized in ZSM-5: A comprehensive DFT study // Journal of Physical Chemistry C. -2007. vol. 111, N_0 6. P. 2643–2655.
- 14. Rodrigues V.D.O., Faro Junior A.C. On catalyst activation and reaction mechanisms in propane aromatization on Ga/HZSM5 catalysts // Applied Catalysis A: General. 2012. vol. 435–436. P. 68–77.
- 15. Rodrigues V.D.O, Vasconcellos F.J. Jr., Faro Junior A.C. Mechanistic studies through H-D ehchange reactions: Propane aromatization in HZSM5 catalysts // Journal of Catalysis. 2016. vol. 344. P. 252–262.

УДК 004.912:811.512.111

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА ЧУВАЩСКОГО ЯЗЫКА

Желтов В.П., Сергеев Е.С., Пушкин А.С., Скворцов А.В.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: akaevgeniy@rambler.ru

Предметом исследования являются особенности разработки морфологических анализаторов естественных языков. Задачей морфологического анализатора (МА) чувашского языка является установление морфемного состава слов, а также морфологических признаков, используемых в задачах синтаксического и семантического анализаторов. База знаний морфологического анализа чувашского языка состоит из списка перечислимых типов (описывающих морфологические признаки), словарей (описывающих значение морфем), справочников (описывающих взаимосвязь морфем и признаков), структуры рабочей модели данных (для хранения текстов, слов и вариантов разбора слов) и метаправил (описывающих последовательность разбора слов разных частей речи). Цель работы: проектирование, разработка динамически подключаемой библиотеки (dll), предоставляющей набор методов и функций для морфологического анализа слов чувашского языка для внедрения в системы машинного перевода, лингвистических процессоров. Получена программная реализация правил для анализа слов-исключений. Разработанная модель является языконезависимой и может быть применена для русского и для чувашского языка. Приведен практический результат работы программы. Во всех случаях при наличии морфем в словаре программа производила точный анализ с правильным определением всех атрибутов.

Ключевые слова: морфологический анализ, компьютерная лингвистика, морфологический анализатор, чувашский язык, анализ текста, лингвистический корпус

SOME PROBLEMS OF DESIGNING THE MORPHOLOGICAL ANALYZER OF THE CHUVASH LANGUAGE

Zheltov V.P., Sergeev E.S., Pushkin A.S., Skvortsov A.V.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», Cheboksary, e-mail: akaevgeniy@rambler.ru

The subject of the study are the features of the development of morphological analyzers of natural languages. The task of the morphological analyzer (MA) of the Chuvash language is the establishment of the morphemic composition of words, as well as the morphological features used in the tasks of the syntactic and semantic analyzers. The knowledge base of morphological analysis of the Chuvash language consists of a list of enumerated types (describing the morphological features), dictionaries (describing the meaning of morphemes), reference books (describing the relationship of morphemes and attributes), the structure of the working data model (for storing texts, words and word parsing options) and meta-rules (Describing the sequence of parsing the words of different parts of speech). The aim of the work: designing, developing a dynamically connected library (dll), which provides a set of methods and functions for the morphological analysis of the words of the Chuvash language for introduction into machine translation systems, linguistic processors. The program implementation of rules for the analysis of exception words is obtained. The developed model is language-independent and can be applied for Russian and for the Chuvash language. The practical result of the program is given. In all cases, in the presence of morphemes in the dictionary, the program produced an accurate analysis with the correct definition of all attributes.

Keywords: morphological analysis, computer linguistics, morphological analyzer, Chuvash language, text analysis, linguistic corpus

Задачей морфологического анализатора (МА) чувашского языка является установление морфемного состава слов, а также морфологических признаков, используемых в задачах синтаксического и семантического анализаторов.

База знаний морфологического анализа чувашского языка состоит из списка перечислимых типов (описывающих морфологические признаки), словарей (описывающих значение морфем), справочников (описывающих взаимосвязь морфем и признаков), структуры рабочей модели данных (для хранения текстов, слов и вариантов

разбора слов) и метаправил (описывающих последовательность разбора слов разных частей речи).

Распределение морфологических характеристик по частям речи приведено в таблице.

Цель работы: проектирование, разработка динамически подключаемой библиотеки (dll), предоставляющей набор методов и функций для морфологического анализа слов чувашского языка для внедрения в системы машинного перевода, лингвистических процессоров.

Проект библиотеки морфологического анализатора состоит из семи классов (рис. 1).

Существительное	Лицо, число, падеж, форма (1–17), одушевленность, время	
Прилагательное	Лицо, число, падеж, форма (5, 12, 10, 3, 8, 17, 18), время	
Числительное Репрезентация, форма (4, 5, 10, 12, 10, 14, 2, 17), падеж		
Местоимение Репрезентация, форма (8, 14, 1, 2), падеж		
Глагол Репрезентация, вид, аспект, залог, время, падеж (В), форма (9		
Причастие	Вид, аспект, залог, время, форма (7, 1, 9, 11), падеж	
Деепричастие	Вид, аспект, залог, время	
Союз	Репрезентация, форма	
Частица	Значение, форма	
Послелог	Значение, форма	

Распределение морфологических характеристик

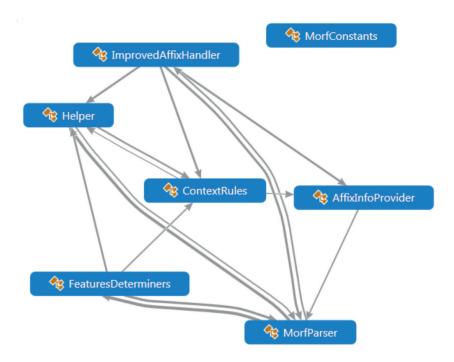


Рис. 1. Библиотеки морфологического анализатора чувашского языка

MorfParser.cs – Главный класс МА. Имеет два открытых метода для работы.

AffixInfoProvider.cs — Класс предоставляет набор полей и функций для работы с аффиксами.

ContextRules.cs – Класс отвечает за корректное определение правила восстановления согласно контексту.

FeaturesDeterminers.cs — Класс предоставляет набор функций для определения атрибутов (характеристик) слов.

Helper.cs – Класс содержит набор вспомогательных статических функций.

ImprovedAffixHandler – Класс принимает слово для разбиения его на составляющие и производит поиск в словаре.

MorfConstants – Класс представляет собой набор констант, введенных и использованных в проекте.

Требования к библиотеке [1]:

- Определение части речи слова и других морфологических характеристик
 - Выделение корня и аффиксов.
 - Распознавание контекстов.
 - Анализ слов-исключений.
- Возможность вывода результатов в файл.
- Режим логгирования для удобной отладки.

Общий алгоритм:

Шаг 1. Начало.

Шаг 2. Разработка технического задания и составления критерия определения готовности работы.

Шаг 3. Выбор программы и языков создания библиотеки.

Шаг 4. Разработка алгоритмов решения задачи.

Шаг 5. Реализация функционала из технического задания.

Шаг 6. Тестирование всех функций би-блиотеки.

Шаг 7. Завершение работы.

Структура разработки представляет собой минимальный набор средств для работы приложения. Для использования библиотеки МА требуется платформа .NET Microsoft.

Структуру чувашских слов можно представить в виде суммы корней и аффиксов. Приставки и окончания, в отличие от русского языка, в чувашском языке отсутствуют, что упрощает разработку МА. Таким образом, для разработки требовался словарь основ (корней) и база аффиксов [2]. Исходный словарь представляет собой текстовый файл, в котором слова представлены следующим образом: слово, часть речи, информация об источнике. В нем собрано более тридцати одной тысячи слов чувашского языка.

В чувашском языке около ста семидесяти аффиксов. Исходная база аффиксов (БА) имела схожую структуру со словарем [3].

Рассмотрим пример. Слово «витресемпех», означающее «с ведрами же», раскладывается на следующие составляющие: «витре+сем+пе+х». Извлеченные аффиксы сохранят свой порядок и с другими словами («ачасемпех», «ёссемпех»). Из этого можно сделать вывод о возможности представления базы аффиксов в виде совокупности уровней. Где на каждом уровне будут храниться аффиксы, которые могут склеиваться с аффиксами, у которых уровни ниже. На основе ранее извлеченных аффиксов БА бы выглядела следующим образом: на первом уровне «сем», на втором «пе», на третьем «х». Вдобавок, каждый аффикс, помимо признака последовательности, хранит в себе характеристику типа. Согласно этому принципу, каждому аффиксу свойственна своя палитра частей речи, к которым он может присоединиться. Аффиксы из рассмотренного примера могут соединяться со следующими частями речи:

«Сем» – аффикс множественного числа. Существительные, прилагательные, числительные, местоимения.

«Пе» – аффикс дательного падежа. Существительные, прилагательные, числительные, местоимения.

«Х» – аффикс категории усиления. Существительные, прилагательные, числительные, местоимения, глаголы.

Список подходящих частей речи довольно обширный. Для компактности части речи разделены на условные группы. После анализа выявлены определены типы и ко-

торые применены в конечной версии базы аффиксов.

OnlyGlagol – тип, под которым объединены аффиксы глагольного типа, т.е. склеивающиеся только с глаголами. К таким относятся: «ма, ме, мас, мес».

NotGlagol – тип, объединяющий неглагольный класс аффиксов. По большей части это падежные аффиксы: «па, пе, ра, ре, та, те».

Апу – общий тип аффиксов, способные соединяться и с глагольными и именными частями речи. Например, аффикс «а» относится и к дательному падежу (сурт -> сурта), так и к деепричастиям (чуп -> чупа).

Формирование базы аффиксов завершается определением одного из трех типов для каждого уровня аффиксов. Некоторые уровни, содержащие пересекающиеся типы, разбиваются до наличия лишь однородных аффиксов на один уровень. БА на данный момент разделен на тридцать семь (37) уровней.

В целях более удобного внесения изменений словарь и база аффиксов и другие вспомогательные документы хранятся в виде текстовых файлов. Для редактирования как специалисту, так и пользователю в качестве программного обеспечения достаточно стандартного блокнота. Тем не менее при необходимости БА легко может быть конвертирована в таблицы базы данных в силу своей структуры.

Разработку морфологического анализатора можно разделить на два этапа. Вопервых, слово в исходной форме ищется в словаре основ. Грамматические характеристики в данном случае определяются по умолчанию в зависимости от части речи. На втором этапе производится непосредственный анализ слова, разбиение его на пары «корень-аффиксы» и выявление характеристик. Оба этапа возвращают произвольное количество частей речи в зависимости от найденных совпадений. При отсутствии совпадений слово возвращается с «неопределенными» характеристиками. Рассмотрим поподробнее каждый из этих этапов.

Первая и наиболее простая часть — это прямой поиск входного слова в словаре основ. Эту задачу решает функция SearchInDictionaries. Алгоритм метода приводится ниже.

Алгоритм поиска совпадений в словаре. Шаг 1. Отделить от входного слова аффиксы-частицы, такие как «-и», «-çке» и другие: «аша-çке» (тепло же), «пысак-и?» (большой ли). Записать аффиксы в строковой переменной. Если слово «двойное», образованное с помощью повторения (килкил), убрать повторяющуюся часть слова.

Шаг 2. По началу слова определить диапазон поиска. Так как словарь отсортированный, непосредственно проход по всему словарю не требуется.

Шаг 3. В выявленном диапазоне производить поиск слова. Вне зависимости от найденных совпадений продолжать поиск до конца. Шаг 4. Извлечь часть речи найденного слова. На основе него определить остальные грамматические характеристики.

Определение границ поиска непосредственно основано на рассмотрении всех возможных вариаций пар символов, с которых может начинаться слово (рис. 2).

```
"аб", "ав", "аг", "ад", "аз", "аи", "ай", "ак", "ал", "ам", "ан", "ао", "ап", "ар",
"ăв", "ăй", "ăл", "ăм", "ăн", "ăп", "ăp", "ăc", "ăc", "ăт", "ăф", "ăx", "ăш",
"ба", "бе", "би", "бл", "бо", "бр", "бу", "бы", "бю"
"ва", "ва", "ве", "ве", "ве", "вз", "ви", "вк", "вл", "во", "вр", "вс", "вт", "ву",
"га", "га", "ге", "гё", "ги", "гл", "гн", "го", "гр", "гу", "гя",
"да", "дв", "де", "дж", "дз", "ди", "дн", "до", "др", "ду", "ды", "дю",
"ев", "ег", "ед", "ей", "ек", "ел", "ем", "ен", "еп", "ер", "ес", "ет", "еф", "ех",
"ӗк", "ĕл", "ĕм", "ĕн", "ĕп", "ĕр", "ĕс", "ĕç", "ĕт", "ĕф", "ĕх", "ĕш",
"ma", "mr", "me", "mu", "mu", "mh", "mo", "mp", "my", "mo",
"за", "зв", "зд", "зе", "зн", "зо", "зу", "зэ",
"Иб", "ИВ", "ИГ", "ИД", "ИЕ", "ИЖ", "ИЗ", "ИЙ", "ИК", "ИЛ", "ИМ", "ИН", "ИО", "ИП",
"йа", "йӑ", "йӗ", "йо", "йӱ", "йы",
"ka", "kă", "kb", "ke", "kĕ", "ku", "kл", "kh", "ko", "kp", "kc", "ky", "kÿ", "kx",
"ла", "лă", "ле", "лё", "лĕ", "ли", "ло", "лу", "лў", "ль", "лю", "ля",
"Ma", "Mă", "Me", "Mě", "MN", "MH", "MO", "MD", "MY", "MŸ", "MH", "MЭ", "MЯ",
"на", "на", "не", "не", "ни", "но", "нр", "ну", "ну", "нэ", "ня",
"оа", "об", "ов", "ог", "од", "оз", "ой", "ок", "ол", "ом", "он", "оп", "ор", "ос",
"na", "nă", "ne", "ně", "nu", "nx", "nh", "no", "np", "nc", "nt", "ny", "nÿ", "nw",
"ра", "ре", "ри", "ро", "рт", "ру", "ры", "рэ", "рю", "ря",
"са", "сă", "сб", "св", "сд", "се", "сё", "сё", "си", "ск",
                                                            "CJ", "CM", "CH", "CO",
"са", "сă", "св", "се", "сё", "си", "ст", "су", "сў", "сы",
"Ta", "Tă", "TB", "TE", "TE", "TE", "TN", "TK", "TO", "TI", "TD", "TC", "TY", "TŸ",
"уа", "уб", "ув", "ут", "уд", "уе", "уз", "уй", "ук", "ул", "ум", "ун", "уп", "ур",
"ўк", "ўл", "ўн", "ўп", "ўр", "ўс", "ўт", "ўх",
```

Рис. 2. Структура вариаций пар символов

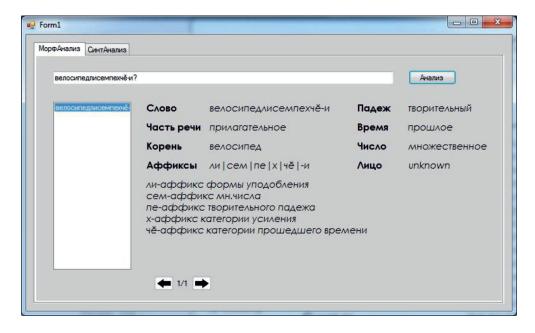


Рис. 3. Рабочее окно морфологического анализатора

Составив список пар, отсортировав их в алфавитном порядке и сопоставив их со словарем, получаем некую карту, где каждой паре слева справа соответствует номер строки, с которой начинаются подобные слова. Однако эти данные не определяются заранее. Так как в МА предусмотрена возможность динамического подключения разных словарей, выявление границ поиска определено в функцию. Таким образом, функция автоматически запускается при подключении нового словаря, обеспечивая анализатор актуальными данными [4, 5].

Как видно из рис. 3, программа корректно проводит анализ слов и правильно определяет корень и атрибуты. Как показали результаты тестирования, установление морфемного состава слов, а также морфологических признаков производится за 1–3 миллисекунды.

В предлагаемой работе разработана библиотека морфологического анализа чувашского языка. Библиотека создана на платформе NET. Framework в среде Visual Studio 2013 на языке С#. Приведен оригинальный алгоритм рекурсивного метода разбиения исходного слова на составляющие. Разработанная библиотека выполняет следующие задачи: определение части речи слова; извлечение корня и аффиксов; анализ контекстов, восстановление символов; определение морфологических характеристик; логгирование работы для удобной отладки.

Результаты работы библиотеки успешно могут быть применены на входе синтаксического анализатора и являются составной частью лингвистического процессора.

Исследование выполнено при финансовой поддержке $P\Phi\Phi U$ в рамках научного проекта N 15-04-00532.

- 1. Желтов П.В. Морфологический анализатор национального корпуса чувашского языка // Совершенствование методологии познания в целях развития науки: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Самара, 30 июня 2017) / в 2 ч. Ч. 1. Стерлитамак: АМИ, 2017. С. 11–13.
- 2. Желтов П.В. Создание национального корпуса чувашского языка: проблемы и перспективы // Современные проблемы науки и образования. -2015. № 1–1.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19046 (дата обращения: 18.07.2017).
- 3. Губанов А.Р. Морфологический стандарт для систем автоматической обработки текстов на чувашском языке и архитектура грамматического словаря // В сборнике: Актуальные вопросы истории и культуры Чувашского народа / Составитель и научный редактор Н.Г. Ильина; Чувашский государственный институт гуманитарных наук. Чебоксары, 2015. С. 146—161.
- 4. Сулейманов Д.Ш., Невзорова О.А., Гатиатуллин А.Р., Гильмуллин Р.А., Аюпов М.М., Пяткин Н.В. Основные компоненты прикладной грамматической модели татарского языка // В Трудах Междунар. научной конференции Диалог-2007. Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. М.: Изд-во РГГУ, 2007. С. 525–530.
- 5. Сулейманов Д.Ш., Невзорова О.А., Гатиатуллин А.Р., Гильмуллин Р.А. Лингвистические аспекты информационного поиска для тюркских языков // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы (ИИ-2009) / Материалы Х Международной научно-технической конференции. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 294 с.: С. 288–290.

УДК 681.5.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

¹Исмагилов Ф.Р., ¹Хайруллин И.Х., ²Нусенкис А.А., ¹Охотников М.В., ²Сайгафаров Д.У.

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: oxothukob@mail.ru;

²OOO «Курс», Уфа, e-mail: Kursufa@gmail.com

Настоящая статья посвящена исследованию распределения напряженности электрического поля между игольчатым коронирующим и цилиндрическим осадительными электродами электрофильтра новой конструкции, предлагаемой авторами. В статье предложены и проанализированы несколько вариантов исполнения цилиндрических осадительных электродов, в том числе с торцевыми экранами, способствующими перекрытию зоны осаждения частиц на корпус и реализации возможности удаления осевших частиц совместно с очисткой осадительных электродов. Оригинальность конструкции, подтверждаемая патентом на изобретение, обуславливается условием компактности рассматриваемого электрофильтра, в котором предусматривается уменьшение до минимума воздушного зазора между электрофами и корпусом. Рассмотрено продольное и поперечное распределение напряженности вокруг осадительного электрода электрофильтра. Проведено экспериментальное исследование осадительных электродов с торцевыми экранами, подтверждающее эффективность их применения в электрофильтре данной конструкции.

Ключевые слова: напряженность электрического поля, осадительный электрод, коронирующий электрод

INVESTIGATION OF ELECTRICAL FIELDS IN THE ELECTROFILTER OF THE NEW CONSTRUCTION

¹Ismagilov F.R., ¹Khayrullin I.Kh., ²Nusenkis A.A., ¹Okhotnikov M.V., ²Saygafarov D.U.

¹Ufa State Aviation Technical University (USATU), Ufa, e-mail: oxothukob@mail.ru; ²OOO «Kurs», Ufa, e-mail: Kursufa@gmail.com

The present article is devoted to the study of the distribution of the electric field strength between the needle corona and cylindrical precipitating electrodes of a new design of the electrostatic precipitator proposed by the authors. Several variants of the execution of cylindrical precipitating electrodes including those with end shields that contribute to overlapping the zone of deposition of particles on the shell and to realize the possibility of removing the settled particles together with the cleaning of the precipitation electrodes are proposed and analyzed. The originality of the design, confirmed by the patent for the invention, is due to the compactness of the electrostatic precipitator in question, which provides for minimizing the air gap between the electrodes and the body. The longitudinal and transverse distribution of the tension around the precipitating electrode of the electrostatic precipitator is considered. An experimental study of precipitation electrodes with end shields has been carried out, confirming the effectiveness of their use in the electrostatic precipitator of this design.

Keywords: the electric field strength, the precipitation electrode, the discharge electrode

При разработке и проектировании электрофильтров учитываются ряд требований: эффективность очистки, габаритные размеры и стоимость. Эффективность электрофильтра определяется процентом улавливаемых частиц, его конструкцией и согласованностью работы электрофильтра с параметрами рассматриваемой котельной. Значительные габаритные размеры существующих типов электрофильтров, не использующих сменных чистящих элементов, помимо пропускной способности обусловлены количеством камер очистки и воздушными зазорами между электродами и корпусом.

Для применения электрофильтра в котельных малой и средней мощности, характеризующихся меньшими объемами выбросов по сравнению с котельными на промышленных предприятиях, вопрос габаритов, а следовательно, и стоимости играют существенную роль. Данным критериям удовлетворяет компактный вертикальный электрофильтр, предлагаемый авторами [1]. Особенностями конструкции данного фильтра являются цилиндрические вращающиеся осадительные электроды (ЦОЭ) и устанавливаемые вокруг них в определенном порядке неподвижные игольчатые коронирующие электроды. Степень очистки дымового потока в таком электрофильтре ввиду компактности конструкции целиком определяется электростатическим полем в зазоре. Условие компактности рассматриваемого электрофильтра, помимо новой конструкции электродов, предусматривает уменьшение до минимума воздушного зазора между электродами и корпусом. Данное конструктивное решение, кардинально отличаясь от вариантов компоновки электродов в существующих фильтрах, может обеспечить повышение эффективности работы фильтра в целом. Для обоснования возможности применения электрофильтра данной конструкции целесообразно провести детальное компьютерное моделирование процессов в электрофильтре. Для выполнения этих исследований применялся программный пакет Ansys. В процессе моделирования электрического поля в данной конструкции, были получены результаты, показывающие уменьшение потоков утечки дыма в обход зоны очистки, что определяется конструкцией фильтра в целом. Однако исходя из анализа смоделированного электрического поля в зазоре (рис. 1, а) было определено, что данное конструктивное решение привело к образованию зон высокой напряженности в области $\langle X \rangle$ (рис. 2, a). Согласно [2] при достижении напряженности поля в воздушном зазоре значений выше 3,2 кВ/мм в нем будет наблюдаться искровой разряд (пробой) и, как следствие, падение напряженности во всем воздушном зазоре до нулевых значений. Наличие частиц сажи в данном воздушном зазоре приведет к изменению в нем диэлектрической проницаемости [3]. Предотвратить пробой в области Х воздушного зазора, при данной конструкции электродов, возможно снижением напряжения на электродах до значений максимально допустимой напряженности поля [2]. Однако это приведет к падению напряженности поля (хар. 3, рис. 3) в основном воздушном зазоре δ_0 , на величину ΔE .

Результаты моделирования показывают, что часть силовых линий электрического поля от коронирующего электрода, помимо непосредственного замыкания на осадительный электрод через основной воздушный зазор δ_0 (рис. 1, а), замыкаются по корпусу электрофильтра через торцевые части воздушного зазора δ_{π} .

Добиться максимальных значений напряжённости электрического поля на всем протяжении воздушного зазора — основная задача при разработке электрофильтра. Выполнение данного условия будет способствовать достаточной эффективности очистки проходящего через фильтр дымового потока и равномерному осаждению улавливаемых частиц на всем протяжении осадительной поверхности электрода.

Для решения данной задачи на первый взгляд необходимо сокращение длины коронирующего электрода l_1 по сравнению с длиной осадительного электрода l_2 до значений l_3 (рис. 1, б). Это позволяет увеличить торцевой воздушный зазор δ_{τ} , образующийся между корпусом фильтра и коронирующим электродом, до значений $\delta_{\tau} \geq \delta_0$ и сконцентрировать поле в основном

зазоре δ_0 . В то же время напряженность поля в торцевых частях воздушного зазора согласно данным моделирования снизится (рис. 3, хар. 5), что приведет к снижению эффективности очистки дыма в данной области [4]. Одновременно с этим, как видно из картины электрического поля с сокращенным по длине коронирующим электродом l_3 (рис. 1, б), в областях «Х» все еще наблюдается замыкание части силовых линий электрического поля на корпус электрофильтра, что в процессе работы фильтра приводит к осаждению частиц сажи на корпусе в данных областях. Дальнейшая эксплуатация приведет к увеличению сажевого (электропроводящего) слоя на данном участке, очистка которого при рассматриваемом исполнении электрофильтра не представляется возможной. С увеличением сажевого слоя по толщине и концентрации частиц, в зазоре наблюдается перераспределение уровня напряженности электрического поля, что в итоге приведет к критическому увеличению напряженности в краевых зонах и последующему электрическому пробою. Последствием этого будет нестабильный режим работы и последующее за ним выбрасывание неочищенного дымового потока.

Компенсировать данные последствия процессов в рассматриваемой конструкции возможно установкой тонкостенных цилиндрических экранов по торцам осадительных электродов, что позволит перекрыть зоны осаждения частиц на корпус и реализовать возможность удаления данных частиц совместно с очисткой основной поверхности ЦОЭ. Исполнение данных экранов возможно по двум вариантам из электропроводящих и неэлектропроводящих материалов. При первом варианте исполнения, величина воздушного зазора $\delta_{_{\rm T}}$ в краевых зонах будет эквивалентна величине воздушного зазора δ_0 (рис. 1, в). При этом силовые линии электрического поля в торцевых зазорах $\delta_{_{\rm T}}$ будут замыкаться на данные экраны, создавая напряженность $E_{_{\mathrm{T}}}$ эквивалентную по значению напряженности E_{δ} в основном зазоре δ_0 (рис. 3, хар. 4). При этом образующиеся зоны высокой напряженности будут соответствовать основному воздушному зазору δ_0 (рис. 2, б), (рис. 3, хар. 2, 4). Второй вариант исполнения экранов (рис. 1, г) потребует расчета величины зазора δ_{τ} согласно напряженности поля в торцевых частях, создаваемой между коронирующим электродом и корпусом (рис. 3 хар. 5). Дополнительным отрицательным фактором, который необходимо учитывать при данном исполнении экрана, будет образование в процессе очистки фильтром дымового потока, неубираемого сажевого слоя с поверхности экранов (рис. 5), по которому в процессе эксплуатации будут замыкаться силовые линии электрического поля. При этом силовые линии электрического поля вначале, при условии отсутствия неубираемого слоя сажи, будут замыкаться на корпус электрофильтра (рис. 1, г), а затем по слою сажи

на поверхности экрана (рис. 1, в). Таким образом создаются условия, аналогичные условиям, возникающим при исполнении экрана из электропроводящих материалов, но величина зазора δ_{τ} , образующегося из-за слоя сажи, будет меньше δ_{0} , что приведет к изменению баланса значений напряженности поля E_{τ} и E_{δ} .

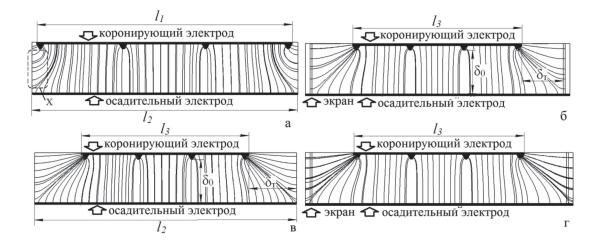


Рис. 1. Картина электрического поля в зазоре: а – с длинным коронирующим электродом и металлическим корпусом фильтра; б – с коротким коронирующим электродом и металлическим корпусом фильтра; в – с коротким коронирующим электродом, металлическим корпусом фильтра и металлическими экранами; г – с коротким коронирующим электродом, металлическим корпусом фильтра и неметаллическими экранами

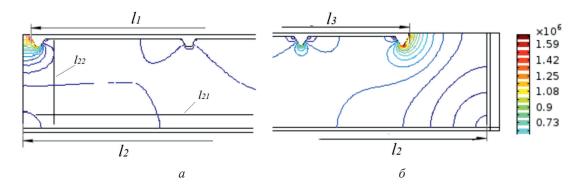


Рис. 2. Картина напряженности электрического поля

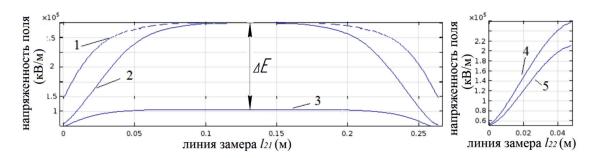


Рис. 3. Характеристика напряженности электрического поля в зазоре

На рис. 3 представлены характеристики напряженности электрического поля в воздушном зазоре $\delta_{\scriptscriptstyle 0}$. Характеристика 1 показывает распределение напряженности электрического поля E по зазору δ_0 (рис. 1, a) при условии $\delta_{\scriptscriptstyle T} > \delta_{\scriptscriptstyle 0}$, где $\delta_{\scriptscriptstyle T} - 3$ азор между корпусом фильтра й электродами. Характеристика 3 показывает распределение E электрического поля по зазору δ_0 (рис. 1, в) при условии $\delta_{\rm T} < \delta_{\rm 0}$, где $\delta_{\rm T} - 3$ азор между корпусом фильтра и коронирующим электродом. При этом величина подаваемого на электроды напряжения снижена для предотвращения искрового разряда. Характеристика 2 представляет распределение Е электрического поля по зазору δ_0 (рис. 1, в) при условии $\delta_{\rm T} = \delta_{\rm 0}$, где $\delta_{\rm T} - 3$ азор между торцевым экраном фильтра и сокращенным по длине коронирующим электродом. Характеристика 4 представляет распределение E электри-ловии $\delta_{_{\rm T}} = \delta_{_{\rm O}}$, где $\delta_{_{\rm T}}$ зазор между торцевым экраном фильтра и сокращенным по длине коронирующим электродом. Характеристика 5 представляет распределение Е электрического поля по зазору $\delta_{_{\rm T}}$ (рис. 1, в) при условии $\delta_{_{\rm T}} = \delta_{_{\rm 0}}$, где $\delta_{_{\rm T}}$ – зазор между корпусом фильтра и сокращенным по длине коронирующим электродом.

Исходя из конструкции рассматриваемого электрофильтра [1], характеризующе-

гося применением ЦОЭ, можно видеть, что вокруг одного такого электрода можно размещать несколько коронирующих электродов $(k_1...k_n)$, при этом продольный зазор образуемый осадительным и коронирующим электродами (рис. 1), и напряжённость в каждом таком зазоре, учитывая, что они симметричны, будут определяться одинаково. Расположение нескольких коронирующих электродов вокруг одного осадительного электрода (рис. 6) будет создавать поперечный воздушный зазор, распределение напряженности по которому будет отличаться от распределения напряженности по продольному зазору ввиду наличия цилиндрической осадительной поверхности ЦОЭ.

Картина поля при данной компоновке электродов, представленная на рис. 4, по-казывает замыкание части силовых линий электрического поля от коронирующих электродов на торцевые стенки корпуса фильтра. Для минимизации последствий, аналогичных рассмотренным выше, возникающих из-за действия электрического поля в данном зазоре, необходимо расположить электроды относительно корпуса и ЦОЭ, и обеспечить при этом максимальное значение напряженности поля в зазоре δ_0 активной зоны осаждения частиц, находящейся на пути непосредственного прохождения дымового потока.

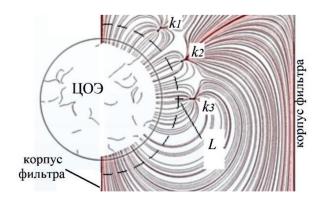


Рис. 4. Картина поля в поперечном разрезе



Рис. 5. Осаждение частиц на торцевых экранах

Анализируя картину экспоненциальных линий распределения напряженности поля (рис. 2, б), можно видеть, что области максимальной напряженности поля располагаются непосредственно в зазоре между коронирующим и осадительным электродом, создавая при этом область электрического поля с однородным значением напряженности. Значения напряженности в торцевых зонах при этом будут иметь спадающие значения, уменьшающиеся с увеличением расстояния до торцевых стенок (рис. 7).

Аналитически определить изменение напряженности в зазоре можно, воспользовавшись выражением для расчета напряженности электрического поля между двумя заряженными пластинами, учитывая, что поле создаваемое в рассматриваемой конструкции электрофильтра как на пути дымового потока, так и вдоль ЦОЭ будет неоднородным, ввиду особенностей геометрии электродов.

Общеизвестно, что расчет напряженности E между обкладками конденсатора определяется как [5]:

$$E = U/\delta$$
,

где U – напряжение прикладываемое к пластинам; δ – расстояние между пластинами.

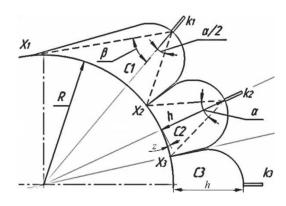


Рис. 6. Разделение поперечного зазора на сектора

Для расчета напряженности E_f рассматриваемого фильтра необходимо проанализировать создаваемый поперечный воздушный зазор (рис. 6). Если разбить поверхность осадительного электрода на сектора (C1, C2 ... Cn) по количеству коронирующих электродов k, расположенных вдоль его поверхности, то напряженность поля E_{fcn} , создаваемая в каждом секторе, будет ограничиваться длиной осадительной поверхности l в данных секторах. Данная поверхность в каждом секторе будет характеризоваться максимальной напряженностью создаваемой между осадительным и коронирующим электродами данного сектора [6].

$$l = x_n - x_{n-1} = \pi R \gamma / 2,$$

где $x_{n'}$, x_{n-1} — начало и конец дуги, определяющей поверхность l на ЦОЭ; R — радиус ЦОЭ; γ — угол определяющий поверхность осаждения на осадительном электроде.

Если R ЦОЭ много больше h, то кривизной поверхности осаждения можно пренебречь. При этом ввиду симметрии отдельных секторов (Нп. сектор C2, рис. 6), воздушный зазор в них можно разделить на две симметричные половины, каждая из которых будет изменяться согласно

$$\delta_{\infty} = \frac{h}{\cos(\infty/2)} + k_{\alpha},$$

где h — минимальное расстояние между осадительным и коронирующим электродами; ∞ — угол, определяющий область осаждения относительно коронирующего электрода; k_{α} — поправочный коэффициент воздушного зазора, учитывающий его изгиб.

$$k_a = h \cdot \text{tg}(\infty/2) \cdot \text{tg}z$$

где z — угол от касательной к окружности (в центральных секторах).

$$z = 1/2$$
.

Подобное деление воздушного зазора целесообразно так же и на крайних секторах, так как одна из частей воздушного зазора определяется на значительно большей поверхности осаждения.

$$\delta_{\beta} = \frac{h}{\cos(\beta)} + k_{\beta},$$

где β – угол, определяющий область осаждения относительно коронирующего электрода, на крайнем секторе; k_{β} – поправочный коэффициент воздушного зазора на крайнем секторе.

$$k_{\beta} = h \cdot \text{tg}(\beta) \cdot \text{tg} \nu$$

где v — угол от касательной к окружности (в крайнем секторе).

$$v = 1/2$$
.

Таким образом напряженность в половине сектора C2 рис. 6 будет определяться как

$$E_{fC2/2} = \frac{U}{\frac{h}{\cos(\infty/2)} + h \cdot \operatorname{tg}(\infty/2) \cdot \operatorname{tg}z}.$$

В секторах C1 и C3 напряженность поля будет рассчитываться аналогично.

На рис. 7 представлены характеристики распределения напряженности электрического поля на расстоянии 0,0025 м вдоль направляющей L (рис. 4).

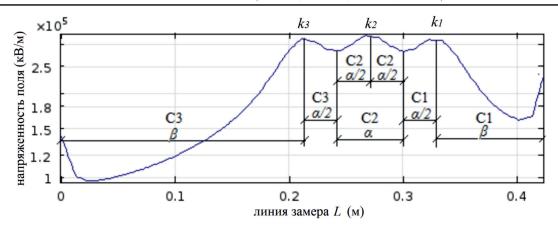


Рис. 7. Распределение напряжённости поля

В процессе рассмотрения картины распределения напряженности поля по зазору необходимо учитывать, что при движении дымового потока через данный фильтр проводимость в зазорах будет изменяться, вследствие того, что сажевые частицы имеют высокую электрическую проводимость [3].

Результаты моделирования электрического поля в представленной конструкции электрофильтра позволяют судить о возможности её применения с использованием торцевых осадительных экранов, выполняемых из электропроводящего материала, при этом ширина экранов должна быть не менее величины расстояния от поверхности осадительного электрода до задней стенки коронирующего электрода. Применение рассмотренной конструкции для конкретной котельной потребует более детального анализа процессов, учитывающих характер применяемого на ней топлива и проводимости, изменяющейся из-за свойств образовавшихся частиц сажи. Результаты исследований могут представлять интерес и быть

полезны при разработке и проектировании электрофильтров.

- 1. Патент РФ № 2608402, 18.01.2017 / Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Охотников М.В., Вавилов В.Е. Вертикальный трубчатый электрофильтр // Патент России Бюл. № 2.
- 2. Алешкин А.П., Бакурский К.В., Москалев В.М., Мысливцев Т.О. Электрический пробой воздуха при электромагнитном облучении наносекундными импульсами // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2017. № 4. С. 359—366.
- 3. Кулешов Г.Е., Сусляев В.И. Диэлектрическая проницаемость и электропроводность композиционных материалов на основе углеродных наноструктур // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2014. N2 1. C. 84–87.
- 4. Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Нусенкис А.А., Охотников М.В., Вавилов В.Е. Трассировка частиц в электрическом поле электрофильтра с цилиндрическими осадительными электродами // Фундаментальные исследования. 2016. № 7. C. 23—28.
- 5. Борисовский В.В. Электростатика (теория и практика): учебное пособие. Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2014. 49 с.
- 6. Шевченко С.Ю., Окунь А.А. Анализ методов расчета электрических полей установок высоких напряжений // Электротехника и электромеханика. -2010. -№ 4. -C. 59–62.

УДК 621.365

ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОЩАДИ МЕЖФАЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПОЛИКРИСТАЛЛАХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ И ГЕОМЕТРИИ НАНОЧАСТИЦ

Кармоков А.М., Молоканова О.О., Молоканов О.А., Калмыков Р.М.

Кабардино-Балкарский государственный университет, Hальчик, e-mail: karmokov@kbsu.ru

В работе методами моделирования определены зависимости суммарной площади межфазной поверхности от размеров зерен и концентрации частиц примеси. В качестве примеси, размещенной на межфазной границе, рассмотрены частицы кубической и сферической форм, фуллерены, а также углеродные нанотрубки. Установлены зависимости суммарной площади межфазной поверхности двухфазного композиционного материала от концентрации и размера примесных частиц кубической и сферической форм, а также для углеродных нанотрубок различных диаметров, а именно одно-, двух-, трех-, четырех- и пятислойных, где в качестве размерного параметра рассматривается длина нанотрубки. Полученные результаты будут полезны, в частности, при разработке новых материалов для термоэлектрических генераторов. С использованием данных результатов можно будет получить материалы с улучшенными значениями термоэлектрической добротности.

Ключевые слова: границы зерен, размер зерен, форма зерна, композиционный материал, гетерогенные системы, термоэлектрогенератор, межфазная граница, двухфазный сплав

THE DEPENDENCE OF THE INTERFACIAL SURFACE AREA IN POLYCRYSTALS AND COMPOSITE MATERIALS FROM NANOPARTICLES CONCENTRATION AND GEOMETRY

Karmokov A.M., Molokanova O.O., Molokanov O.A., Kalmykov R.M.

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

In the work methods of modeling the dependence of the total interfacial area of grain size and concentration of particles of impurities. As an impurity placed at the interface, the particles of cubic and spherical forms, fullerenes, and carbon nanotubes. The dependence of the total interfacial area of two-phase composite material from the concentration and size of the impurity particles of cubic and spherical shapes, as well as for carbon nanotubes of different diameters, a stable one-, two-, three-, four – and five-layer, where the dimensional parameter describes the length of the nanotubes. The obtained results will be useful, in particular in the development of new materials for thermoelectric generators. Using these results it will be possible to obtain materials with improved values of thermoelectric q-factor.

Keywords: grain boundary, grain size, grain shape, composite material, heterogeneous system, thermoelectric generator, interphase boundary, two-phase alloy

Известно [1], что эффективность термоэлектрического преобразования энергии существенно зависит от двух факторов. Во-первых, для тепловой машины, которой является термоэлектрогенератор, необходима максимально возможная разность температур горячей и холодной поверхностей, что, в свою очередь, определяется источником тепла. Во-вторых, необходимы высокие значения, так называемой термоэлектрической добротности, которую обычно обозначают произведением ZT и в существо которой в данной статье не будем углубляться. Именно в направлении повышения термоэлектрической добротности термоэлектроматериалов в настоящее время концентрируются исследования и разработки в области термоэлектрических генераторов.

Таким образом, одной из основных задач современной энергетики является преобразование тепловой энергии в электрическую. А одним из основных направлений реализации этой задачи является повышение термоэлектрической добротности полупроводниковых материалов, применяемых для создания термоэлектрогенераторов.

В настоящее время термоэлектрические генераторы с высоким КПД создаются на основе $\mathrm{Bi}_2\mathrm{Te}_3$ – для низких температур, PbTe – для средних температур и Ge-Si – для высоких температур [2–4].

Следует отметить, что в настоящее время не существует термоэлектрическихх материалов, которые бы в полной мере удовлетворяли как разработчиков и производителей, так и потребителей своими характеристиками. При этом какие-либо принципиальные ограничения на величину термоэлектрической добротности пока неизвестны, поэтому поиск материалов с лучшими свойствами должен продолжаться. Существенными инструментами в создании новых материалов для термоэлектрогенераторов являются эксперимент и моделирование.

Можно выделить три основных метода повышения термоэлектрической эффективности материала: 1) легирование халькогенидами или металлами, образующими твердые растворы; 2) добавление наноразмерных частиц в исходную матрицу; 3) использование дисперсных материалов. Как известно, повышение термоэлектрической добротности связано с изменениями фононной (решеточной) и электронной составляющих теплопроводности материала и изменением при этом электропроводности.

Добавление в матрицу основного материала термоэлектрогенератора микро- и наночастиц увеличивает дефектность структуры материала путем образования поверхностей раздела матрица – частица примеси. На этих поверхностях испытывают дополнительное рассеяние тепловой поток и электрический ток, что приводит к изменению коэффициентов тепло- и электропроводности материала. Можно считать, что изменение теплопроводности и электропроводности происходит пропорционально площади поверхности раздела фаз. Поэтому можно ожидать, что увеличение площади межфазной границы приведет к повышению термоэлектрической добротности такого композиционного материала. Кроме того, из-за сегрегации [5] и образования химических соединений [6] на межфазной поверхности разнородных материалов будут изменяться электрофизические и теплофизические свойства этой поверхности, что, в свою очередь, может оказать значительное влияние на термоэлектрическую добротность материала термоэлектрогенератора.

Повышение термоэлектрической бротности возможно также увеличением дисперсности, то есть путем уменьшения размера зерен в процессе кристаллизации термоэлектрического материала. На практике для изготовления термоэлектрических элементов часто используют спрессованные мелкодисперсные материалы [7]. Однако более перспективным является получение мелкодисперсного материала в процессе быстрой кристаллизации, то есть при высоких скоростях охлаждения при кристаллизации или путем иных внешних воздействий. Одним из возможных вариантов получения мелкодисперсного материала является кристаллизация расплава в поле высокочастотных акустических колебаний, причем, на наш взгляд, длины волн воздействующего ультразвука при этом должны быть близкими к длинам волн акустической эмиссии в процессе кристаллизации. В этом случае, при наложении упругих волн кристаллизации и внешних механических колебаний с той же величиной длин волн, можно ожидать наибольшего искажения кристаллической решетки в поцессе кристаллизации материала термоэлектрогенератора, что в свою очередь, должно привести к увеличению дисперсности закристаллизованного материала.

На рис. 1 представлены на примере олова экспериментальные данные зависимости средней площади поверхности кристаллических зерен от частоты ультразвука, полученные нами при акустическом воздействии на расплав в процессе его кристаллизации.

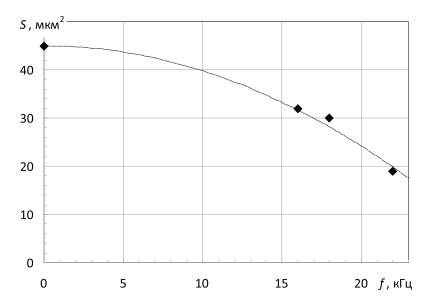


Рис. 1. Зависимость средней площади поверхности зерен олова от частоты ультразвукового воздействия при фазовом переходе из жидкого состояния в твердое (нулевая частота соответствует отсутствию ультразвукового воздействия)

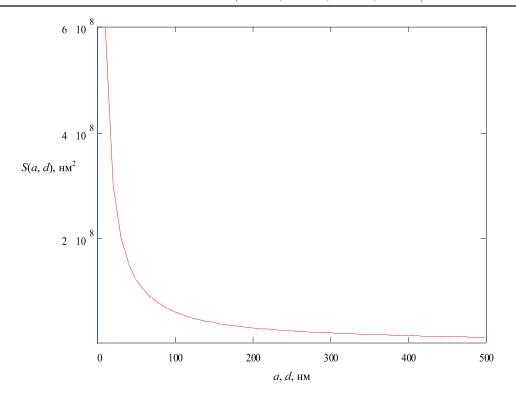


Рис. 2. Зависимость суммарной площади S(a, d) поверхности зерен 1 мкм 3 (10^9 нм 3) однофазного материала от размера грани а кубических или диаметра d сферических зерен

При одних и тех же условиях кристаллизации, то есть при одинаковой скорости охлаждения, были получены образцы, закристаллизованные без внешнего воздействия (0 кГц на графике) и при непосредственном воздействии акустическими волнами с частотами 16, 18 и 22 кГц. Как видно из рисунка, с повышением частоты ультразвукового воздействия от 16 до 22 кГц средний размер зерен уменьшается более чем на 40%. В этой области частот изучаемая зависимость для олова при условиях эксперимента может аппроксимироваться линейным уравнением

$$S = -2,25 f + 69$$

где S – средняя площадь поверхности зерен, выраженная в квадратных микрометрах, а f – частота воздействующего ультразвука, выраженная в килогерцах. При этом дисперсный анализ (анализ зависимости числа зерен от площади их поверхности) показал Гауссово распределение.

Рассмотрим наноразмерные частицы двух простых геометрических форм: кубической и сферической одного и того же объема *V*. Зависимость площади поверности раздела включений в однородную матрицу определяется для кубика и сферы соответственно соотношениями

$$S(a) = 6V/a \text{ M } S(d) = 6V/d,$$

где S — площадь поверхности, а a и d — ребро куба и диаметр сферы соответственно. Таким образом, эти зависимости являются идентичными. Тогда зависимость суммарной площади поверхности кубических и сферических зерен в 1 мкм³ (10^9 нм³) будет выглядеть, как представлено на рис. 2.

Если разместить на поверхности зерен углеродные наночастицы, например такие, как фуллерен C_{60} , то их концентрация будет зависеть от суммарной площади поверхности зерен. С увеличением размера зерен их концентрация уменьшается. Эта зависимость определяется соотношением

$$x(a) = 6D/(a+6D),$$

где D = 0.71 нм — диаметр фуллерена C_{60} . Эта зависимость (рис. 3) имеет гиперболический характер, и, как видно из рисука, значимое изменение концентрации частиц наблюдается при размерах зерен до 100 нм.

Площадь поверхности раздела фаз существенно зависит от геометрической формы частиц включений. Результаты расчета зависимости суммарной площади межфазной поверхности двухфазного композиционного материала от концентрации и размера частиц в 1 мкм³ для кубической и сферической фор-

мы частиц представлены на рис. 4, а для одно-, двух-, трех-, четырех- и пятислойных углеродных нанотрубок диаметрами 1,37; 2,01; 2,69; 3,37 и 4,05 нм соответственно — на рис. 5.

Как видно из рисунков, площади межфазной поверхности частиц кубической

и сферической форм отличаются от соттветствующей площади для углеродных нанотрубок на несколько порядков величины. С увеличением диаметра (числа слоев) нанотрубок от 1,37 до 4,05 нм суммарная площадь уменьшается в несколько раз.

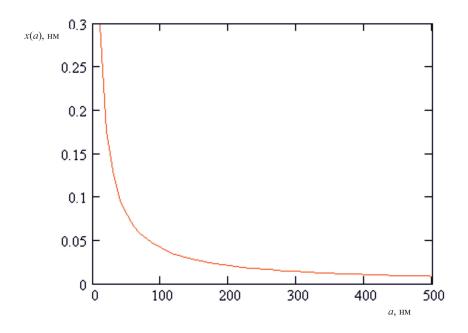


Рис. 3. Зависимость концентрации x(a), выраженной в относительных долях, фуллеренов в 1 мкм³, размещенных однослойно на поверхности зерен от размера а зерен кубической или сферической формы

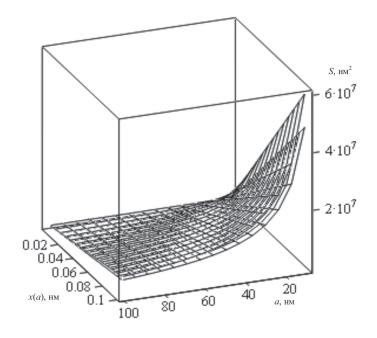


Рис. 4. Зависимость суммарной площади межфазной поверхности S (нм²) от концентрации х (относительные доли) и размера а (нм) частиц кубической и сферической формы в 1 мкм³ двухфазного композиционного материала

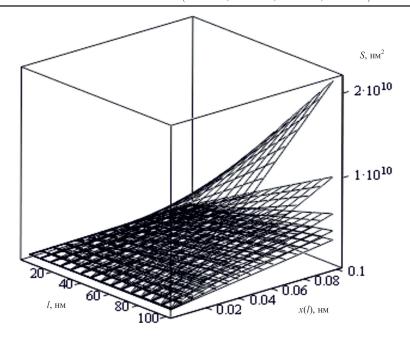


Рис. 5. Зависимость суммарной площади межфазной поверхности S (нм²) в 1 мкм³ двухфазного композиционного материала от концентрации х (относительные доли) и длины l (нм) одно-, двух-, трех-, четырех- и пятислойных углеродных нанотрубок диаметрами 1,37; 2,01; 2,69; 3,37 и 4,05 нм соответственно (сверху вниз)

Таким образом, форма и размеры частиц оказывают существенное влияние на суммарную площадь при размерах частиц менее 100 нм. В этих случаях свойства межфазной границы будут оказывать существенное влияние на физические, в частности электрофизические и теплофизические, свойства наноматериалов, что оказывается существенным с точки зрения разработки материалов для термоэлектрогенераторов.

- 1. Предельная эффективность термоэлектрического преобразования теплоты в высокотемпературных энергоустанов-ках / Хвесюк В.И. и др. // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. -2016. -№ 03. -C. 81–105.
- 2. Дмитриев А.В. Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов / А.В. Дмитриев, И.П. Звягин // УФН. -2010. T. 180, № 8. C. 821–838.

- 3. Ахмедова Г.А. Влияние легирования таллием на теплопроводность монокристаллов PbTe / Г.А. Ахмедова, Д.Ш. Абдинов // Неорганические материалы. 2009. Т. 45, № 8. С. 921—925.
- 4. Число Лоренца и фактор Холла в вырожденных полупроводниках при резонансном рассеянии носителей тока / Л.В. Прокофьева и др. // Физика и техника полупроводников. 2008. Т. 42, № 10. С. 1180–1189.
- 5. Кармоков А.М. Исследование сегрегации легирующих примесей на межфазной границе кремний-металл / А.М. Кармоков, Ф.М. Кожокова, О.А. Молоканов // Поверхность. Физика, химия, механика. 1996. № 2. С. 81—86.
- 6. Кармоков А.М. Влияние процесса силицидообразования и перераспределение примеси В в системах Ni-Si и Ti-Si / А.М. Кармоков, Ф.М. Кожокова, О.А. Молоканов // Поверхность. Физика, химия, механика. 1995. № 2. С. 41–44.
- 7. Термоэлектрические свойства нанокомпозитов теллурида висмута с фуллеренами / В.А. Кульбачинский, В.Г. Кытин, В.Д. Бланк, С.Г. Буга, М.Ю. Попов // Физика и техника полупроводников. 2011. Т. 45, № 9. С. 1241–1245.

УДК 519.6:378.145

АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Клеванский Н.Н.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Capamoв, e-mail: nklevansky@yandex.ru

Формирование расписания занятий вуза является широко известной и достаточно обсуждаемой проблемой. Проблема связана с распределением трех ограниченных ресурсов системы – студентов, преподавателей и аудиторий в определенных промежутках времени с соблюдением соответствующих ограничений. Задача формирования расписания занятий вуза является NP-полной. В статье представлены основные концепции и подходы в реализации задач расписаний высших учебных заведений. Процедура планирования занятий использует две последовательно применяемые схемы генерации расписаний, реализованных в среде СУБД. Формирование начального расписания по первой схеме с использованием критерия наилучшего распределения ресурсов является базовым для следующей схемы – этапа оптимизации. Каждая схема генерации расписаний включает два правила приоритетов – процедур получения решений с использованием многокритериального, многовекторного и гипервекторного ранжирования. Предложены основные критерии в задачах выбора при формировании и оптимизации расписаний высших учебных заведений – критерии загруженности и равномерности ресурсов системы.

Ключевые слова: расписание, заявка, занятие, схема генерации расписания, правило приоритетов, методы ранжирования

HIGH SCHOOL TIMETABLING ALGORITHMS

Klevanskiy N.N.

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: nklevansky@yandex.ru

High School Timetabling (HSTT) is a well known and wide spread problem. The problem consists of coordinating resources (e.g. rooms, teachers, and students), time slots and events (e.g. lectures) with respect to various constraints. Unfortunately, HSTT is hard to solve and just finding a feasible solution for simple variants of HSTT has been proven to be NP-complete. In the paper basic concepts for HSTT are presented. The HSTT procedure can be solved efficiently by two schedule generation schemes developed in database system. The first, a set of demands must be developed as initial solutions. A set of local and global resources are available for carrying out the activities of the systems. The solutions obtained by the first scheme with the best resource allocation rule are used as a baseline to compare those obtained by the latter. The second, the initial solution must be optimized. Each scheme consists of two heuristic solution-finding procedures based on priority rules. The priority rules use multi-criteria, multi-vector and hyper-vector ranking of decision support theory. The algorithm introduces the concept of an adjustable resource allocation factor which can be used to produce timetables. The basic criteria for choice operations are demanded – criterion of demand workload and criterion of resource equability.

Keywords: timetable, demand, activity, schedule generation scheme, priority rule, ranking methods

Формирование расписания занятий является одной из основных и наиболее сложных задач автоматизации управления учебным процессом вуза. В связи с большими различиями организации высшего образования в разных странах сделана попытка стандартизации ограничений для задач расписаний [9]. При учете всех ограничений, включая NP-полноту задачи, на передний план выходят эвристические методы, такие как имитация отжига [7], поиск с запретами [5, 8], эволюционные алгоритмы [10, 11]. В основе эвристик мультипроектного планирования находятся схемы формирования расписаний (SGS – schedule generation scheme) и правила приоритетов (PR – priority rules) [6]. Приоритетами являются критерии для определения очередности конкурирующих по ресурсам работ/проектов. В исследованиях по формированию расписаний вузов подобных подходов не обнаружено. Для решения задачи формирования расписания занятий вуза предложены эвристики, основанные на критериях загруженности и равномерности использования ресурсов [1, 3].

Целью данной статьи является представление схем генерации и правил приоритетов на основе методов ранжирования в программном формировании расписания занятий российского высшего учебного заведения. Все занятия полагаются независимыми друг от друга.

Задача формирования расписания занятий вуза является задачей распределения трех ресурсов — студенческого контингента, преподавателей и аудиторий при проведении трех видов занятий: занятие одной группы с одним преподавателем; занятие нескольких групп с одним преподавателем—занятие потока; занятие одной группы с несколькими преподавателями — занятия подгрупп группы.

Расписание занятий составляется, прежде всего, для студентов, наиболее удобным для которых является расписание, занятия в котором проводятся в разные дни недели в одно и то же время. То есть качество расписания должно определяться такими факторами, как идентичность учебных дней каждой группы по количеству и времени проведения занятий, равное количество проводимых в один день занятий и т.п. Эти факторы применяются как оценки равномерности занятий в расписаниях групп [1].

Исходными данными для формирования расписания занятий являются заявки групп, в которых указывается студенческий контингент, преподаватель, дисциплина, вид занятия и требуемые или желаемые аудитории с набором признаков. Основной признак аудитории – вместимость. Дополнительными признаками могут быть требуемое оборудование - лабораторное, компьютерное, мультимедийное и т.п. Аудитория в заявке группы может иметь «пустое» значение -Null, заменяемое конкретным значением при формировании расписания. Студенческий контингент в заявке группы представлен группой, потоком и подгруппой. В зависимости от вида занятия поток и подгруппа могут иметь значения Null. Заявки групп формируются для каждой «пары» занятий каждой группы для двух недель расписания. На основе заявок групп перед началом формирования расписания формируются заявки занятий, далее заявки, структура которых в зависимости от типа занятия имеет различный характер.

Для формирования расписания занятий высшего учебного заведения использованы две последовательно применяемые схемы генерации расписаний [2]:

- конструктивная эвристика SGS_1 стратегия формирования начального расписания:
- оптимизационная эвристика ${\rm SGS}_2$ стратегия оптимизация расписания.

Введем необходимые в математическом моделировании расписания обозначения.

Исходные данные задачи:

 $G = \left\{ g_i, \quad i = \overline{1,I} \right\}$ — множество академических групп;

P, R — множества потоков и подгрупп академических групп;

 $L = \{l_i, i = \overline{1, J}\}$ — множество преподавателей; $A = \{a_i, i = \overline{1, K}\}$ — множество аудиторий; $U = \{u(g, p, r, l, a)_i, i = \overline{1, M}\}$ — множество заявок групп, где:

-p — конкретный поток или — NULL; — r — конкретная подгруппа или — NULL; — l — конкретный преподаватель или — NULL;

-a — конкретная аудитория или NULL. $T = \left\{ t_i, \quad i = \overline{1, n_t} \right\}$ — множество таймслотов — временных интервалов проведения занятий, однозначно определяющих номер «пары» — tn, день недели — td и ее признак — ts; n_t — общее число таймслотов интервала расписания.

Исходные расчетные данные задачи:

N – количество занятий расписания;

 $D = \left\{ d_i, i = \overline{1, N} \right\}$ — множество заявок на проведение занятий;

$$G_i = \left\{g_{i,j}, i = \overline{1,N}, j = \overline{1,n_{i,g}}\right\}, G_i \in G$$
 — подмножество групп *i*-ой заявки;

 ng_i , $i = \overline{1,I}$ — количество заявок i-ой группы; np_i , $i = \overline{1,J}$ — количество заявок i-ого преподавателя;

 na_i , $i = \overline{1,K}$ – количество заявок i-ой аудитории.

Переменные задачи:

 $E = \left\{ e_i \left(g, p, r, l, a, tn, td, tf \right), i = \overline{1, N} \right\}$ – множество занятий расписания;

индекс занятия i=1,N- порядковый номер включения занятия в начальное расписание; ni, nr- количества включенных и не включенных в начальное расписание занятий;

 ng_i^{sh} , $i = \overline{1,I}$ — количество занятий i-ой группы, включенных в начальное расписание;

 np_i^{sh} , $i = \overline{1,J}$ — количество занятий i-ого преподавателя, включенных в начальное расписание;

 na_i^{sh} , $i = \overline{1,K}$ — количество занятий i-ой аудитории, включенных в начальное расписание;

Таблица 1

Оценки загруженности

<i>i</i> -ой группы	<i>i</i> -го преподавателя	<i>i</i> -ой аудитории
$c1_{i} = \frac{ng_{i} - ng_{i}^{sh}}{n_{t} - ng_{i}^{sh}} \tag{1}$	$c2_i = \frac{np_i - np_i^{sh}}{n_t - np_i^{sh}} \tag{2}$	$c3_i = \frac{na_i - na_i^{sh}}{n_i - na_i^{sh}} \tag{3}$

nt — количество таймслотов для включения заявки в начальное расписание занятий; w_k — количество занятий k-ой группы в интервале расписания;

 w_k^i – количество занятий k-ой группы на i-ой «паре» в интервале расписания;

 n_k^d — количество фактических учебных дней k-ой группы в интервале расписания;

 w_k^j – количество занятий k-ой группы j-ого учебного дня расписания;

 wd_k^j , wu_k^j – количество повторяющихся и не повторяющихся по времени занятий k-ой группы в j-ом и (j+7)-ом учебных днях интервала расписания.

Оценки равномерности занятий k-ой группы

<i>i</i> -ой «пары»	<i>j</i> -ого учебного дня	по идентичности занятий в j -ом и $(j+7)$ -ом учебных днях
$k1_k^i = 1 - \frac{w_k^i}{n_k^d} (4)$	$k2_{k}^{j} = \begin{cases} 0, \operatorname{int}\left(w_{k}^{j} - \frac{w_{k}}{n_{k}^{d}}\right) < 1\\ 1, \text{в противном случае} \end{cases} $ (5)	$k3_k^j = \frac{wu_k^j}{wd_k^j + wu_k^j} \tag{6}$

Значение оценки $k1_k^i$ присваивается всем занятиям i-ой «пары» k-ой группы. Значение оценки $k2_k^j$ присваивается всем занятиям j-ого учебного дня k-ой группы. Значение оценки $k3_k^j$ присваивается всем занятиям j-ого и (j+7)-ого учебных дней k-ой группы.

Критерий равномерности і-ого занятия расписания:

$$KT_{i}(g, p, r, l, a, tn, td, ts) = \left(\left\{k1_{k}^{m}\right\}, \left\{k2_{k}^{ul}\right\}, \left\{k3_{k}^{ul}\right\}, i = \overline{1, N}, k = \overline{1, n_{i,g}}\right). \tag{7}$$

Критерий равномерности расписания *k*-ой группы:

$$KG_{k} = \left(\left\{k1_{k}^{i}, i = \overline{1, n_{d}}\right\}, \quad \left\{k2_{k}^{j}, j = \overline{1, 12}\right\}, \quad \left\{k3_{k}^{l}, l = \overline{1, 6}\right\}\right), \tag{8}$$

где n_d – количество «пар» в день.

Введем булевы обозначения занятости группы $q_g \in Q_g$, занятости преподавателя $q_l \in Q_l$ и занятости аудитории $q_a \in Q_a$.

$$q_{g}\left(g,t\right) = \begin{cases} 1, \text{если у группы } g \in G \text{ есть} \\ \text{занятие в таймслоте } t \in T; \\ 0 - \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$q_{l}\left(l,t\right)\!=\!\begin{cases} 1, \text{если у преподавателя }l\!\in\!L\\ \text{есть занятие в таймслоте }t\!\in\!T\;;\\ 0\text{ - в противном случае} \end{cases}$$

$$q_a\left(a,t\right) = \begin{cases} 1, \text{если в аудитории } a \in A \\ \text{есть занятие в таймслоте } t \in T; \\ 0 - \text{в противном случае} \end{cases}$$

Стратегия SGS_1 (формирование начального расписания занятий) состоит в цикличном выборе очередной заявки d_{ni+1} и ее включении в расписание $S = \left\{e_i, i=\overline{1, ni+1}\right\}$ так, чтобы минимизировать критерии равномерности групп последнего включаемого занятия

$$\min\left\{KG_k, k = \overline{1, n_{ni+1,g}}\right\} \tag{9}$$

Таблица 2

при обязательных ограничениях

$$\sum_{g=1}^{I} \sum_{t=1}^{n_t} q_g(g,t) = N,$$

$$\forall t, \forall g \quad \sum q_g(g,t) \le 1,$$
(10)

$$\forall t, \forall l \quad \sum q_l(l,t) \leq 1,$$

$$\forall t, \forall a \quad \sum_{\alpha} q_{\alpha}(a,t) \le 1.$$
 (11)

Целевая функция (9) обеспечивает наибольшую возможную равномерность занятий групп последней заявки, что достаточно для формирования начального расписания при включении очередного занятия. Условие (10) гарантирует включение всех заявок в начальное расписание. Неравенства ограничений (11) исключают возможность участия любых группы, преподавателя или аудитории более чем в одном занятии формируемого расписания.

 SGS_1 содержит два правила приоритетов PR_{11} и PR_{12} , а в каждом цикле осуществляется:

- подготовка исходных данных для правила PR₁₁ переопределение оценок загруженности групп, преподавателей и аудиторий, а также критериев загруженности заявок занятий, не включенных в начальное расписание;
- в правиле PR₁₁ осуществляется выбор наиболее загруженной заявки занятия среди занятий, не включенных в начальное расписание;
- подготовка исходных данных для правила PR_{12} определение критериев равномерности начального расписания в таймслотах для включения выбранной правилом PR_{11} заявки в начальное расписание занятий;
- в правиле PR $_{12}$ определяется таймслот для включения выбранной правилом PR $_{11}$ заявки с обеспечением наибольшей равномерности потребления ресурсов системы.

Рассмотрим применение стратегии SGS_1 и правил приоритетов PR_{11} и PR_{12} .

В начале каждого цикла формирования начального расписания (схема SGS₁) перерассчитываются оценки загруженности ресурсов – групп, преподавателей и аудиторий (1–3), на основании которых формируются множества первых, вторых и третьих векторных компонент критериев загруженности заявок.

$$\left\{ \left(c1_{i,k}, i = \overline{1, n_g}\right), k = \overline{1, nr} \right\}, \tag{12}$$

$$\left\{ \left(c2_{i,k}, i = \overline{1, n_l}\right), k = \overline{1, nr} \right\}, \tag{13}$$

$$\left\{ \left(c3_{i,k}, i = \overline{1, n_a}\right), k = \overline{1, nr} \right\}. \tag{14}$$

Для определения самой загруженной заявки в правиле PR_{11} применяется многовекторное ранжирование, заключающееся в следующем [2,4]. Обратное многокритериальное ранжирование векторов (12–14) порождает множества рангов заявок по загруженности групп, преподавателей и аудиторий, формирующие множество векторов рангов заявок

$$\left\{ \left(rank1_{k}, rank2_{k}, rank3_{k} \right), \quad k = \overline{1, nr} \right\}.$$
 (15)

Старшая по рангу заявка, полученная прямым многокритериальным ранжированием векторов (15), является самой загруженной при принятых оценках и критериях загруженности. Она становится очередным кандидатом d_{ni+1} на включение в начальное расписание.

Для заявки d_{ni+1} определяется множество всех возможных в соответствии с обязательными ограничениями таймслотов расписания $\left\{t_i, i=\overline{1,nt}\right\}$. Оценки равномерности (4–6) групп заявки d_{ni+1} для каждого из таймслотов формируют три множества

множеств первых, вторых и третьих многовекторных компонент критериев равномерности.

$$\left\{\left\{k1_{k}^{i}, i=\overline{1,n_{g}}\right\}, k=\overline{1,nt}\right\},\tag{16}$$

$$\left\{\left\{k2_{k}^{i}, i=\overline{1,n_{g}}\right\}, k=\overline{1,nt}\right\},\tag{17}$$

$$\left\{\left\{k3_{k}^{i}, i=\overline{1,n_{g}}\right\}, k=\overline{1,nt}\right\}. \tag{18}$$

Для нахождения таймслота t_k , обеспечивающего наибольшую равномерность расписаний групп заявки d_{ni+1} , правило PR_{12} должно реализовать гипервекторное ранжирование критериев равномерности (16–18) заключающееся в следующем.

Прямое многокритериальное ранжирование каждого из множеств векторов (16–18) порождает три множества рангов критериев расписаний каждой группы.

$$\left\{ \left(rank4_{i,k}, i = \overline{1, n_g}\right), k = \overline{1, nt} \right\}, \tag{19}$$

$$\left\{ \left(rank5_{i,k}, i = \overline{1, n_g}\right), k = \overline{1, nt} \right\}, \qquad (20)$$

$$\left\{ \left(rank6_{i,k}, i = \overline{1, n_g}\right), k = \overline{1, nt} \right\}.$$
 (21)

Прямое многокритериальное ранжирование каждого из множеств векторов (19—21) порождает три множества рангов занятий для разных таймслотов $\left\{t_i, i=\overline{1,nt}\right\}$, формирующие множество векторов рангов занятий

$$\left\{ \left(rank7_{k}, rank8_{k}, rank9_{k} \right), \quad k = \overline{1, nt} \right\}. (22)$$

Прямое многокритериальное ранжирование векторов (22) определяет доминирующий вектор, индекс k которого определяет искомый таймслот, в котором будет проводиться занятие заявки d_{ni+1} . Если nr > 0, то переход к следующему шагу формирования начального расписания.

Стратегия SGS_2 (оптимизация расписания занятий) состоит в цикличном выборе очередного занятия и изменении расписания $S = \left\{e_i, i = \overline{1, N}\right\}$, которое минимизирует критерии равномерности групп последнего переставляемого занятия (9) при обязательных ограничениях (11).

В схеме SGS₂ используются два правила приоритетов PR_{21}^2 и PR_{22} . Правило PR_{22}^2 эквивалентно правилу PR_{12}^2 , поэтому в каждом цикле SGS, осуществляется:

- подготовка исходных данных для правила PR_{21} – переопределение оценок равномерности расписаний групп, а также критериев равномерности занятий расписания;

- в правиле PR₂₁ осуществляется выбор наиболее неравномерного занятия расписания;
- дальнейшие $\hat{\ }$ действия $\hat{\ }$ совпадают с действиями схемы SGS_1 .

Рассмотрим применение стратегии SGS_2 и правила приоритетов PR_{21}

В начале каждого цикла оптимизации расписания перерассчитываются оценки равномерности групп, на основании которых формируются множества первых, вторых и третьих векторных компонент критериев равномерности занятий.

$$\left\{\left(k1_{k}^{i}, i = \overline{1, n_{g}}\right), k = \overline{1, N}\right\},$$
 (23)

$$\left\{ \left(k2_{k}^{i}, i = \overline{1, n_{g}}\right), k = \overline{1, N}\right\},\tag{24}$$

$$\left\{ \left(k3_{k}^{i}, i = \overline{1, n_{g}}\right), k = \overline{1, N} \right\}. \tag{25}$$

Для определения самого неравномерного занятия в правиле PR_{21} применяется многовекторное ранжирование, заключающееся в следующем. Многокритериальное ранжирование векторов (23–25) порождает множества рангов занятий, формирующие множество векторов рангов

$$\left\{ \left(rank10_{k}, rank11_{k}, rank12_{k} \right), \quad k = \overline{1, N} \right\}. (26)$$

Старшее по рангу занятие, полученное многокритериальным ранжированием векторов (26), является самым неравномерным при принятых оценках и критериях равномерности и становится очередным кандидатом на перестановку в расписании. Далее, как и в схеме SGS₁, для множества всех возможных в соответствии с обязательными ограничениями таймслотов расписания определяется искомый таймслот для перестановки.

Заключение

Автор считает новыми следующие положения и результаты:

 введены многовекторные критерии загруженности заявок и равномерности занятий расписания;

- разработан общий подход к формированию расписания занятий вуза на основе двух последовательно применяемых схем генерации расписаний;
- использование правил приоритетов базируется на методах ранжирования теории принятия решений.

- 1. Клеванский Н.Н. Формирование расписания занятий высших учебных заведений // Образовательные ресурсы и технологии. -2015. -№ 1. -C. 34–44.
- 2. Клеванский Н.Н. Метаэвристики формирования расписаний // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2017. № 1. C. 85—88.
- 3. Клеванский Н.Н., Кашин С.С. Формирование расписания занятий университета с использованием методов ранжирования // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2010. № 4 (49). С.143–150.
- 4. Сафронов В.В. Основы системного анализа: методы многовекторной оптимизации и многовекторного ранжирования: монография. Саратов: Научная книга, 2009. 329 с.
- 5. Bello G.S., Rangel M.C., Boeres M.C.S. An approach for the class/teacher timetabling problem, in: Proceedings of the 7th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling (PATAT'08), 2008. P. 1–6.
- 6. Browning T.R., Yassine A.A. Resource-Constrained Multi-Project Scheduling: Priority Rule Performance Revisited. International Journal of Production Economics. 2010. № 126 (2). P. 212–228.
- 7. da Fonseca G.H.G., Santos H.G., Toffolo T.A.M., Brito S.S., Souza M.J.F. GOAL solver: a hybrid local search based solver for high school timetabling // Annals of Operations Research. 2014. P. 1–21.
- 8. Luca Di Gaspero, Andrea Schaerf., Hybrid Local Search Techniques for the Generalized Balanced Academic Curriculum, In Proceedings of HM. Berlin: Springer-Verlag, 2008. P. 146–157.
- 9. Post G., Ahmadi S., Daskalaki S., Kingston J.H., Kyngas J., Nurmi C., Ranson D. An XML format for benchmarks in High School Timetabling // Annals of Operations Research. 2012. № 194(1). P. 385–397.
- 10. Raghavjee R., Pillay N. A comparison of genetic algorithms and genetic programming in solving the school timetabling problem, in: Fourth World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC 2012), IEEE. P. 98–103.
- 11. Shambour M.K.Y., Khader A.T., Kheiri A., Ozcan E. A two stage approach for high school timetabling, in: Lee, M., Hirose, A., Hou, Z.G., Kil, R.M. (Eds.), Neural Information Processing. Springer Berlin Heidelberg. volume 8226 of Lecture Notes in Computer Science, 2013. P. 66–73.

УДК 691.175.5/.8

НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С.

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

Данная статья представляет собой обзор веществ и материалов, применяемых в качестве наполнителей для модификации свойств полимеров и получения на их основе композиционных материалов. Представлена общая классификация наполнителей и рассматривается их разделение на дисперсные и армирующие, к которым относятся волокнистые и листовые наполнители. Приводятся общие характеристики этих групп наполнителей и рассматривается их деление на минеральные, органические и другие подгруппы в зависимости от применяемых веществ. Для веществ и материалов дается информация по особенностям их применения в качестве наполнителей и по свойствам, которые они придают полимерным композиционным материалам. Дополнительно упоминается возможность модификации самих наполнителей путем аппретирования и импретнирования, а также возможность использования гибридных наполнителей, что расширяет возможности модификации композиционных материалов.

Ключевые слова: полимерный композиционный материал, дисперсный наполнитель, волокнистый наполнитель, листовой наполнитель, армирующий наполнитель, аппретирование, импрегнирование

FILLERS TO MODIFY THE MODERN POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Kolosova A.S., Sokolskaya M.K., Vitkalova I.A., Torlova A.S., Pikalov E.S.

Federal Educational Institution of Higher Education Vladimir State University of a name of Alexander Grigorevich and Nikolay Grigorevich Stoletovs, Vladimir, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru

This article presents a review of the substances and materials used as fillers to modify the properties of polymers and obtaining on their basis of composite materials. Presents a general classification of fillers and discusses their separation of particulate and reinforcing, which include the fibrous and sheet fillers. Describes the general characteristics of these groups of fillers and considers their division into mineral, organic and other sub-groups depending on the applied substances. For substances and materials provides information on the specifics of their application as fillers and the properties they impart to the polymer composite materials. Additionally mentioned the possibility of modifications to the filler by dressing and impregnation, as well as the possibility of using hybrid fillers, expanding the possibilities of modification of composite materials.

Keywords: polymer composite material, particulate filler, fibrous filler, sheet filler, reinforcing filler, dressing, impregnation

В современном мире к различным материалам и получаемым из них изделиям постоянно повышаются требования по эксплуатационным свойствам, обеспечение которых возможно путем подбора сырьевых материалов и технологических параметров производства. Значительное изменение имеющихся у материала свойств и придание ему новых характеристик возможно за счет введения так называемых модифицирующих добавок, которые наряду с эксплуатационными изменяют и технологические свойства, облегчая переработку материала в изделие при снижении производственных затрат.

Большими перспективами в области модификации свойств обладают полимеры и материалы на их основе. Это связано с большим разнообразием видов полимеров, которые отличаются друг от друга свойствами, и хорошей совместимостью полимеров с различными модифицирующими добавками. В свою очередь среди материалов

на основе полимеров наибольший интерес в плане дальнейшей модификации и возможностей широкого использования представляют полимерные композиционные материалы (ПКМ). Основу ПКМ составляют полимерные связующие, в которые для модификации их свойств вводят различные добавки, облегчающие их переработку, повышающие стойкость к различным видам деструкции и горению.

Однако добавками, которые в наибольшей степени изменяют свойства полимерного связующего, являются наполнители. Кроме того, наполнители в отличие от других добавок не образуют со связующим однородного материала, а распределяются в нем в виде обособленных частей отдельной фазы. Наполнители могут быть твердыми, жидкими или газообразными. Газообразные наполнители используются для получения материалов с открытыми, сообщающимися или закрытыми порами: пенопластов, ионообменных смол, резино-

вых губок и т.д. Жидкие наполнители применяют при получении твердых пористых материалов из жидких эмульсий [1].

Однако в большинстве случаев применяют твердые неорганические и органические наполнители, которые разделяют на три группы: порошкообразные (дисперсные), волокнистые и листовые. Также иногда выделяют объемные наполнители, к которым относят объемные ткани и каркасные системы: природную древесину или системы, получаемые путем вспенивания или спекания керамических, металлических или полимерных порошков [2]. Стоит упомянуть, что из одного и того же материала, например стекла, могут быть получены и дисперсные, и волокнистые, и листовые наполнители.

Дисперсные наполнители являются самыми распространенными. Размер частиц дисперсного наполнителя изменяется в широких пределах от 2 до 300 мкм, но обычно не превышает 40 мкм, а для нанокомпозитов используются частицы размером менее 1 мкм. Содержание дисперсных наполнителей изменяется в интервале от нескольких процентов до 70–80% [3, 4]. При более высоких концентрациях наполнителя его частицы начинают контактировать между собой, что приводит к скачкообразному изменению свойств композита [4].

Дисперсные наполнители должны хорошо совмещаться с полимером или диспергироваться в нем, хорошо смачиваться раствором или расплавом полимера, быть не склонными к агломерации, иметь однородный размер частиц и низкую влажность [3, 4].

Дисперсные наполнители можно разделить на инертные, которые не оказывают влияния на свойства матрицы и вводятся в ее состав для удешевления композиции, и активные. Активность наполнителя в основном определяется тремя факторами:

- соотношением между энергией адгезии полимера к наполнителю, которая может быть повышена путем введения в состав связующего активных соединений, и энергией когезии полимера [1];
- степенью дисперсности частиц наполнителя, которая определяет площадь поверхности контакта матрицы с наполнителем и может быть повышена путем его измельчения;
- количеством вводимого наполнителя, так как даже наполнители, считающиеся в большинстве источников инертными (доломит, мрамор, мел, барит и пр.), при так называемом критическом содержании начинают оказывать влияние на механические свойства композита, например существенно снижая ударную вязкость [5].

Активность наполнителя может быть повышена модифицированием его поверхности соединениями, придающими ему или связующему дополнительные свойства или оптимизирующими их характеристики [3]. Например, для улучшения реологических свойств и смачивания поверхность мела часто обрабатывают стеариновой кислотой, стеаратом кальция или аппретами, что способствует лучшему распределению частиц мела в матрице полимера [4].

Таким образом, при определенных условиях практически любой дисперсный наполнитель может стать активным. При получении композиционных материалов могут одновременно использоваться инертные и активные наполнители.

К наиболее распространенным дисперсным наполнителям относятся минеральные, органические и металлические.

Минеральные наполнители применяют в первую очередь для снижения усадки, остаточных напряжений и склонности к растрескиванию, а также повышения прочностных характеристик [5]. Они также придают жесткость и огнестойкость. Каждый из этих наполнителей имеет свои особенности. Мел является одним из самых дешевых минеральных наполнителей, отличается низкой твердостью (легко перерабатывать) и применяется в материалах на основе поливинилхлорида, полипропилена, полистирола и его сополимеров, в полиэфирных стеклопластиках. Каолин способствует значительному повышению вязкости, а также повышает модуль упругости, улучшает электрические свойства и увеличивает влагостойкость. Каолин плохо диспергируется в большинстве полимеров и в основном применяется для полиэфирных связующих, армированных волокнами. Тальк отличается низкой абразивностью, придает композитам повышенную жесткость и в отличие от других дисперсных наполнителей не снижает ударную вязкость. Тальк чаще всего используется для наполнения полипропилена. Кварц используется в разных модификациях (кварцевая мука, аэросил, плавленый кварц, микрокристаллический кварц и осажденный диоксид кремния), отличающихся разной степенью кристалличности, абразивностью, удельной поверхностью и диспергируемостью в полимерах. Наряду с уменьшением усадки все кварцевые наполнители способствуют повышению прочности и широко применяются для наполнения термопластов и реактопластов. Полевой шпат и нефелин хорошо диспергируются в полимерах и смачиваются ими, обеспечивают низкую вязкость наполненных композиций даже при высоких степенях наполнения, повышают теплопроводность, а близкие к полимерам показатели преломления позволяют получать прозрачные и полупрозрачные изделия. Они эффективно используются при наполнении полярных полимеров (АБС-пластики, полиамиды, полиуретаны), где отмечено повышение жесткости, прочности при изгибе и теплостойкости [4]. Молотая слюда используется для повышения прочности, огнестойкости, химической стойкости и диэлектрических свойств. В последнее время также широко используется шунгит за счет его уникальной фуллереноподобной структуры и адсорбционных свойств. Этот минерал придает ПКМ электропроводные свойства и снижает их радиопрозрачность [6].

К наиболее распространенному наполнителю органического происхождения относится древесная мука, для получения которой используется мягкая древесина (в основном сосна и канадская пихта) или твердая древесина (ясень или клен), когда присутствие древесной смолы нежелательно [4]. Древесную муку сочетают с минеральными наполнителями. Отличается низкой абразивностью, повышает модуль упругости при изгибе и значительно повышает вязкость.

Наряду с древесной мукой применяются такие органические дисперсные наполнители, как молотая скорлупа орехов, измельченная лузга подсолнечника, рисовая шелуха, кукурузные початки, стебли сахарного тростника и другие виды отходов сельского хозяйства. Их использование в первую очередь обусловлено низкой стоимостью и возможностью получения биоразлагаемых полимерных материалов [3]. Широкое распространение получили крахмал (важнейший компонент картофеля и зерновых культур), а также хитин и получаемый из него хитозан, которые по структуре и свойствам близки к целлюлозе [4].

Органическими дисперсными наполнителями также являются углеродные материалы, к которым относятся часто применяемые сажа, технический углерод и графит. В ряде источников сажа и технический углерод являются синонимами, однако сажа является побочным продуктом процессов сжигания углеводородов, а технический углерод является продуктом промышленного производства, получаемым термическим разложением в контролируемых условиях. Как наполнители сажа и технический углерод характеризуются интенсивностью черного цвета и размером частиц. В основном в качестве наполнителя применяется крупнозернистая сажа, которая не так сильно повышает вязкость композиций. Сажа и технический углерод выполняют роль светостабилизаторов и придают материалу электропроводящие свойства, способствуя стеканию статического электрического разряда. Графит снижает коэффициент трения, обладает хорошей тепло- и электропроводностью. В качестве углеродсодержащих наполнителей полимерных матриц также применяют кокс и антрацит [4].

Металлические порошки мало влияют на прочность, но позволяют в широких пределах изменять тепло- и электропроводность, теплоемкость, магнитные характеристики, электрические свойства, а также придавать материалам защиту от электронного и проникающего излучения, изменять их плотность, горючесть и т.д. [4]. В качестве дисперсных наполнителей чаще всего используются медь, алюминий, железо, бронза, олово, серебро, свинец, цинк [3]. Поверхность металлических порошков часто аппретируют для повышения адгезии и уменьшения адсорбции влаги, а также покрывают защитными пленками (например, в виде слоя лака), чтобы исключить их влияние на отверждение и деструкцию. Особой группой металлсодержащих наполнителей являются магнитные наполнители, вводимые в состав композитов в количестве 88-92 мас. %. К этим наполнителям относятся оксидные изотропные ферриты бария и стронция, порошки из легированных сплавов редкоземельных металлов с железом и бором (Nd,Fe,1B), а также бинарные сплавы самария и кобальта (CmCo₅, CmCo₁₇) [4].

В качестве дисперсных наполнителей для придания специальных свойств применяют разнообразные соли (сульфаты, сульфиды, фториды и др.) [3, 4]. Например, дисульфид молибдена (MoS₂) применяется в высокодисперсном виде (частицы менее 1 мкм) для снижения коэффициентов трения и линейного расширения, повышения износостойкости и термостойкости, а также значительного повышения теплопроводности. Нитрид бора (BN₃) хорошо диспергируется в полимерах, придает ПКМ способность работать без смазки, существенно увеличивает теплопроводность. Большинство солей (карбонаты и бикарбонаты, бораты, сульфаты, силикаты, фосфаты и др.) применяются для снижения горючести. Для снижения горючести композиционных материалов также применяют оксид сурьмы Sb₂O₂ в сочетании с органическими галогенсодержащими соединениями, гидроксид алюминия Al(OH), который изза низкой температуры разложения (220°C) применяется только для наполнения реактопластов (в основном олигоэфирных связующих), а также оксиды молибдена и комплексы солей металлов с аммиаком (например, Co(NH₃)₆Cl₁₃ и др.) [4].

Также к этой группе наполнителей можно отнести гальванический шлам, содержащий соединения тяжелых металлов и используемый для повышения огне- и термостойкости, прочностных и адгезионных характеристик, биостойкости, а также как пигмент [7–9].

В качестве дисперсных наполнителей могут применяться и порошкообразные полимеры [10], такие как поливинилхлорид, полиэтилен, полиформальдегид, политетрафторэтилен и др. Они повышают химическую стойкость, а совместно с другими дисперсными и волокнистыми наполнителями способствуют улучшению износостойкости, коэффициента трения, диэлектрических характеристик. Их эффективность повышается, если в процессе получения и переработки ПКМ они не плавятся, а сохраняются в виде частиц самостоятельной фазы [4].

К полимерным дисперсным наполнителям можно отнести и резиновую крошку, получаемую из старых, изношенных шин от автомобилей. Совместно с полиуретановым связующим из резиновой крошки получают прочный, эластичный и химически стойкий материал.

Особой группой дисперсных наполнителей являются микросферы, представляющие собой полые изнутри шарообразные частицы размером от 10 до 2000 мкм и толщиной стенки от 2 до 10 мкм. Также применяют макросферы размером 5-20 мм и толщиной стенки 0,3-1,5 мм. Чаще других применяют стеклянные микросферы (стеклосферы, ценосферы или эккосферы), получаемые из натрий-боросиликатного стекла. Находят применение алюмосиликатные микросферы, являющиеся компонентом зольных отходов тепловых электростанций, углеродные микросферы, а также микросферы из оксидов циркония, диоксида кремния, перлита, керамики, фенолформальдегидной и эпоксидной смол, полистирола и сополимеров стирола, акрилатов, полидиметилсилоксана, хитозана и др. полимерных материалов. Микросферы применяются для снижения стоимости ПКМ, увеличения их объема и снижения веса. За счет правильной сферической формы они мало повышают вязкость по сравнению с другими дисперсными наполнителями, а за счет пустотности повышают теплоизоляционные и диэлектрические свойства. В зависимости от материала, из которого они получены, микросферы придают ПКМ и специальные свойства. Также для придания специальных свойств поверхность микросфер может быть аппретирована. В основном применяются для наполнения

термореактивных матриц. Наряду с микросферами в качестве легковесных наполнителей применяют вермикулит, пемзу, диатомит, древесные опилки, спеченный силикагель, обожженную глину и др. [11], однако эти материалы впитывают связующее и превращаются в тяжелые [12].

Волокнистые наполнители применяются в виде нитей или жгутов (несколько скрученных волокон, называемых также ровингом) и занимают второе после дисперсных наполнителей место по частоте применения. Наибольшим распространением пользуются волокна диаметром 5–100 мкм, круглого и профильного сечений. В основном выпускаются волокна круглого сечения диаметром 8-20 мкм. Наряду с волокнами круглого сечения выпускают и профильные волокна, которые позволяют уменьшить плотность материала и повысить плотность упаковки при одновременном повышении прочностных, теплоизолирующих и диэлектрических свойств. Для снижения плотности материала также используют полые волокна. Содержание волокнистых наполнителей в термопластах составляет обычно 15–40%, в реактопластах – 30–80% от массы полимера [4].

Волокна также называют армирующими наполнителями, так как их основная задача — повышение прочностных характеристик, в первую очередь прочности на изгиб и ударной вязкости. Их введение в ПКМ связано с относительно высокой хрупкостью большинства полимеров, особенно при низких температурах. Армирование может быть линейным или трехмерным, ориентированным или хаотичным, изотропным или анизотропным.

Однако в зависимости от свойств и размеров волокон, а также характера их взаимодействия с полимером они могут проявлять свойства как дисперсных, так и армирующих наполнителей. Эффективность применения волокон возрастает с увеличением их длины. При этом длина волокна должна быть больше критического значения, при котором оно в полной мере проявляет свои армирующие свойства. Длина волокна выбирается в зависимости от материала матрицы и способа переработки материала в изделие. Волокна длиной менее 1-2 мм применяют в заливочных отверждающихся компаундах, длиной 3-12 мм (короткие волокна) используются для получения конструкционных литьевых и экструзионных термопластичных ПКМ, длиной 15-70 мм (длинные волокна) – для получения прессматериалов на основе реактопластичных ПКМ. Так называемые непрерывные волокна большой длины используют для создания высокопрочных и высокомодульных конструкционных ПКМ.

Для улучшения адгезии на границе волокно – полимер выпускаемые волокна аппретируются (пропитываются). В качестве аппретов чаще всего используют кремнийорганические и металлсодержащие органические соединения.

Волокнистые наполнители, как и дисперсные, бывают минеральными, органическими и металлическими, однако наиболее распространенными являются стеклянные волокна, которые отличаются низкой стоимостью, простотой производства и переработки, а также высокой прочностью при отсутствии дефектов. Однако стеклянные волокна характеризуются хрупкостью, имеют низкую жесткость и теряют прочность во влажной среде или при контакте с водой. На данный момент разработано много марок стекол для получения волокон с повышенной прочностью, химической и электрической стойкостью и т.д. [4].

Вторыми по распространенности являются углеродные волокна, которые обладают большей жесткостью и сравнимы по прочности со стеклянными волокнами, поэтому выдерживают более высокие напряжения при меньших допустимых деформациях. Эти волокна также отличаются высоким модулем упругости при растяжении и изгибе, малой плотностью, высокой электропроводностью, низкими коэффициентами трения и термического расширения, химической и коррозионной стойкостью. Однако под воздействием сильных окислителей и галогенов их стойкость значительно уменьшается (особенно при повышенных температурах). Другими недостатками являются малая межслоевая прочность при сдвиге (устраняется окислением или галогенированием поверхности) и малая ударная вязкость.

Борные волокна характеризуются низкой плотностью, высокой прочностью и жесткостью, но малой прочностью при сдвиге. Находят широкое применение в производстве композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы.

Асбестовое волокно отличается низкой стоимостью, высокой прочностью и высоким модулем упругости, выдающимися термостойкостью и химической стойкостью. Также повышает огнестойкость и диэлектрические свойства, снижает теплопроводность. К недостаткам относятся хрупкость, снижение ударных характеристик, придание темного цвета и канцерогенность.

Волокна из ароматических полиамидов типа кевлар, а также монокристаллические волокна (нитевидные кристаллы), полу-

ченные из металлов, их оксидов, карбидов, нитридов, характеризуются исключительно высокими модулем упругости и прочностью при растяжении, но они слишком дороги и их сложно перерабатывать [4].

Базальтовые волокна имеют практически все положительные свойства стеклянных волокон, при этом обладают более высокими тепло- и щелочестойкостью, а при сочетании с эпоксидными связующими – лучшей адгезией. К недостаткам относятся хрупкость, высокая стоимость, придание коричневого цвета.

Органическими являются хлопковые волокна, растительные волокна, состоящие в основном из целлюлозы с небольшим количеством лигнина и других соединений, шерстяные волокна (в виде оческов), а также синтетические волокна на основе регенерированной целлюлозы (вискозная ткань, целлофан; полиакрилонитрильные волокна), алифатические полиамидные (нейлоновые), ароматические полиамидные (арамидные), полиэфирные, политетрафторэтиленовые (тефлон), поливинилспиртовые и другие волокна. Органические волокна имеют более низкие физико-механические характеристики, чем другие виды волокон, но отличаются низкими стоимостью, плотностью и могут использоваться для получения углеродного волокна [4].

Металлические волокна обладают высокими механическими характеристиками и могут придавать ПКМ тепло- и электропроводность, магнитные свойства. Другим преимуществом является возможность строго контролировать форму поперечного сечения волокон и их размеры. Недостатками этих волокон являются высокая стоимость и плотность.

Листовые (слоистые, пленочные) наполнители, как и волокнистые, являются в первую очередь армирующими и широко применяются в производстве плоских и крупногабаритных изделий из ПКМ. По своей структуре эти наполнители подразделяются на тканые, нетканые, а также монолитные листовые и ленточные.

Тканые наполнители представляют собой переплетение взаимно перпендикулярных продольных (основы) и поперечных (утка) волокон в виде нитей или жгутов диаметром 2–100 мкм. Такие ткани хорошо формуются и позволяют регулировать анизотропию свойств. Свойства ПКМ с тканым наполнителем определяются его толщиной и проницаемостью для связующего. Увеличение плотности тканей повышает прочность при растяжении, но снижает прочность при межслоевом сдвиге. Тканые наполнители применяются в производстве

текстолитов, стеклотекстолитов, конструкционных изделий из стекло- и углепластиков, а также органопластиков. Ткани с редким плетением называют сетчатыми наполнителями [4].

К нетканым материалам относятся следующие типы наполнителей:

- бумажные наполнители, представляющие собой слоистый материал из хаотически распределённых волокон, скрепленных связующим. Они отличаются низкой стоимостью, гладкостью поверхности, легко регулируемыми линейными размерами и толщиной. В настоящее время применяются бумаги из сульфатной, сульфитной и хлопковой целлюлоз, древесной массы и на базе синтетических волокон с повышенной теплостойкостью [4];
- войлок, представляющий собой нетканый материал, получаемый путем валяния из стекловолокна, полимерных и металлических волокон;
- холсты, представляющие собой полотно из дезориентированных рубленых волокон, связанных друг с другом полимерным связующим [4];
- маты (в основном стекломаты), представляющие собой рулонные материалы из хаотически расположенных штапельных нитей или волокон. Позволяют реализовать в изделиях двумерную жесткость [4].

К монолитным листовым материалам в первую очередь относится древесный шпон (в основном березовый) толщиной от 0,1 до 10 мм. Другими разновидностями монолитных листовых материалов являются стеклошпон [4], а также щипаная слюда по ГОСТ 3028-78, представляющая собой пластинки слюды толщиной 10–50 мкм произвольной формы, в контур которой может быть вписан прямоугольник площадью от 0,5 до 50 см².

К монолитным ленточным наполнителям относятся нетканые и тканые ленты из стеклянных, базальтовых, углеродных и синтетических волокон. Ленточные наполнители отличаются простотой обработки (намотки, формования ребер, отбортовки и др.). Из нетканых наиболее распространена стеклолента, обладающая высокими прочностью и жесткостью, химической и коррозионной стойкостями. Преимуществами стеклоленты также являются изотропное увеличение жесткости и прочности, исключающее необходимость ее ориентации, а также возможность уменьшить степень заполнения ПКМ на 50-60% по сравнению с волокнами при сохранении аналогичных механических свойств. По сравнению с волокнами стеклолента обладает меньшими термическим расширением и диффузными свойствами. Эти преимущества широко реализуются при армировании стеклолентой пластмассовых труб. Недостатком стеклоленты является резкое снижение прочности при наличии дефектов. В последнее время наряду со стеклянными применяют ленты (пленки) из графита и бора [4].

Более распространены тканые ленты, в первую очередь из углеродных и стеклянных волокон. Также в качестве наполнителя применяют металлические пленки (фольги), применяемые как токопроводящие жилы и компоненты в электротехнике и электронике, для экранирования электромагнитного излучения и для защиты от него в радиотехнических и радиолокационных устройствах [4].

Как следует из представленной в данной работе информации, в настоящее время существует большое количество веществ и материалов, применяемых в качестве наполнителей и позволяющих получать ПКМ с низкой усадкой и стабильностью формы изделий, высокими механическими свойствами и необходимым набором специальных свойств. Для расширения свойств наполнителей применяют их модификацию нанесением поверхностного модифицирующего слоя (аппретирование) или их глубокую пропитку модификаторами (импрегнирование или импрегнация). Также возможно одновременное использование нескольких наполнителей с получением гибридного наполнителя в составе одного ПКМ.

За счет наполнителей ПКМ могут в большинстве сфер человеческой деятельности конкурировать с другими материалами, такими как стекло, керамика и даже металл. Основными недостатками, ограничивающими область применения ПКМ, как и в случае с другими материалами на основе полимеров, являются относительно низкие термостойкость и морозостойкость, а также явление старения полимеров под действием различных факторов окружающей среды.

Стоит отметить, что приведенная в данной работе информация не охватывает всего разнообразия материалов и веществ, применяемых в качестве наполнителей ПКМ, и не дает полного описания их характеристик. В первую очередь это связано с большим количеством проводимых в настоящее время разработок по повышению эффективности уже применяемых и поиску новых сырьевых материалов для получения ПКМ высокого качества с оптимальными для различных целей свойствами.

- 1. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров [Текст]: учебное пособие для вузов / И.И. Тугов, Г.И. Кострыгина. М.: Химия, 1989. 432 с.
- 2. Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г. Полимерные композиционные материалы (часть 1) [Текст]: учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 118 с.
- 3. Ершова О.В., Ивановский С.К., Чупрова Л.В., Бахаева А.Н. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы / О.В. Ершова, С.К. Ивановский, Л.В. Чупрова, А.Н. Бахаева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 4–1. С. 14–18.
- 4. Классификация и виды наполнителей [Электронный ресурс] / SammaS Сам мастер! Все о стекломатериалах: сайт URL: http://sammas.ru/spravochnik-materialov/napolniteli/klassifikatsiya-i-vidy.html (дата обращения: 26.05.2017).
- 5. Мельниченко М.А., Ершова О.В., Чупрова Л.В. Влияние состава наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов [Текст] / М.А. Мельниченко, О.В. Ершова, Л.В. Чупрова // Молодой ученый. -2015. № 16. С. 199—202. URL: https://moluch.ru/archive/96/21554/ (дата обращения 26.05.2017).
- 6. Мосин О.В. Шунгит природный нанотехнологический материал [Электронный ресурс] // Нанотехнологии Nanonewsnet: Сайт о нанотехнологиях № 1 в России. URL: http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008/shungit-prirodnyinanotekhnologicheskii-material (дата обращения: 26.05.2017).
- 7. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Селиванов О.Г., Ширкин Л.А., Михайлов В.А. Утилизация гальваношламов

- сложного состава [Текст] / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, О.Г. Селиванов, Л.А. Ширкин, В.А. Михайлов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1(9). С. 2443—2446.
- 8. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г., Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Сахно О.Н., Анпилова А.Ю. Оценка устойчивости полиорганосилоксановой композиции, наполненной гальваническим шламом к биоповреждающей активности микромицетов [Текст] / В.Ю. Чухланов, О.Г. Селиванов, Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, О.Н. Сахно, А.Ю. Анпилова // Химическая промышленность сегодня. 2014. № 6. С. 39–45.
- 9. Чухланов В.Ю. Новые лакокрасочные материалы на основе модифицированных пипериленстирольных связующих с использованием гальваношлама в качестве наполнителя [Текст] / В.Ю. Чухланов, Ю.В. Усачева, О.Г. Селиванов, Л.А. Ширкин // Лакокрасочные материалы и их применение. -2012. № 12. -C. 52–55.
- 10. Шахова В.Н., Воробьева А.А., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Современные технологии переработки полимерных отходов и проблемы их использования / В.Н. Шахова, А.А. Воробьева, И.А. Виткалова, А.С. Торлова, Е.С. Пикалов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 11–2. С. 320–325.
- 11. Наполнители полимерных композиций [Электронный ресурс] / Химия и химическая технология в жизни: сайт. URL: http://www.chemfive.ru/news/napolniteli_polimernykh_kompozicij/2013-08-19-85 (дата обращения: 26.052017).
- 12. Область применения микросфер [Электронный ресурс] // Группа Компаний ИНОТЭК: сайт URL: http://inoteck.net/mikrosfery_-_primenenie (дата обращения: 26.052017).

УДК 692.47

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ ТЕНТОВЫХ ШАТРОВ НА ЖЕСТКОМ КВАДРАТНОМ КОНТУРЕ

Кудрявцева В.И., Удлер Е.М.

ГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань, e-mail: udler41@mail.ru

Описываются некоторые результаты исследования мягких тентовых оболочек из пленочно-тканевых материалов. Важной задачей проектирования является вычисление плоских частей для изготовления таких оболочек. Особенностью является то, что аналитическое описание формы поверхности оболочек часто представляет большие трудности. В работе рассматриваются тентовые шатры, форма которых образуется при защемлении оболочки внизу на жестком квадратном рамном контуре и подвешивании ее центра на высоте. Их форму удобно представлять числовой моделью в виде матрицы ординат точек поверхности. Для получения плоских раскройных частей в исследовании используется методика, разработанная, апробированная и описанная авторами в статье, опубликованной в номере 5(2) за 2015 г. данного журнала. Она основана на предварительном расчленении оболочки на участки в форме седловидных поверхностей двух типоразмеров: ромбических и треугольных. Плоские карты раскроя таких участков можно получить наложением сетей с равносторонними ячейками, известными как сети Чебышева. Для построения схемы расчленения поверхности шатра требуется построить ряд геодезических линий в качестве границ и осевых линий седловидных участков. В работе предлагаются численные алгоритмы построения таких линий. Эти алгоритмы имеют две особенности. Первая заключается в том, что используются известные уравнения Клеро о кратчайших линиях на поверхностях вращения. Тогда как поверхности рассматриваемых шатров таковыми не являются. Вторая особенность – в применении к поверхностям, заданным дискретной цифровой моделью. В связи с этим в работе предлагаются алгоритмы параболической интерполяции расчета координат точек геодезических линий, обычно не совпадающих с шагом дискретизации модели. Разработанные алгоритмы были программно реализованы и экспериментально проверены на модели шатра.

Ключевые слова: тентовые покрытия, шатровые сооружения, пленочно-тканевые конструкции, мягкие оболочки, формообразование и раскрой, численные методы, кратчайшие линии на поверхностях

NUMERICAL MODELING OF THE GEOMETRY OF TENT MARQUEES ON A HARD SQUARE CONTOUR

Kudryavtseva V.I., Udler E.M.

Kazan State University of Architecture and Building, Kazan, e-mail: udler41@mail.ru

Some results of the investigation of soft awning shells from film-fabric materials are described. An important design task is the calculation of flat parts for the manufacture of such shells. Specifically, the analytical description of the shape of the shell surface often presents great difficulties. In the work we consider awning tents, the shape of which is formed by pinching the shell down on a rigid square frame contour and hanging its center at a height. Their form is conveniently represented by a numerical model in the form of a matrix of ordinates of points of the surface. To obtain flat cutting parts, a method is used that was developed earlier and described by the authors in an article published in issue 5(2) for the year 2015 of this journal. It is based on the preliminary separation of the shell into areas in the form of saddle surfaces of two standard sizes: rhombic and triangular. Flat maps of cutting such areas can be obtained by overlaying grids with equilateral cells, known as Chebyshev mesh. To construct a scheme for separation the surface of the tent, it is required to find a series of geodetic lines as boundaries and axial lines of saddle areas. Numerical algorithms for constructing such lines are proposed. These algorithms have two features. The first is that known Clairaut equations are used for shortest lines on surfaces of rotation. However, the surfaces of the tents in question are not such. The second feature is applied to surfaces specified by a discrete digital model. Therefore propose algorithms of parabolic interpolation for calculating the coordinates of points of geodesic lines, which usually do not coincide with the step of discretization of the model. The developed algorithms were software implemented and experimentally tested on the tent model.

Keywords: tent coverings, tent structures, membrane structures, soft shells, shaping and cutting, numerical methods, shortest lines on surfaces

Исследованиям тентовых сооружений посвящено много работ отечественных и зарубежных авторов, особенно после знаменитых проектов Фрея Отто [1, 2]. В них приводятся классификации и анализ, отмечающие особую перспективность и в то же время наименьшую изученность сооружений шатрового типа. Авторы ранее уделили большое внимание исследованию исторически наиболее известных шатровых оболочек на круглом плане, форма которых может быть описана вращением некоторой кривой

вокруг вертикальной оси. Наряду с ними, широко внедряются шатровые покрытия на квадратном опорном контуре. Их примеры показаны на рис. 1.

Формообразование таких шатров мало изучено, чем объясняются ошибки в проектировании, конструировании и раскрое. Внешне это проявляется в образовании морщин и складок, которые снижают эстетические характеристики и сокращают сроки службы сооружений вследствие неравномерности напряжений и деформаций.







Рис. 1. Примеры шатровых покрытий на квадратном плане

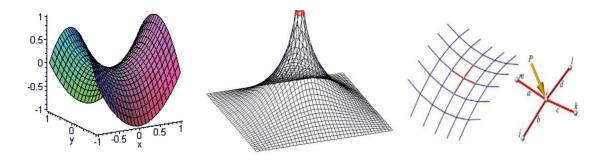


Рис. 2. Сетчатые модели тентовых оболочек

Цель исследования

Основной целью описываемых исследований является разработка научно обоснованной методики проектирования формы и расчета раскроя пленочно-тканевых заготовок для шатров на квадратном плане.

Так как форма таких оболочек представляет большую сложность для аналитического описания, были использованы численные методы моделирования и исследования. Для этого были разработаны и программно реализованы алгоритмы и математические модели:

- численного описания поверхности шатровой оболочки на квадратном плане;
- схемы границ и осей раскройных частей шатра, имеющих необходимую для тентов седловидную форму с отрицательной гауссовой кривизной;
- построения кратчайших линий на поверхности шатра на квадратном плане.

Численное моделирование формы шатровой оболочки

Авторами применен опубликованный ранее подход, основанный на конечно-разностном выражении (1), связывающем ординаты смежных узлов специального вида сетевых моделей тканевых оболочек.

$$z_{i,j} = \frac{k \cdot n \cdot z_{i,j-1} + k \cdot n \cdot z_{i,j+1} + z_{i-1,j} + z_{i+1,j}}{2 \cdot (k \cdot n + 1)}, (1)$$

здесь $k = T_i / T_j$ — соотношение усилий в нитях двух направлений,

n = dx / dy — соотношение шагов нитей двух направлений.

Особенность сетей в том, что их проекция на горизонтальную плоскость представляет собой ортогональную координатную систему. Примеры такого моделирования сетью показаны на рис. 2.

Допуская для пологих оболочек, что n = 1 и k = 1, приведенное выражение (1) упрощается и получает вид

$$Z_{i,j} = \frac{1}{4} \cdot \left(Z_{i,j-1} + Z_{i,j+1} + Z_{i-1,j} + Z_{i+1,j} \right). \tag{2}$$

Оставляя постоянными значения ординат Z на контуре и в точках подвески оболочки, после ряда итераций можно получить сетчатую модель криволинейной формы поверхности оболочки. Степень ее гладкости зависит от шага нитей координатной сети и заданной точности вычисления ординат. Как показали экспериментальные расчеты, высокая для строительных сооружений точность определения ординат порядка 0,02 мм достигается уже при 50 итерациях.

Схема разбивки шатра на составные части для раскроя

Целесообразность разбивки шатров на ряд седловых поверхностей оправдана при использовании сетей Чебышева [3] для по-

лучения плоского раскроя шатра. Такой подход теоретически обоснован и экспериментально подтвержден авторами на примере оболочек вращения [4]. С применением этого методологического подхода, была разработана схема разбивки квадратных шатров на участки двух типов криволинейных элементов (ромбических — «клиньев» и треугольных — «вставок»), как показано на рис. 3.

линии также должны являться геодезическими на поверхности. Их оптимальное положение показано на рис. 3 на правой схеме. Заметим, что все линии, совпадающие с меридиональными сечениями, являются кратчайшими по определению. Сложность представляет линия общего положения, соединяющая точки 2, 3 и 4. Способ ее построения представлен ниже.

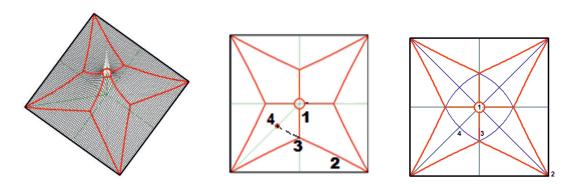


Рис. 3. Общий вид, схемы разбивки шатра и расположения осей раскроя

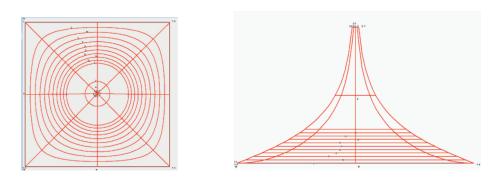


Рис. 4. Форма параллелей и горизонтальных сечений шатра на квадратном плане

Границы этих участков по конструктивным и технологическим требованиям должны являться кратчайшими (геодезическими) линиями, соединяющими характерные точки на поверхности оболочки. Предварительным анализом выявлено, что оптимальными с позиции раскроя характерными точками для построения границ являются указанные на рис. 3: осевые точки в подвеске шатра - т. 1, угловые точки опорного контура - т. 2, точки на диагональных сечениях шатра, расстояние до которых от центра основания шатра минимально - т. 4. Каждый участок представляет собой единый раскройный элемент. Для расчета карт их плоского раскроя необходимо построение осевых линий ориентации пленочно-тканевого материала оболочки на шатре. Осевые

Построение геодезической линии общего положения на поверхности шатра

За теоретическую основу метода принята теорема Клеро «О кратчайших линиях на поверхностях вращения», описанная в работе [5].

Исследуемый шатер на квадратном плане не является поверхностью вращения. Тем не менее его геометрия имеет некоторую топологическую схожесть с круговыми шатрами. Это видно на примере формы параллелей (горизонтальных сечений) квадратного шатра, представленной на рис. 4. В связи с этим сделана попытка распространить известные соотношения Клеро для направления кратчайшей на поверхности прямоугольных шатров. Основная сложность расчета в определении на поверхности направлений меридиана

и кратчайшей, синус угла между которыми входит в формулу

$$r_i \cdot \operatorname{Sin}(\alpha) = \operatorname{const},$$

 $r_i \cdot \operatorname{Sin}(\beta) = \operatorname{const},$ (3)

здесь r_i — радиус параллели, α и β — углы кратчайшей с меридианом и параллелью. Для упрощения предлагается численный метод, основанный на определении координат некоторых вспомогательных точек на поверхности шатра. При этом потребовалось применить точный способ вычисления ординат произвольных точек на поверхности по координатам их горизонтальных проекций.

Алгоритмы вычисления ординат точек поверхности

Ниже представлены два интерполяционных алгоритма: линейный и параболический. Первый очень простой, но не достаточно точен для криволинейных поверхностей. Он принимает модель оболочки многогранником и удобен при малом шаге нитей сети. Соотношения (4) реализуют линейную интерполяцию.

$$z_M = f(x, y) = z_1 + (z_1 - z_2) \cdot (i + 1 - x_M / d), (4)$$

$$z_1 = z_{i,j+1} + (z_{i,j} - z_{i,j+1}) \cdot (j+1-y_M/d)$$
,

$$z_2 = z_{i+1,j+1} + (z_{i,j+1} - z_{i+1,j+1}) \cdot (j+1-y_M/d),$$

где d — шаг сети; $x_{_M}$ и $y_{_M}$ — координаты проекции точки M на плоскость XOY.

Второй, параболический, более точен, так как учитывает кривизну поверхности, как показано на рис. 5. При параболической интерполяции искомые значения ординат вычисляются по многочленам второй степени (5). В (5а) приводятся формулы для расчета коэффициентов Ki многочленов по направлению нитей вдоль координатной оси OX. Аналогично проводится расчет по оси OY. Как видно на правой схеме рис. 5, для вычисления требуются координаты девяти смежных узлов. На схеме они обозначены номерами от 1 до 9.

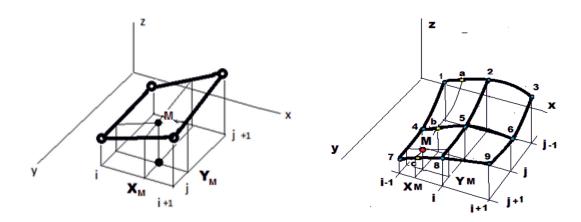


Рис. 5. Схемы линейной (слева) и параболической (справа) интерполяции при вычислении координат точек на криволинейной поверхности мягких оболочек

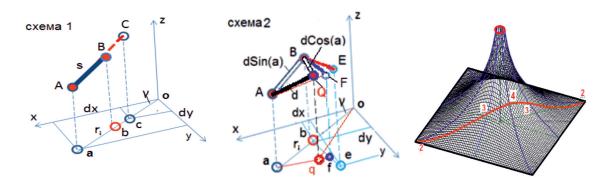


Рис. 6. Схемы и пример построения геодезической линии на шатре

$$z_{M} = l_{n1} \cdot y^{2} + l_{n2} \cdot y + l_{n3}, \qquad (5)$$

$$z_{n} = k_{i1} \cdot x^{2} + k_{i2} \cdot x + k_{i3},$$

при

$$i1 \in [1,4,7]$$
; $i2 \in [2,5,8]$; $i3 \in [3,6,9]$

$$k_{i1} = \frac{(z_{i1} - z_{i3}) \cdot (x_{i1} - x_{i2}) - (z_{i1} - z_{i2}) \cdot (x_{i1} - x_{i3})}{(x_{i1}^2 - x_{i3}^2) \cdot (x_{i1} - x_{i2}) - (x_{i1}^2 - x_{i2}^2) \cdot (x_{i1} - x_{i3})}, (5a)$$

$$k_{i2} = \frac{(z_{i1} - z_{i3}) - k_{i1} \cdot (x_{i1}^2 - x_{i3}^2)}{x_{i1} - x_{i3}},$$

$$k_{i3} = z_{i3} - k_{i1} \cdot x_{i3}^2 + k_{i2} \cdot x_{i3}$$
.

Коэффициенты l_{n1}, l_{n2}, l_{n3} вычисляются аналогично k_{i1}, k_{i2}, k_{i3} с заменой координаты x_i на y_n и Z_i на Z_n , где $n \in [a,b,c]$.

Вычисление координат узлов геодезической на поверхности

Для расчета искомая линия моделируется ломаной из прямолинейных отрезков малой длины. Предлагаемый способ вычисления координат ее узлов иллюстрируют схемы на рис. 6.

Схема 1 поясняет способ вычисления координат некоторой точки «В» на поверхности шатра, отстоящей от известной точки «А» на расстоянии «S», в направлении, заданном азимутом «у» на горизонтальной плоскости. Последовательность решения следующая:

- 1) по формуле (6a) отыскивается проекция т. С отрезка «a-c» длиной *S*;
- 2) вычисляется ордината Zc по соотношениям (5);
- 3) рассчитывается длина отрезка *A-C* на поверхности по выражению (6б);
- 4) определяются координаты т. B по (6в), а затем (5) для отрезка AB длиной S.

$$dx = s \cdot \sin(\gamma); dy := s \cdot \cos(\gamma);$$
 (6a)

$$L_{AC} = \sqrt{dx^2 + dy^2 + (Zc - Za)^2}$$
; (66)

$$x_{b} = x_{a} + (x_{a} - x_{c}) \cdot S / L_{AC}$$

$$y_b = y_a + (y_a - y_c) \cdot S / L_{AC}$$
. (6B)

Если принять длину отрезка AB равной $S_{AB} = d \cdot \mathrm{Sin}(\alpha)$, где d — длина малого участка геодезической линии, тогда отрезок AB

будет проекцией участка кратчайшей на меридиан. Для определения положения искомого участка можно использовать описанный алгоритмом для поиска его проекции на параллель.

Это отрезок BF, перпендикулярный A-B и длиной $S_{BF} = d \cdot \text{Cos}(\alpha)$, как показано на схеме 2 рис. 6. Отрезок AF является первым приближением искомого участка кратчайшей. Необходимо провести интерполяционное уточнение его длины по формулам (6) и (5). В результате интерполяции определится положение узла Q на поверхности шатра, для которого выполняются требования (7).

$$S_{AO} \cong d$$
, $S_{AB} \cong d \cdot \text{Sin}(\alpha)$, $S_{BO} \cong d \cdot \text{Cos}(\alpha)$. (7)

Пример геодезической линии на поверхности шатра, построенной описанным алгоритмом, приведен на рис. 6 справа.

Радиусом параллели для следующего узла является длина луча 0-q. Это позволяет вычислить, в соответствии с (3), синус угла для определения направления следующего участка кратчайшей

$$r_i = S_{Oq}$$
, $Sin(\alpha) = r_o / r_i$, (8)

 r_{o} – в т. 4, конечном узле кратчайшей линии.

Здесь r_o – радиус параллели в конечной точке кратчайшей (т. 4 на рис. 6).

Выводы

Результаты экспериментальных расчетов, графически представленные на рис. 3, подтверждают возможность использования предлагаемых алгоритмов и формул для вычисления координат узлов геодезических линий на поверхности квадратного шатра, с целью оптимизации его раскроя.

- 1. Архитектура и инженерия. Фрей Отто // Музей дизайна [Электронный ресурс]. URL: www.museum-design. ru/frei-otto (дата обращения: 22.09.2017).
- 2. Мыскова О.В. Современные тентовые сооружения: архитектура и дизайн. / О.В. Мыскова. М.: МГДУТ, 2014. 132 с.
- 3. Степанов С.Е. О кройке одежды по Чебышеву // Соросовский образовательный журнал. 1998. N2 7. С. 122.
- 4. Кудрявцева В.И., Удлер Е.М. О формообразовании тентовых шатровых оболочек и построении кратчайших линий на поверхности отрицательной гауссовой кривизны, полученной вращением образующей // Фундаментальные исследования. -2015. -№ 5-2. -C. 309-312.
- 5. Люстерник Л.А. Кратчайшие линии. Том 19. Рипол Классик. 2013. 110 с.; URL: https://books.google.ru/books?isbn=5458274490 (дата обращения: 16.09.2017).

УДК 621.929.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В СМЕСИТЕЛЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М., Пешков О.Г., Анциферов С.И.

ФГБОУ «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Белгород, e-mail: rector@intbel.ru

Настоящая статья посвящена моделированию процессов смешения нескольких компонентных смесей в двухвальном смесителе непрерывного действия с горизонтальным корпусом. Моделирование процесса смешивания материала проводится в смесителе с использованием спиральной ленточной мешалки. В качестве смешиваемого материала выбраны два компонента: цемент, как вяжущее, и песок в качестве наполнителя: соотношение количества компонентов принимается 1 к 3 при варьировании скорости вращения винта. Для лучшего смешивания необходимо создать процесс перемещения группы смежных частиц из одного места смеси в другое внедрением, скольжением слоев (процесс конвективного смешивания), а также постепенное перераспределение частиц различных компонентов через свежеобразованную границу их раздела (из-за внешней схожести с процессом диффузии молекул этот процесс смешивания можно назвать диффузионным). В связи с этим изменена конструкция мешалки путем добавления двух рядов перегородок между витками спирали.

Ключевые слова: моделирование, компоненты смеси, двухвальный смеситель непрерывного действия с горизонтальным корпусом, вяжущие, наполнитель, спирально-ленточная мешалка, конвективное смешивание, диффузионное смешивание

MODELING OF THE PROCESS OF PRODUCING QUALITY DRY BUILDING MIXTURES IN A MIXTURE OF CONTINUOUS ACTION

Lozovaya S.Yu., Lozovoy N.M., Peshkov O.G., Antsiferov S.I.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, e-mail: rector@intbel.ru

This article is devoted to modeling the mixing processes of several component mixtures in a continuous two-shaft mixer with a horizontal hull. Simulation of the material mixing process is carried out in a mixer using a spiral ribbon mixer. Two components were chosen as the blended material: cement, as a binder, and sand as a filler in the ratio of the number of components is taken as 1 to 3 when the rotational speed of the screw is varied. For better mixing, it is necessary to create the process of moving a group of adjacent particles from one place of the mixture to another by introducing, sliding layers (the process of convective mixing), and also gradual redistribution of the particles of different components through the freshly formed interface (because of the external similarity with the process of diffusion of molecules, this process Mixing can be called diffusion). In this regard, the design of the agitator is changed by adding two rows of partitions between the turns of the spiral with.

Keywords: modeling, mixture components, continuous-action twin-shaft mixer with horizontal casing, binders, filler, spiral band mixer, convection mixing, diffusion mixing

Индустрия строительных материалов включает огромное количество изделий и материалов, начиная от момента возведения фундамента до внутренней финальной отделки домов. В течение всех этих процессов возникает необходимость применения строительных смесей на любом этапе строительства. Большинство строительных смесей производят в виде сухих сыпучих компонентов, требующих введения воды непосредственно перед самим применением, поскольку они имеют преимущество перед готовыми по ряду причин:

- сухое состояние смесей осуществляет более удобное применение при строительстве;
 - продлевает сроки хранения материала;
 - удобство их хранения;
- снижение затрат на транспортировку вследствие снижения массы [1].

Сухие строительные смеси изготавливают, как правило, с применением трех составляющих: вяжущего, наполнителя

и модифицирующих добавок. От выбора вяжущего зависят основные характеристики будущего продукта, при этом могут использоваться самые различные комбинации из портландцемента и минерального порошка, извести и цемента, извести и гипса и т.д. Для экономии вяжущего и создания оптимального объема производители сухих строительных смесей вводят в состав нейтральные наполнители – чаще всего это песок разных фракций, гранитная крошка, а также специальные добавки, придающие соединению необходимые свойства, такие как сопротивление морозу, стабильность при воздействии высоких температур, водоотталкивающие характеристики и т.д. Третья составляющая – модифицирующие добавки, которые применяют в малых количествах, до 5 % [2].

Качество сухих смесей напрямую зависит от выверенности рецепта, точности дозирования и тщательности перемешива-

ния компонентов при их производстве, поэтому перемешивание — один из ключевых факторов, на который следует обратить внимание. Смешивание сухих строительных смесей может производиться в различных типах смесителей, таких как планетарные смесители, турбулентные с пропеллерными мешалками, барабанные с вертикальным расположением вала мешалки. Широкое распространение получили смесители с горизонтальным расположением одного или двух валов. В качестве перемешивающих органов горизонтальных смесителей применяют лопатки, спиралевидные ленты или их комбинации [3].

Для оценки качества смешивания таких рабочих органов необходимо проведение экспериментов при различных условиях работы смесителя. Главным показателем качества смешивания являются скорость вращения вала, угол поворота лопастей или шаг спирали, время смешивания (в смесителях периодического действия) или длина камеры смешивания (в смесителях непрерывного действия). Такие эксперименты требуют затрат времени и материальных затрат. Данную задачу можно упростить, прибегая к виртуальной имитации процесса смешивания, используя специальные программные продукты, одним из которых является Solid Works, включающий расчетный модуль Flow Simulation. Этот модуль позволяет создать модель процесса смешивания компонентов и наблюдать за качеством смешивания, за наличием застойных зон и скоростью движения материала [4].

Моделирование процесса смешивания материала проводится в смесителе непрерывного действия с длиной корпуса 2 м

с использованием спиральной ленточной мешалки диаметром 0,5 м и шагом одного винта 0,48 м. В качестве смешиваемого материала выбраны два компонента: цемента, как вяжущее, и песок в качестве наполнителя. Соотношение количества подаваемого материала цемента и песка в смеситель принимается 1 к 3 соответственно. На время смешивания и нахождения в корпусе частиц материала влияют шаг винта и скорость его вращения, поэтому варьировалась скорость вращения винта. Используя эти параметры, создана имитация процесса смешивания с частотой вращения вала n = 30 об/мин, в результате чего получен график скоростей частиц и наглядная картина их распределения (рис. 1).

На графике распределения скоростей (рис. 1) нижняя кривая показывает скорость частиц, контактирующих с внутренним ребром спирали ($V=0.35...0.37\,\mathrm{m/c}$), постоянную по всей длине корпуса, а верхняя кривая — скорость частиц, контактирующих с внешним ребром спирали ($V=0.78\,\mathrm{m/c}$), которая показывает скорость на периферии. Причем в результате воздействия силы тяжести при захвате спиралью частицы ссыпаются вниз, резко снижая скорость на участках корпуса $0.3\,\mathrm{m},\,0.75\,\mathrm{m},\,1.2\,\mathrm{m},\,1.65\,\mathrm{m}.$

Тут нужно отметить, что максимальная скорость частиц $V_{\rm max}$ не превышает 2,5 м/с (рис. 2), которая достигнута к моменту падения частиц под действием силы тяжести, при этом скорость небольшой массы компонентов достигает 1,2 м/с и смешивания не происходит, поскольку частицы цемента не перераспределены среди частиц песка, а располагаются слоями (рис. 3). Материал лишь продвигается к выходному отверстию.

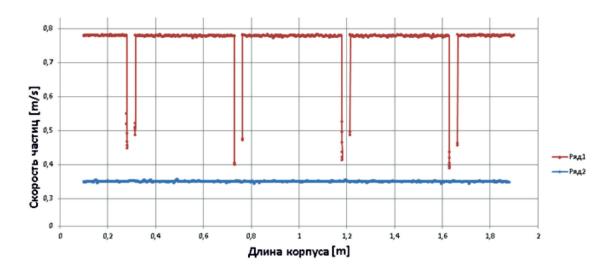


Рис. 1. График скоростей частиц при n = 30 об/мин

При увеличении числа оборотов до 60 об/ мин получен график скоростей (рис. 4), из которого видно, что скорость частиц, характер которых походит на предыдущий (рис. 1), возросла до $0,66\,\mathrm{m/c}$ вдоль внутреннего ребра и до $1,57\,\mathrm{m/c}$ на периферии спирали.

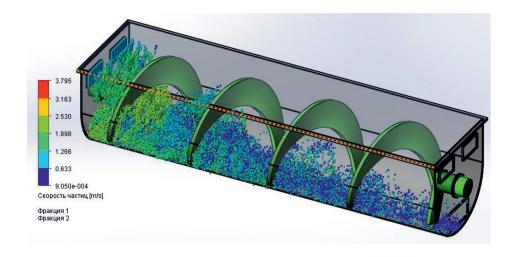


Рис. 2. Отображение скорости смеси при п = 30 об/мин

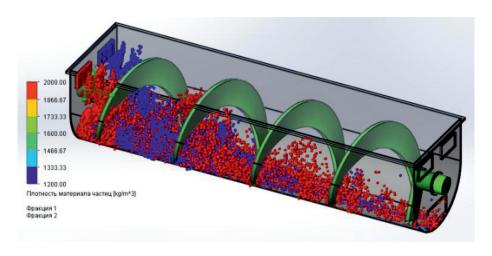


Рис. 3. Распределение частиц смеси при n = 30 об/мин

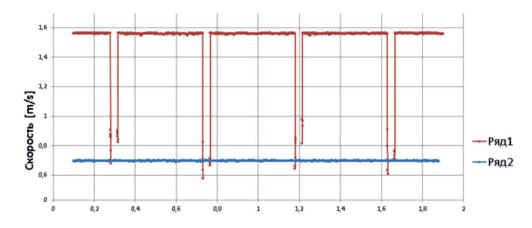


Рис. 4. График скоростей частиц п = 60 об/мин

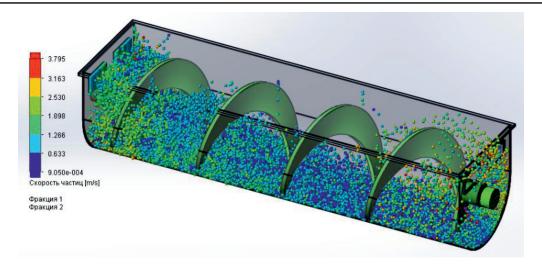


Рис. 5. Отображение скорости смеси при n = 60 об/мин

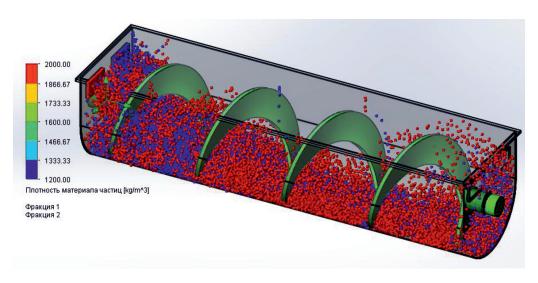


Рис. 6. Распределение частиц смеси при п = 60 об/мин

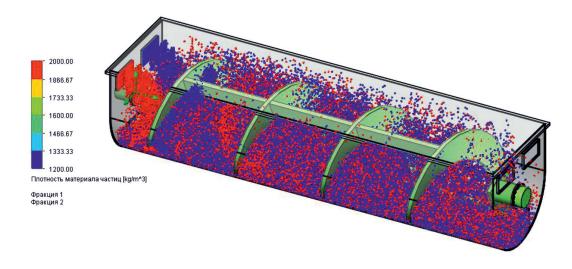


Рис. 7. Распределение частиц смеси при п = 30 об/мин

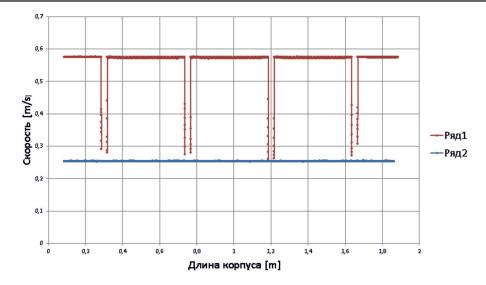


Рис. 8. График скоростей частиц п = 22 об/мин

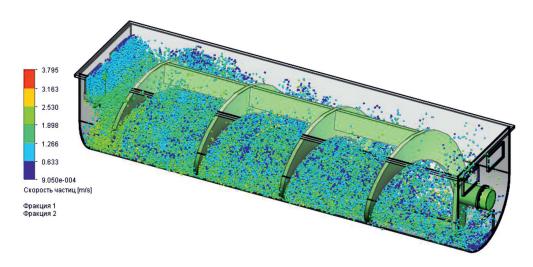


Рис. 9. Отображение скорости смеси при п = 22 об/мин

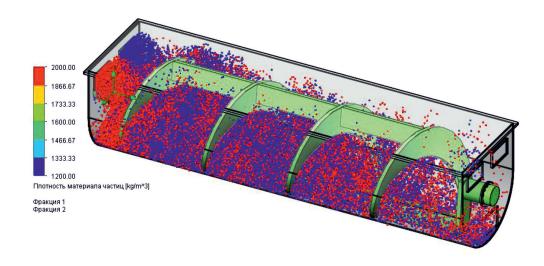


Рис. 10. Распределение частиц смеси при п = 22 об/мин

Отображение распределения скорости частиц в объеме корпуса показывает, что максимальная скорость $V_{\rm max} = 3,1$ м/с (рис. 5) характерна возле торцевых стенок корпуса у входа и выхода материала, а в большей части длины преобладает скорость 0,63...1,8 м/с (рис. 5). Частицы хорошо распределяются и транспортируются по всему объему корпуса, но, несмотря на удовлетворительную среднюю скорость частиц, смесь недостаточно однородна (рис. 6).

Дальнейшее увеличение числа оборотов не имеет смысла, так как при большей частоте вращения скорость продвижения материала вдоль корпуса тоже увеличится (в чем нет необходимости), а значит и длину корпуса необходимо будет увеличить, чтобы получить однородную смесь на выходе. Это приведет к повышению металлоемкости, увеличению затрат энергии на движение рабочего органа из-за сопротивления смеси.

Для лучшего смешивания необходимо создать процесс перемещения группы смежных частиц из одного места смеси в другое внедрением, скольжением слоев (процесс конвективного смешивания), а также постепенное перераспределение частиц различных компонентов через свежеобразованную границу их раздела (из-за внешней схожести с процессом диффузии молекул этот процесс смешивания можно назвать диффузионным) [5].

Эти процессы происходят при зачерпывании материала лопатками. В связи с этим изменена конструкция путем добавления двух рядов перегородок между витками спирали шириной 100 мм и произведен процесс смешивания при частоте вращения вала 30 об/мин (рис. 7).

Расчет показал, что частицы во всем объеме смесителя двигаются намного интенсивнее, что позволяет получить однородную смесь уже в середине корпуса (рис. 7), поэтому при заданной скорости и конструкции вала можно укоротить длину корпуса, снизив металлоемкость, либо уменьшить частоту вращения вала, снизив энергозатраты.

Для снижения энергозатрат при существующей конструкции следует понизить число оборотов. Путем проведения расчетов и подбора оптимальной частоты вращения находим наиболее эффективные параметры для получения качественной смеси.

При длине корпуса смесителя 2 м, диаметре ленточного вала 0,5 м, шаге витка ленты 0,48 м при минимальном зазоре между рабочим органом и корпусом смесителя оптимальная частота вращения составляет 22 об/мин.

При небольшой скорости, как видно из графика (рис. 8), вдоль внутреннего ребра 0,26 м/с и вдоль внешнего ребра 0,58 м/с. Этого достаточно, чтоб скорость движения во всем объеме была преимущественно равномерной (1,3...1,8 м/с) (рис. 9). Скорость частиц смеси распределена равномерно, а значит, отсутствуют застойные зоны. Частицы цемента будут хорошо перераспределены среди частиц песка к концу корпуса при минимальных затратах энергии (рис. 10).

Таким образом использование расчетного модуля Flow Simulation программы Solid Works позволяет моделировать процесс смешивания без осуществления натурных экспериментов, что существенно позволит снизить затраты ресурсов. На основании полученных результатов можно проводить оценку качества работоспособности оборудования и подбирать оптимальные конструктивные и технологические параметры. В результате использования модуля Flow Simulation был выбран рациональный вариант исполнения рабочего органа смесителя непрерывного действия для смешивания сухих строительных смесей на примере смешивания вяжущего цемента и песка в качестве наполнителя.

Список литературы

- 1. Дударева Н.Ю. SolidWorks 2007: Справочное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 1328 с.
- 2. Завражнов А.И., Астапов С.Ю. Влияние конструктивных параметров мобильного смесителя-раздатчика кормов на однородность смешивания // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 6. C. 25–27.
- 3. Кисилев Р., Матвеев К., Лузан П., Лещенко С. Исследование влияния параметров смесителя на показатели качества приготовления кормов // Motrol. commission of motorization and energetics in agriculture. -2013. -T. 15, № 2. -C. 51–55.
- 4. Лозовая С.Ю. Расширение области применения двухвальных смесителей / С.Ю. Лозовая, Н.М. Лозовой, О.Г. Пешков, С.И. Анциферов, Л.В. Рядинская // Наукоемкие технологии и инновации: Междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2016. Ч. 1. С. 124.
- 5. Цвяк А.В., Фролов Д.В., Ганин Е.В. Оптимизация параметров процесса смешивания компонентов комбикормов в вертикальном измельчителе-смесителе // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011.-T.2, № 30-1.-C.64-65.

УДК 004.6:65.011.56

СИСТЕМА ТРЕБОВАНИЙ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА КОМПАНИЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

¹Макарчук Т.А., ¹Минаков В.Ф., ²Макарчук И.А.

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», Санкт-Петербург, e-mail: tmakarchuk@mail.ru, m-m-m-m@mail.ru; ²ФГАОУ ВО «Университет информационных технологий, механики и оптики (национальный научно-исследовательский университет)», Санкт-Петербург, e-mail: irina-makarchuk@mail.ru

Представление данных в цифровом формате и электронный обмен документами рассматриваются как обязательные атрибуты цифровой экономики. В статье описываются основные принципы электронного документооборота в цифровом обществе, представлена методика проведения обследований документооборота компаний, включающая этапы экспертизы, анализа бизнес-процессов и проектирования. Отдельное внимание уделяется изучению основных процессов компании, автоматизируемых в системе электронного документооборота, на примере компаний в области производства и торговли продукции, теплоэнергетики и государственных учреждений. Сценарии работы с документами выделенных процессов по принципу «Как есть» и «Как должно быть» позволили сформировать требования к шаблонному решению системы электронного документооборота на платформе Docsvision. Представленное в статье шаблонное решение системы электронного документооборота предложено в соответствии с процессным подходом, описанным в системе менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9000_2008. Полученные в статье результаты позволяют компании внедрить систему электронного документооборота в краткие сроки с минимальной стоимостью владения и могут быть полезны для повышения эффективности управления документооборотом в компаниях малого и среднего бизнеса.

Ключевые слова: цифровая экономика, информационные системы электронного документооборота

SYSTEM OF REQUIREMENTS TO SUPPORT OF AN EFFECTIVE ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT OF THE COMPANIES OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS

¹Makarchuk T.A., ¹Minakov V.F., ²Makarchuk I.A.

¹Saint-Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, e-mail: tmakarchuk@mail.ru, m-m-m-m@mail.ru; ²ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: irina-makarchuk@mail.ru

Digital format of data and electronic document management are considered as obligatory attributes of digital economy. In this article the basic principles of electronic document flow in digital society are described, the technique of carrying out inspections of document flow of the companies including stages of examination, the analysis of business processes and design is presented. Special attention is paid to studying of the main processes of the company automated in an electronic document management system on the example of the companies in the field of production and trade of production, power system and public institutions. Scenarios of work with documents of the allocated processes by the principle «As is» and «To be» have allowed creating requirements to the sample solution of an electronic document management system on the Docsvision platform. The sample solution of an electronic document management system presented in the article is proposed in compliance with the processing campaign described in a quality management system of GOST P ISO 9000_2008. The results received in article allow the company to introduce an electronic document management system in short terms with the minimum cost of possession and can be useful to increase in effective management of document flow in small and medium-sized companies.

Keywords: digital economy, information system of electronic document management

В условиях цифровой экономики данные в цифровом виде становятся обязательным атрибутом производства [1], в связи с чем автоматизация бизнес-процессов документооборота компании посредством внедрения системы электронного документооборота (СЭД) позволит существенно повысить точность принятия решений [2] за счет получения, сохранения, обработки и распространения актуальной информации [3] с учетом ее стратегических при-

оритетов. Внедрение СЭД позволит отслеживать состояние любого документа на протяжении всего его жизненного цикла в более короткие сроки [4]. Согласно стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг. от 09.05.2017 г. предлагается на территории страны для обеспечения информационной безопасности и технологической независимости использование программного обеспечения российских разработчиков. В свя-

зи с чем использование СЭД на платформе DocsVision (URL: http://www.docsvision. сот), включенной в 2016 г. в единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных (URL: https://reestr.minsvyaz.ru), является предпочтительным по сравнению с западными аналогами. При решении задачи выбора инструмента управления документооборотом компании методом аналитических сетей Т. Саати СЭД DocsVision предлагается в качестве лучшей альтернативы среди российских приложений данного класса [5]. В публикации В.Ф. Гапоненко отмечается положительная динамика финансовых показателей компании в результате использования СЭД Docs Vision [6].

В настоящее время СЭД, в том числе СЭД на платформе Docsvision, являются ЕСМ-ориентированными, т.е. поддерживают концепцию управления информационными ресурсами предприятия Enterprise Content Management (ЕСМ) [7], в том числе управления документами; образами документов; веб-контентом; мультимедиаконтентом; знаниями; документоориентированным взаимодействием.

Основными принципами электронного документооборота, влияющими на точность принятия решений, являются:

- идентификация отдельного документа согласно регистрационному номеру и конкретной идентификации [8];
 - аутентичность документа [9];
- движение документа по заданному жизненному циклу [10];
- параллельное заполнение полей документа для сокращения времени его движения;
- поиск документов по его атрибутам [11];
- сводные отчеты по различным атрибутам и состояниям документа.

В настоящее время основными проблемами внедрения СЭД для компаний являются высокая стоимость владения программным продуктом [13] и продолжительное время его внедрения в компанию [13], в связи с чем создание шаблона СЭД на платформе Docsvision, содержащего стандартный пакет модулей для обеспечения электронного документооборота в компаниях малого и среднего бизнеса, позволить их снизить.

Для разработки требований к шаблонному решению СЭД на платформе Docsvision были проведены обследования документооборота компаний, направленные на сбор и систематизацию информации о структуре компании, её бизнес-процессах и требований к внедряемой СЭД на основе процессного подхода, согласно стандарту ГОСТ ИСО Р 9000 2008.

Методика проведения обследований документооборота компаний включала три этапа: экспертиза; анализ бизнес-процессов; проектирование. На этапе экспертизы изучались особенности управления компанией и организации производства, номенклатура товаров и услуг, бизнеспроцессы, ИТ-инфраструктура, с учетом которых создавалось коммерческое предложение с описанием возможных решений по автоматизации электронного документооборота, графиком работ и стоимостью проекта. Анализ бизнес-процессов компании, подлежащих автоматизации, и требований к системе, оформлялся протоколами по итогам встреч с заказчиком. На данном этапе проводилось моделирование бизнеспроцессов в нотации ВРМN и диаграммы верхнего уровня [14]. На этапе проектирования разрабатывалось техническое задание на разработку СЭД.

В результате проведенного анализа документооборота компаний в области производства и торговли продукции, теплоэнергетики и государственных учреждений были выделены основные процессы, автоматизируемые в СЭД:

- Входящие документы.
- Исходящие документы.
- Служебные записки.
- Договорные документы.
- Дополнительные соглашения к договору.
- Заявки на техническую поддержку.
- Заявки на подключение к ресурсам.
- Заявки на выдачу временного пропуска.
- Заявки на выдачу постоянного пропуска.

Сценарии работы с документами выделенных процессов по принципу «Как есть» и «Как должно быть» выполнялись в программе Microsoft Visio. На рис. 1 представлено описание бизнес-процесса — Процедура обработки служебной записки по принципу «Как должно быть».

Согласно рис. 1 процедура обработки служебной записки включает следующие информационные операции. Инициатор создаёт карточку вида «Служебная записка», выбирает сотрудников в полях «Согласующий», «Подписант» и «Регистратор», далее заполняет все поля, прикрепляет к ней основной файл и отправляет документ на согласование. Согласующий открывает задание на согласование, просматривает документ и принимает решение. Если документ согласован, то документ переходит на следующий этап согласования, если в документе есть недочёты, документ отклоняется и возвращается на доработку исполнителю. При возврате документа на доработку у исполнителя есть возможность отредактировать документ и отправить на повторное согласование или отменить документ. Документ приходит на подписание сотруднику из поля «Подписант» карточки «Служебная записка» после всех согласований. Подписант открывает задание в личной папке, проверяет его и подписывает, нажав на кнопку «Подписано», если в документе есть недочёты, документ отправляется на доработку Инициатору. После подписания документ направляется Регистратору. Регистратор открывает задание, открывает карточку документа и в поле «Регистрационный номер» вписывает Внутренний номер, нажав на кнопку «Выдать номер». После выдачи номера Регистратор нажимает кнопку «Зарегистрировано», завершая задание. Поле регистрации документ идёт на рассмотрение Получателю. Получатель открывает задание и с помощью кнопки в задании создаёт резолюцию. В поле «Исполнитель» указывает исполнителя, срок и текст с заданием и отправляет документ на исполнение. Исполнитель в личной папке открывает задание на исполнение, выполняет и завершает задание, нажав на кнопку «Завершить». После успешного завершения задания процесс считается завершенным.

Сценарии работы с документами выделенных процессов по принципу «Как есть» и «Как должно быть» позволили сформировать технические требования к шаблонному решению СЭД на платформе Docsvision для эффективного управления документооборотом в компаниях. Технические требования к шаблонному решению СЭД на платформе Docsvision включают в себя:

- 1. Платформу «Docsvision», как основу для создания готового продукта.
- 2. Стандартное решение от компании «Docsvision» «Управление документами».
- 3. Требования разных организаций, направленных на автоматизацию определенных бизнес-задач (Пользовательские бизнес-процессы и Пользовательские карточки).
 - 4. Конструкторы для настройки решений:
- «Конструктор согласований» для отслеживания процесса подписания документов;
- «Конструктор карточек» для конфигурации карточек;
- «Конструктор разметок» для изменения интерфейса карточек;
- «Конструктор состояний» для описания и настройки состояний объектов;
- «Конструктор ролей» для разграничения полномочий разных пользователей системы;
- «Конструктор скриптов» для хранения и редактирования специальных сценариев

(скриптов), созданных в «Конструкторе разметок»:

- «Конструктор правил нумераций» для обеспечения возможности автоматической нумерации пользовательских карточек;
- «Конструктор бизнес-процессов» для автоматизации бизнес-процессов компании на платформе Docsvision;
- «Конструктор поисковых запросов»
 для формирования поисковых запросов в терминах Docsvision.

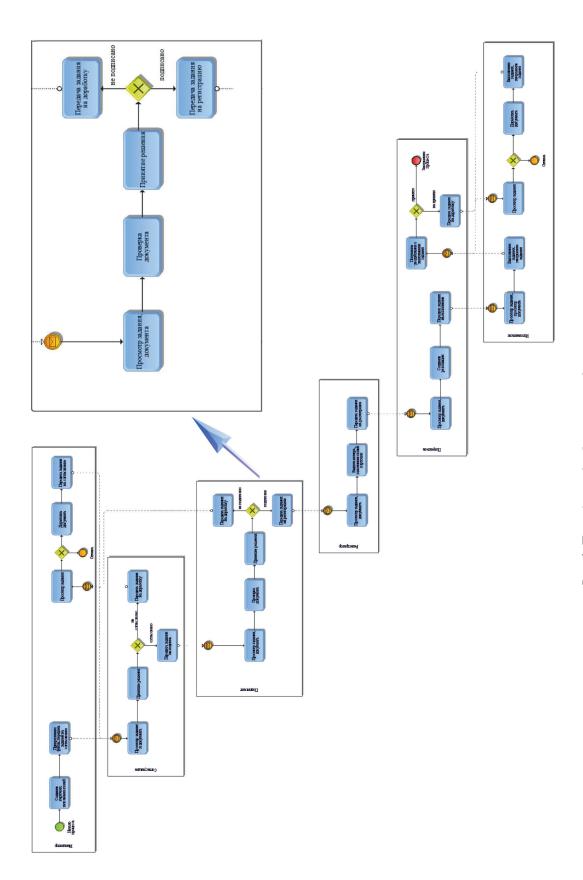
На рис. 2 представлен состав шаблонного решения СЭД на платформе Docsvision.

При внедрении СЭД рекомендовано создание карточек для работы с входящими и исходящими документами, оформления служебных записок, заявок на техническую поддержку, подключения к ресурсам; на временный и постоянный пропуска, составления договора и дополнительного соглашения.

В шаблонном решении СЭД должны быть настроены справочники, позволяющие многократно использовать заранее определенные наборы данных, такие как сотрудники, контрагенты и номенклатура, а также справочники:

- ссылок, позволяющие задавать взаимосвязи между различными карточками;
- грифов для формирования грифов документов, которые указывают степень секретности сведений, содержащихся в документах;
- шаблонов для распределения обязанностей исполнителям;
- видов приёмки для выбора контроля в документах;
 - типов документов;
 - типов доставки документов;
- статусов контроля для постановки или снятия документов с контроля;
- типов договоров для указания вида договора в карточках договоров;
- тем заявок на ТП для выбора темы заявки на техническую поддержку;
- информационных ресурсов для определения выбора ресурса заявки на подключение к ресурсу.

В СЭД рекомендуется разделять типы папок: контейнер; стандартная; виртуальная. Папка-контейнер служит для логического объединения нескольких подпапок и не может использоваться для создания и хранения документов. В стандартной папке создаются и хранятся карточки документов, при этом для каждой папки должно быть установлено соответствующее ограничение на виды создаваемых документов. В виртуальной папке не хранятся объекты, а отображаются результаты определенного поискового запроса.



Puc. 1. Процедура обработки служебной записки

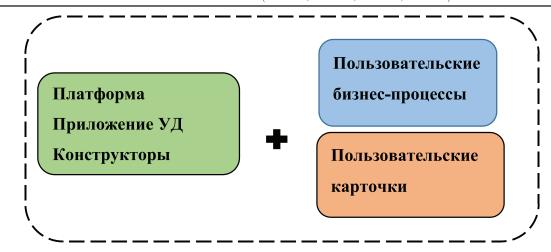


Рис. 2. Состав решения

СЭД должна удовлетворять следующим требованиям: иерархическая структура каталогов; представление документа в виде карточки с указанием его атрибутов; классификация карточек; возможность прикрепления к карточке файлов любых форматов; формирование ссылок между карточками документов; аутентификация пользователей для доступа к документам и разграничение прав доступа; поиск и фильтрация карточек.

Для оценки показателей эффективности разработанного решения были рассмотрены два проекта, сформированных в программе MS Project:

Проект № 1, внедренный в системе «Docsvision» без коробочного решения;

Проект № 2, внедренный в системе «Docsvision» с коробочным решением.

Для каждого проекта были рассмотрены четыре этапа: разработка технического задания; настройка решения; эксплуатационная документация; тестирование разработанного решения, и рассчитаны такие параметры, как длительность работ, трудоемкость работ, ресурсы и затраты (руб.). При расчете затрат стоимость лицензии платформы Docsvision и других дополнительных модулей не учитывалась.

Сравнивая затраты проекта № 1 и проекта № 2 по внедрению СЭД на платформе Docsvision, авторы получили, что затраты проекта № 2 уменьшились на 10% при сокращении длительности проекта с 158 дней до 49 дней.

Представленное в статье шаблонное решение СЭД было разработано согласно рекомендованной методологии разработки приложений на базе платформы Docsvision

с использованием стандартных АРІ. Предложенное решение позволяет компании получить его в краткие сроки с минимальной стоимостью владения, системному администратору — средства контроля и мониторинга процесса документооборота, предсказуемое поведение системы, надежность и всестороннее обеспечение информационной безопасности.

Разработанное шаблонное решение СЭД на платформе Docsvision может быть использовано для внедрения как универсальное коробочное решение или комбинированнее решение, включающее в себя дополнительные модули.

Список литературы

- 1. Гуськова Н.Д., Неретина Е.А. Предпосылки формирования и ключевые положения концепции «Индустрия 4.0» // Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы: труды научно-практической конференции с международным участием. СПб.: Изд-во СПбГПУ Петра Великого, 2017. С. 51—57.
- 2. Абызова Е.Р. Некоторые аспекты концепции «Электронного государства» // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2015. N2 4. С. 9–12.
- 3. Макарчук Т.А., Минаков В.Ф., Щугарева В.А. Облачные решения построения информационных систем управления ресурсами организации // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 1–1 (20). С. 68–69.
- 4. Бурцев И.В. Основные принципы внедрения электронного документооборота на промышленном предприятии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=8126.
- 5. Ставрова А.Б. Выбор оптимальной системы электронного документооборота как инструмента управления организацией // ВІ-технологии в оптимизации бизнес-процессов: Сборник трудов III Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Изд-во УГЭУ, 2015. С. 87–91.
- 6. Гапоненко В.С. Повышение эффективности деятельности компании ЗАО «Мибикор» за счет внедрения системы

- автоматизации делопроизводства DocsVision // Микроэкономика. 2014. № 5. С. 89—95.
- 7. Haug A. The implementation of enterprise content management systems in SMEs $/\!/$ Enterprise Information Management. 2012. Vol. 25, Issue 4. P. 349–372.
- 8. Терещенко Р.Д., Башкова И.С. Принципы построения эффективной системы управления бизнес-процессами и документами // Научный вестник Крыма. 2017. № 1(6). С. 16.
- 9. Бородин М.В. О терминах и принципах в сфере электронного документооборота // Актуальные проблемы российского права. 2016. № 2(63). С. 102–109.
- 10. Картавцев К.В. Принцип организации электронного документооборота // Информационные технологии в экономике, образовании и бизнесе: Сборник трудов Международной конференции. Саратов: Изд-во «Общество с ограниченной ответственностью «Центр профессионального менеджмента «Академия Бизнеса», 2013. С. 57–58.
- 11. Эренценова М.А., Зазорина А.И. Использование электронного документооборота как основы эффективности современного управления // Современные проблемы экономики и менеджмента: поиск решений: Сборник научных статей. М.: Русайнс, 2016. С. 226–230.
- 12. Burtylev I.N., Mokhun K.V., Bodnya Y.V., Yukhnevich D.N. Development of Electronic Document Management Systems: Advantage and Efficiency // Science and Technology. 2013. Vol. 3, Issue: 2A. P. 1–9.
- 13. Золотовицкий А. Разработка российских систем электронного документооборота и управления рабочими процессами // Инновации. -2015. -№ 12. -C. 61–65
- 14. Минаков В.Ф., Макарчук Т.А., Щугарева В.А. Технологии ВЕБ 2.0 в системе управления качеством // Международный научно-исследовательский журнал. -2014. -№ 1-1(20). -C. 70-72.

УДК 548.736.453.2:549.67:[547.534.2'023 + 543.272.71]

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕ $_{\rm x}$ МG $_{\rm 1-x}$ AL $_{\rm 2}$ О $_{\rm 4}$ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОМПОЗИЦИИ С ЦЕОЛИТОМ ZSM-5 В ПРЕВРАЩЕНИИ МЕТАНОЛА В n-КСИЛОЛ

Махмудова Н.И., Вердиева Л.Р., Ильяслы Т.М., Бабаева Т.А., Мамедов С.Э.

Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: teymur.ilyasly@mail.ru

Методом горения из соответствующих металлокомплексов-дигидразидов малоновой кислоты синтезированы наноразмерные кристаллики состава $MgAl_2O_4$, $Ce_{0.08}Mg_{0.98}Al_2O_4$, $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$. С помощью дериватографического и рентгенографического анализов установлено, что температура горения металлокомплексных композиций соответствует 350 °C, а кристаллизация начинается при 700 °C. На дифрактограммах синтезированных и отоженных кристаллов кроме рентгенорефлексов шпинельных структур, имеются также рентгенорефлексы CeO_2 фазы. Термическая обработка при 1200 °C в течение 2 часов не приводила к растворению CeO_2 в матрице шпинельной фазы. Присутствие в шпинельной структуре фазы CeO_2 влияет на процесс спекания. С ростом содержания CeO_2 увеличиваются размеры наночастиц. Изучено влияние нанопорошков шпинельной фазы $Ce_xMg_{1.x}Al_2O_4$ на кислотные и каталитические свойства цеолита типа HZSM5 в превращении метанола в ароматические углеводороды. Показано, что в результате модифицирования перераспределение кислотных центров и уменьшение сорбционной емкости образцов, что и обусловливает повышение пара-селективности катализаторов. На HZSM-5 содержащем 5 % $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$, селективность по n-ксилолу достигает 75,0%. Нанопорошки состава $Ce_{0.0}Mg_{0.95}Al_2O_4$ и $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ селективность по n-ксилолу достигает 75,0%. Нанопорошки состава $Ce_{0.0}Mg_{0.95}Al_2O_4$ и $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ телетовышение $CeO_2Mg_{0.95}Al_2O_4$ и $CeO_2Mg_{0.95}Al_2O_4$ в композиции с HZSM5 можно использовать в качестве катализаторов при получении n-ксилола из ненефтяного сырья-метанола.

Ключевые слова: шпинель, структура, эффект, параметр, наночастицы, $\operatorname{Ce_xMg_{1-x}Al_2O_4}$, цеолит ZSM-5, метанол, n-ксилол

SYNTHESIS OF $CE_xMG_{1:x}AL_2O_4$ NANOPARTICLES AND INVESTIGATION OF THEIR PHYSICOCHEMICAL AND CATALYTIC PROPERTIES IN THE COMPOSITION WITH ZSM-5 ZEOLITE DURING METHANOL CONVERSION INTO p-XYLENE

Makhmudova N.I., Verdieva L.R., Ilyasly T.M., Babaeva T.A., Mamedov S.E.

Baku State University, Baku, e-mail: teymur.ilyasly@mail.ru

Nano-sized crystals of powder $MgAl_2O_4$, $Pr_{0.05}$ $Mg_{0.95}$ Al_2O_3 , $Pr_{0.1}$ $Mg_{0.9}$ Al_2O_3 composition were synthesized by combustion method from the corresponding malonic acid hydrazide metal complexes. Using data of derivatographic and X-ray analysis it was determined that combustion of metal complex compositions occurs at 350 °C and crystallization starts at 700 °C. Diffractograms of synthesized and annealed crystals, exibit X-ray reflections of the CeO₂ phase as well as X-ray reflexes of spinel structures. Heat treatment at 1200 °C during 2 hours did not lead to the dissolution of CeO₂ in the spinel phase matrix. The presence of the CeO₂ phase in the spinel structure affects the sintering process. The dimensions of the nanoparticles increase with increasing of CeO₂ content. The effect of Ce $Mg_{1,x}Al_2O_4$ spinel nanopowders on the physico-chemical and catalytic properties of zeolite type HZSM-5 in the conversion of methanol to aromatic hydrocarbons was studied. It is shown that when nanopowder-modifiers are introduced, the acid centers are redistributed and the sorption capacity of the samples is reduced, which causes an increase in the para-selectivity of the catalysts. By using of HZSM-5 containing 5 % Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al₂O₄ the selectivity for p-xylene reaches 75.0 %. Nanopowders of composition Ce_{0.05}Mg_{0.95}Al₂O₄ and Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al₂O₄ after thermal treatment at 800–1000 °C in the composition with HZSM-5 can be used as catalysts for the production of p-xylene from non-oil feedstocks-methanol.

 $Keywords: sphinel, structure, effect, parameters, nanoparticles, Ce_x Mg_{1-x}Al_2O_4, HZSM-5, methanol, p-xylene, and the properties of the properties of$

В последние годы интерес к нанодисперсным порошковым материалам сильно возрос. В работах [19, 15] показано, что по ряду физических свойств наноструктурные материалы значительно превосходят обычные крупнозернистые материалы. Особый интерес вызывает керамика на основе магний-алюминиевой шпинели, нашедшая широкое применение в металлургии, радиотехнике, химическом производстве, а также рассматривается перспектива использования и в ядерной энергетике [6]. Данный керамический материал обладает достаточной

механической прочностью, хорошей коррозионной и радиационной стойкостью [5, 3] и применяется в качестве инертной матрицы в ядерном топливе [6], а также для иммобилизации радиоактивных отходов как инертная матрица композиции Синрок.

Одним из решений проблемы поиска альтернативного сырья для получения продуктов в химической и нефтехимической отраслях промышленности может стать вовлечение в переработку природного газа [9]. Метан с высокой эффективностью может быть превращен в метанол через синтез-

газ [10, 17]. Последующая конверсия метанола в углеводороды бензинового ряда требует применения мезопористых цеолитных катализаторов пентасилового типа [10, 16]. В последние годы разрабатываются различные процессы получения низших олефинов и ароматических углеводородов на основе природного газа через метанол. Установлено, что наиболее эффективными катализаторами процесса прямого превращения метанола в ароматические углеводороды являются цеолиты типа ZSM-5, содержащие модификаторы Р, В, Мg, La и Zr, введенные в цеолит методом пропитки растворами соответствующих солей [4]. Традиционный способ получения таких каталитических систем путем пропитки цеолитов растворами солей с последующим термическим разложением или окислением, как правило, не приводит к образованию высокодисперсных активных фаз. В этом отношении более предпочтительно получение каталитических систем механическим смещением нанопорошков соответствующих металлов или их оксидов с мезопористыми материалами.

Цель исследования

Цель настоящей работы — синтез нанопорошков состава $Ce_xMg_{1-x}Al_2O_4$ шпинельной структуры, изучение их физико-химических и каталитических свойств в композиции с высококремнеземным цеолитом типа HZSM5 в превращении метанола в n-ксилол.

Материалы и методы исследования

Согласно общепринятой методике для синтеза магний-алюминиевой шпинели используют химически чистые порошки MgO и Al_2O_3 [8, 11]. Синтез проводят твердофазной реакцией в интервале температур 1100-1600 °C [8, 9, 12, 14, 15].

В настоящей работе нанопорошки шпинельной структуры получали методом низкотемпературного горения [2, 13]. Исходными реактивами для синтеза являлись реактивы марки «ХЧ»: -алюминий азотнокислый 9-водный $Al(NO_3)_3$ 9 H_2O , магний азотнокислый 6-водный $Mg(NO_3)_2$ 6 H_2O , церий карбонат (III) $Ce_2(CO_3)_3$, диэтилмалонат $C_7H_{12}O_4$, гидразин моногидрат NH_2NH_2 H_2O , спирт абсолютный C_2H_2OH с плотностью 0,7895 г/см³, азотная кислота HNO_3 с концентрацией 65% и плотностью 1,41 г/см³.

Предшественником являлась высушенная смесь комплексных соединений магния и алюминия с гидразидами малоновой кислоты. При синтезе предшественника применяли свежеприготовленную дигидразид малоновую кислоту, полученную при перемешивании диэтилмалоната с гидразин моногидратом в мольных соотношениях 1:2. Процесс протекает по химической реакции

2
$$(1-x) \text{ Mg(NO}_3)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{Al(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} +$$

+ $5 \text{ C}_3\text{H}_8\text{ N}_4\text{O}_2 + 2x \text{ Ce (NO}_3)_3 \xrightarrow{300 \,^{\circ}\text{C}}$
2 $\text{Ce}_x\text{Mg}_{1-x} \text{Al}_2\text{O}_4 + 15 \text{ H}_2\text{O} + 13 \text{ CO}_2 + 20 \text{ N}_2$

с использованием азотнокислых солей алюминия и магния. Раствор азотнокислого церия получен растворением карбоната церия (III) в концентрированной $\mathrm{HNO_3}$ при комнатной температуре. $\mathrm{Ce(NO_3)_3}$ получали по реакции

$$Ce_2(CO_3)_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Ce(NO_3)_3 + 3 H_2O + 3CO_2$$
.

После прекращения выделения CO_2 раствор концентрировали до определенной кондиции выпариванием при $60\text{--}80\,^{\circ}\mathrm{C}$. Затем полученные растворы смешивали таким образом, чтобы мольные соотношения соответствовали Ce : Mg : $\mathrm{Al} = \mathrm{x}$:(1--x):2 (где x — мольная доля церия), чтобы конечный состав соединения соответствовал $\mathrm{Ce}_{\mathrm{x}}\mathrm{Mg}_{(1\text{-x})}\mathrm{Al}_2\mathrm{O}_4$. Нами синтезированы составы, где $\mathrm{x} = 0.03$; 0.05; 0.10 и нелегированная шпинель $\mathrm{MgAl}_2\mathrm{O}_4$.

Катализаторы были приготовлены при сухом смешивании нанопорошка $\mathrm{Ce_xMg_{(1-x)}Al_2O_{4e}}$ Н-формой цеолита типа HZSM-5 в механической вибрационной мельнице на воздухе с последующей обработкой приготовленной смеси при $550\,^{\circ}\mathrm{C}$ в течение 3-х часов. Концентрация нанопорошка в катализаторе варыровалась от 1,0 до 10,0 мас.%. Н-форму цеолита HZSM-5 с мольным соотношением $\mathrm{SiO_2/Al_2O_3}$ равным 33 готовили согласно процедуре, описанной в [4].

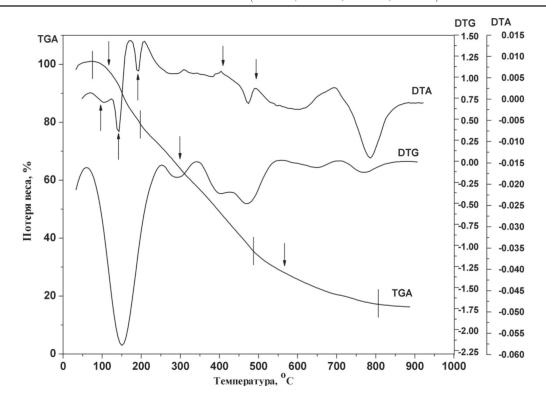
Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора объемом 4 см³ в реакторе идеального вытеснения при атмосферном давлении в интервале температур 350–400 °С. Объемная скорость подачи 2 ч⁻¹. Длительность опыта составляла 1,0 ч. В качестве исходного реагента использовали метанол с чистотой 99,8% (производство AzMeCo, г. Баку).

Кислотные свойства цеолитов изучали методом термодесорбции аммиака [17], адсорбционные исследования были выполнены по методике, описанной в работе [17, 18].

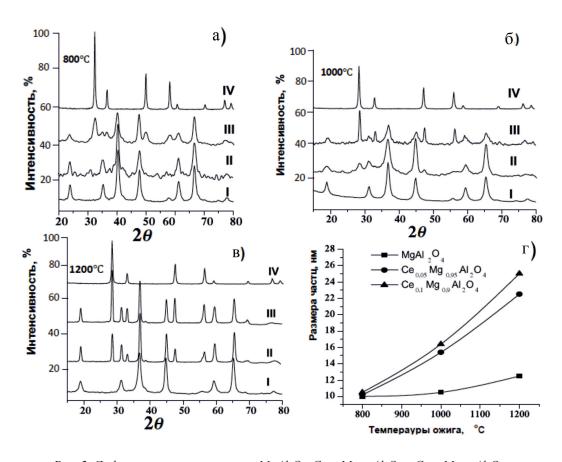
Результаты исследования и их обсуждение

Термогравиметрическим определен характер протекания процесса разложения и горения сухого остатка после выпаривания свободной воды. Для исследования выбирали образец, соответствующий конечному составу. Результаты анализа представлены в виде кривых на рис. 1. Наклон кривых соответствует интенсивности выделения испаряющихся веществ. По наклону кривую можно разделить на три участка: 120÷210, 210÷500 и 500-800°С. На первом участке потеря веса составляет до 22% от первоначального веса образца, на втором участке потеря веса составляет около 43%, а на третьем – около 20%. На первом участке выделяются воды (адсорбированные и координационные), на втором газы и некоторые легколетучие органические молекулы образующихся при разложении комплексных соединений.

На кривой ДТА появляются три эндотермических эффекта при 100, 150 и 200 °C при выделении воды. Эти эффекты отсутствуют при 100 °C или малозаметны при 150 и 200 °C на кривой процесса ДТА (рис. 1).



Puc.~1.~ Кривые термогравиметрического анализа (ТГ, ДТГ и ДТА) процесса получения $Ce_{_{0.10}}$ М $g_{_{0.90}}$ $Al_{_2}O_{_4}$



 $Puc.\ 2.\ {\it Дифрактограммы\ cocmaвos\ MgAl_2O_4}\ Ce_{_{0,10}} Mg_{_{0,90}} Al_2O_4\ u\ Ce_{_{0,05}} Mg_{_{0,95}} Al_2O_4$

На II участке наблюдаются три четких эндотермических эффекта. Наличие соединений церия усиливает эндоэффекты при 300 и 460°С. Экзоэффекты на кривой при 310 и 390°С, по-видимому, связаны с горением органической части предшественника с выделением газов. Эндотермические эффекты при 460°C на кривых ДТА и DTГ связаны с процессом разложения и выделения некоторых органических частей оставшихся субстратами. Природа этого процесса не ясна. Рентгенограмма образца, снятого до и после этого эффекта, не дает никаких результатов, в обоих случаях вещества аморфны. Предполагается, что выше 460°C в субстрате остаются оксипроизводные металлов или же аморфные карбонаты. Последняя версия более приемлема, так как 460°C достаточно высокая температура и при такой температуре в открытых условиях ничего не должно оставаться в составе.

Рентгенографическим путем доказано, что на третьем этапе происходит формирование шпинельной фазы, т.к. в нагретых до 700°С и очищенных образцах, отожжённых при этой температуре в течение 2 часов наблюдается образование зародышей кристаллической фазы. Следует отметить, что температура начала эндотермического эффекта (на кривой ДТА) соответствует 700°С. Наличие потери веса на этом участке дает основание говорить о том, что процесс образования шпинелей сопровождается выделенным СО₂ за счет разложения твердых растворов карбонатов [1, 7].

Проведен рентгенофазовый анализ термически обработанных при 800, 1000 и 1200 °C в течение 2 часов шпинельных фаз, с содержащих участием церия. Дифрактограммы составов $MgAl_2O_4$, $Ce_{0.05}Mg_{0.95}Al_2O_4$ приведены на рис. 2.

Следует отметить, что они термодинамически более устойчивы, чем другие окисные соединения металла. Поэтому при разложении цериевых комплексов (в данном случае комплекса церия с дигидразидом малоновой кислоты) в открытой системе вероятность образования СеО, больше других. Если при синтезе церий полностью внедряется в решетку магний-алюминовой шпинели, замещая ионы магния в узлах решетки, то на дифрактограммах вышеуказанных легированных кристаллов не появляются иные рефлексы, кроме рефлексов шпинельной фазы. В противном случае возможно появление дифракционных рентгенорефлексов СеО, фазы [1, 7]. Как видно, на дифрактограммах вновь синтезированных и отожженных кристаллов кроме рентгенорефлексов шпинельных структур имеются и рентгенорефлексы СеО, фазы, причем последние достаточно четко наблюдаются во всех случаях. Термическая обработка при 1200°C в течение 2 часов не приводила к растворению СеО, в матрице шпинельной фазы. Однако присутствие фазы СеО, влияет на процесс спекания, с ростом содержания СеО, увеличиваются размеры наночастиц (табл. 1).

Таблица 1
Размер термически обработанных наночастиц

Состав фазы	Размер частиц (нм),					
	при температурах 800 °C 1000 °C 1200 °C					
MgAl ₂ O ₄	9,95	10,50	12,50			
Ce _{0,05} Mg _{0,95} Al ₂ O ₄	10,20	15,40	22,50			
$Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al_2O_4$	10,50	16,40	25,00			
CeO ₂	20,50	32,00	33,43			

Состав фазы	Тем. термич. об-	Предполагаемые группы			
	работки, Т, °С	-OH	О–Н	N=O	Me-O
Co. Mo. 410	300	3418	1643	1404	650–548–482
$Ce_{0.05}Mg_{0.95}Al_2O_4$	1000	3437	1639	1400	683–509–417
$Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$	300	3456	1636	1385–850	675–421
	400	3449	1632	1412–849	683–455
	500	3441	1632	1416–849	675–475–421
	600	3437	1636	1416	675–471–409
	800	3452	1639	1462	698–525
	1000	3441	1639	1396	683–505–420

Инфракрасные спектры (ИК) сняты в диапазоне частот 400-4000 см-1. В ИКспектрах обнаруженные полосы пропускания при 3437-3456 см-1 и 1632-1639 см-1 относятся к адсорбированной воде и поверхностно гидроксильным группам или кристаллической воде соответственно. Полосы пропускания при 850-1385-1462 см-1 могут быть отнесены к колебаниям NO_3^- или $NO_{_{\rm v}}$. Интенсивность этих полос пропускания постепенно уменьшается с повышением температуры отжига. Обнаруженные полосы пропускания в ИК-спектрах для термически обработанных образцов $Ce_{x}Mg_{1,x}Al_{2}O_{4}$ приведены в табл. 2.

Растяжение полос, отмеченное в пределах 698-525 и 683-505-420 см $^{-1}$, соответствует AlO_6 и MgO_4 группам в шпинельной решетки. Эти полосы поглощения появляются в порошках отожженных при $800\,^{\circ}$ С и $1000\,^{\circ}$ С соответственно. Они подтверждают формирование $MgAl_2O_4$ шпинели с октаэдрическими и тетраэдрическими полиэдрами $[1,\ 7]$. Спектры поглощения в УФ и видимой области спектра представлены на рис. 3. Все образцы плохо поглощают свет

с длинами волн больше 500 нм, т.е. в видимой части спектра они сильно поглощают цветные материалы. Это характерно для большинства оксидов металлов с жесткой связью Me-O и большой шириной запрещенной зоны (как у $MgAl_2O_4$).

Поглощение видимого света может возникнуть в результате наблюдаемого поглощения, вызванного переходом заряда $O^{2-} \rightarrow Al^{3+}$. Как известно, край собственного поглощения чистого магния алюминиевой шпинели в зависимости от размера наночастиц соответствует длинам волн 330-360 нм. С увеличением содержания СеО, в составе приготовленных порошков край собственного поглощения смещается в более длинноволновую область, при этом соответственно меняются значения ширины запрещенной зоны. Ширина запрещенной зоны определяется по краю поглощения, который меняется для $MgAl_2O_4$ в пределах от 3,76 до 2,95 эВ, для $Ce_{0.05}^{-2}Mg_{0.95}Al_2O_4$ от 2,95 до 2,61 эВ и для $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ от 2,82 до 2.43 эВ. Таким образом, значения ширины запрещенной зоны наночастиц зависят от размеров и способа приготовления образцов [3, 19].

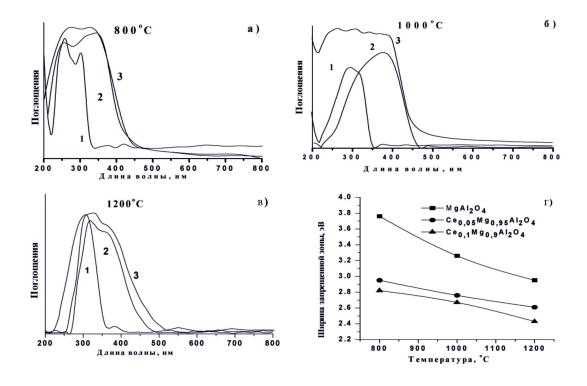
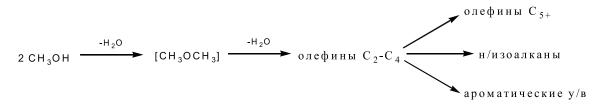


Рис. 3. Спектры поглощения (а, б, в и г), зависимость ширины запрещенной зоны от температуры термически обработанных образцов $MgAl_2O_4(1)$, $Ce_{0,05}Mg_{0,95}Al_2O_4(2)$ и $Ce_{0,M}g_{0,90}Al_2O_4(3)$ при различных температурах отжига

Согласно [10], превращение метанола на цеолитсодержащих катализаторах идет по схеме:



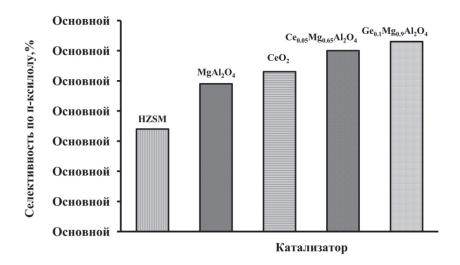


Рис. 4. Влияние природы модификатора на селективность образования n-ксилола из метанола. Содержание модификатора 1,0 мас. % ($T=400\,^{\circ}$ C, $v=2\,v^{-1}$). Примечание. *Селективность по n-ксилолу, % — отношение содержания n-ксилола κ общему содержанию ксилолов

В интервале температур $350-400\,^{\circ}\mathrm{C}$ степень конверсии метанола составляет $100\,\%$ как на H-форме цеолита, так и на модифицированных образцах. Основными продуктами превращения метанола являются олефиновые углеводороды $\mathrm{C_2\text{-}C_4}$ ($30-40\,\%$), алифатические углеводороды $\mathrm{C_{5^+}}$ ($15-25\,\%$) и ароматические углеводороды $\mathrm{C_{6^-}C_{10}}$ ($25-40\,\%$). Выход ароматических углеводородов $\mathrm{C_{6^-}C_{18}}$ зависит от природы и концентрации модифицирующего металла (рис. 4 и 5).

Как видно из рис. 4, модифицирование H-ZSM-5 нанопорошками CeO_2 , $Ce_xMgAl_2O_4$ и $Ce_xMg_{1-x}Al_2O_4$ приводит к изменению каталитических свойств катализаторов. Введение 1,0 мас. % модификаторов в состав H-ZSM-5 способствует повышению селективности по n-ксилолу. При содержании 1,0 мас. % модификаторов в составе H-ZSM-5 селективность по n-ксилолу по сравнению с H-ZSM-5 возрастает с 34 % до 63 %.

При модифицировании HZSM-5 модификаторами селективность катализатора по *n*-ксилолу (рис. 4) и выход ароматических

углеводородов (рис. 5) возрастает в следующей последовательности

$$HZSM-5 \le MgAl_2O_4 \le CeO_2 \le$$

$$< Ce_{0.05}Mg_{0.95}Al_2O_4 < Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4.$$

Среди исследуемых образцов наиболее высокую селективность по n-ксилолу проявляет образец, модифицированный нанопорошком $\mathrm{Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4}$.

На рис. 6 представлено влияние концентрации нанопорошка $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ в составе HZSM-5 на выход ксилолов и селективность по n-ксилолу. Видно, что на HZSM-5 при 400 °C выход ароматических углеводородов составляет 10,1 мас. %, а селективность по n-ксилолу — 34,0 %. Введение 1,0 мас. % модификатора в состав HZSM-5 приводит к увеличению выхода ксилолов с 10,1 % до 20,2 % а селективности по n-ксилолу с 34,0 до 63,0 %. Увеличение содержания модификатора до 10,0 мас. % в составе HZSM-5 приводит к заметному снижению выхода ксилолов (с 20,2 до13,2 %), но существенно повышает селективность по n-ксилолу (с 63,0 до

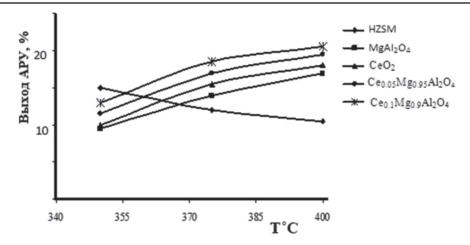
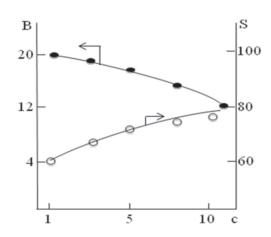


Рис. 5. Влияние природы модификатора на выход ароматических углеводородов (APV) в зависимости от температуры

80,5%). Оптимальное содержание нанопорошка $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$, в составе HZSM-5 при котором наблюдаются хорошие выходы ксилолов (17,0 мас. %) и высокая селективность по n-ксилолу (75,0%), соответствует 5,0 мас. %.

По-видимому, проявление высокой селективности по п-ксилолу на композиции Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al₂O₄, с HZSM-5 содержащем, обусловлено уменьшением силы бренстедовских кислотных центров [4], а также изменением адсорбционно-десорбционных и диффузионных характеристик катализаторов [4]. Действительно, модифицирование сопровождается химическим взаимодействием модификатора с цеолитом, что приводит к воздействию модификатора на доступность каналов структуры цеолитных катализаторов. Это подтверждается уменьшением сорбционной емкости образцов с увеличением содержания в их составе нанопорошка $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ (табл. 3).



Концентрация нанопорошка, мас.%

Рис. 6. Влияние концентрации нанопорошка $Ce_{0,l}Mg_{0,g}Al_2O_4$ в композиции с HZSM-5 на выход ксилолов (B, мас. %) и селективность по n-ксилолу (S, мас. %) ($T=400\,^{\circ}$ C, $P=1\,$ атм, $v=1,0\,$ ч l)

Таблица 3 Адсорбция паров воды н-гептана и бензола на ZSM-5, модифицированным нанопорошком $\mathrm{Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4}$

_ №	Содержание $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ в цеолите, мас. %	Адсорбция, см ³ г ⁻¹			
образца	в цеолите, мас. %	вода	н-гептан	бензол	
1	0	0,078	0,167	0,080	
2	1	0,073	0,156	0,071	
3	3	0,063	0,130	0,062	
4	5	0,054	0,086	0,051	
5	10	0,048	0,069	0,043	

Из данных табл. 2 видно, что HZSM-5 имеет две формы десорбции аммиака: низкотемпературную форму I десорбции аммиака с температурой максимума $T_{\text{пика}}$ 200 °C и высокотемпературную форму II с $T_{\text{макс}}$ пика 418°C, концентрации кислотных центров составляют 630 и 554 мкмоль· Γ^{-1} соответственно.

Таблица 4 Кислотные свойства катализаторов

$N_{\underline{0}}$	T _{make} , C		Концентрация	
образца	Mulic		кислотных центров,	
			мкмоль г 1	
	форма I форма II		форма І	форма II
1	200	418	630	554
2	194	368	400	301
3	187	316	282	171
4	178	283	182	104
5	172	261	121	49

Введение нанопорошка $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ в количестве 1,0 мас. % в состав HZSM-5 снижает концентрацию сильных кислотных центров с 554 мкмоль г до 301 мкмоль г-1, т.е. почти в 1,8 раза. При повышении содержания циркония в цеолите до 5,0 мас. % происходит резкое снижение концентрации кислотных центров катализатора: уменьшение концентрации кислотных центров нанопорошка $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ более чем в 4,5 раза и смещение низкотемпературного и высокотемпературного пиков десорбции аммиака соответственно до 178 и 283 °C. Увеличение содержания в цеолите до 10,0 мас. % сопровождается дальнейшим уменьшением силы и концентрации кислотных центров. При этом наиболее резкому снижению подвергаются сильные кислотные центры. Концентрация сильных кислотных центров на цеолите, содержащем 10,0% нанопорошка $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2\hat{O}_4$, минимальна и составляет всего 49 мкмоль г-1 (табл 4).

Таким образом, модифицированные нанопорошками $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$, цеолиты типа HZSM-5 являются активными катализаторами синтеза ксилолов из метанола при атмосферном давлении. Путем модифицирования HZSM-5 нанопорошком $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ в количестве 5,0 мас.% получен катализатор обладающий повышенной пара-селективностью (75%). Повышение пара-селективности катализатора связано с уменьшением концентрации сильных кислотных центров и адсорбционной емкости цеолитов. Нанопорошки состава $Ce_{0.05}Mg_{0.95}Al_2O_4$, и $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ прошедшие термическую обработку при $800-1000\,^{\circ}$ С в композиции с HZSM-5 мож-

но использовать в качестве катализаторов для получении *n*-ксилола из ненефтяного сырья- метанола.

Выводы

1. Синтезированы наноразмерные кристаллики порошков состава MgAl₂O₄,

Се_{0.05}Мg_{0.95}Al₂O₄, Се_{0.1}Мg_{0.9}Al₂O₄.
2. С помощью дериватографического и рентгенографического анализов установлено, что температура горения металлокомплексных композиций происходит

при 350°C, а кристаллизация начинается

c 700 °C.

3. Изучено влияние нанопорошков шпинельной фазы $Ce_x Mg_{1-x}Al_2O_4$ на физико-химические и каталитические свойства цеолита типа HZSM-5 в превращении метанола в ароматические углеводороды.

4. Нанопорошки состава $Ce_{0.05}Mg_{0.95}Al_2O_4$ и $Ce_{0.1}Mg_{0.9}Al_2O_4$ прошедшие термическую обработку при $800-1000\,^{\circ}C$ в композиции с HZSM-5 можно использовать в качестве катализаторов при получении n-ксилола из ненефтяного сырья- метанола.

Список литературы

- 1. Ибрагимова Ф.С., Мамедова С.Г., Али А.А., Аллазов М.Р., Ильяслы Т.М. Синтез и иследования наночастиц Ce: $MgAl_2O_4$. Со шпинельной структурой // Journal of Qafqaz University. Баку, 2013. С. 122–123.
- 2. Ильяслы Т.М., Мамедов С.Э., Вердиева Л.Р., Махмудова Н.И. Синтез и свойства наночастиц состава $\Pr_x Mg_{1.x} Al_2O_4$. // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 19—24.
- 3. Кузнецов С.В., Федеров П.П., Воронов В.В., Осико В.В. Синтез нанопорошков $MgAl_2O_4$ // Heopr. мат. 2011.-T. 47, № 8. С. 988—991.
- 4. Мамедов С.Э., Генджалиева И.Ш. Исследование свойств модифицированных высококремнеземных цеолитов в конверсии метанола в n-ксилол // Журнал прикладной химии. -2010.-T.83, № 6.-C.1044-1046.
- 5. Ahmed I.S., Dessouki H.A., Ali A.A. Synthesis and characterization of new nano-particles as blue ceramic pigment // Spectrochimica Acta Part A. -2008. -v. 71. -P. 616–620.
- 6. Ahmed I.S., Shama S.A., Dessouki H.A., Ali A.A. Synthesis ,termal and spectral characterization of nanosized $N_{i_x} Mg_{1.x} Al_2O_4$ powders as new ceramic pigments via combustion route using 3-methylpyrozole -5- one as fuel // Spectrochimica Acta Part A. 2011. v. 81. P. 324–333.
- 7. Ali A.A., Karasu B., Allazov M.R. Ilyasli T.M. Synthesis, Characterization and Study of the Effect of Yb^{3+} on MgAl $_2O_4$ Spinel Structure viaCombustion Method // J. Chemistry. 2013. $N\!\!\!\! \ge 3$ (5). P. 133–138.
- 8. Alvar E.N., Rezai M., Alvar H.N. Synthesis of mesoporous nanocrystalline MgAl $_2$ O $_4$ spienel via surfactant assisted precipitation route // Powder Technology. 2010. v. 198. P. 275–278.
- 9. Belgin T., Servet T. Black Ceramic pigments for porcelain tile bodies porduced üith chromite ores and iron oxide waste // Journal of Ceramic Processing Research. 2011. v. 12, № 4. P. 462–467.
- 10. Bjorgen M., Svelle S., Joensen F. and etc. Conversion of methanol to hydrocarbons over zeolite H-ZSM-5: On the origin of the olefinic species // J. Catalysis. 2007. V. 249. P. 195–207.

- 11. Candeia R.A., Souza M.A.F ,Bernardi M.I.B., Maestrelli S.C., Santos I.M.G., Souza A.G., Longo E. Monoferrite $BaFe_2O_4$ applied as ceramic pigment // Ceramics International. $-2007.-v.33.-P.\ 521-525.$
- 12. Cavalcante P.M.T., Dondi M., Guarini G., Raimondo M., Baldi G. Colour Performance of Ceramic nano-pigments // Dyes and Pigments. 2009. v. 80. P. 226–232.
- 13. Costa A.F., Pimentel P.M., Aquino F.M., Melo D.M.A., Melo M.A.F., Gelatin I.M.G. Synthesis of $CuFe_2O_4$ and $CuFeCrO_4$ ceramic pigments // Materials Letters. 2013. v. 112. P. 58–61.
- 14. Ganesh I., Reddy G.J., Olhero S.M., Torres P.MC. Influence oof processing route on microsturcture and mechanical properties of MgAl $_2$ O $_4$ spinel // Ceramics International. 2010. v. 36. P. 473–482.
- 15. Leila T., Maryam D., Zahra B. Polymeric Precursor for the Synthesis of Nanosized $Co_xMg_{1,x}Al_yO_4$ Blue Pigments //

- Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. v. 14, No. 8. P. 1051–1055.
- 16. Olsbye U., Svelle S., Morten Bjorden M., Beato P., Janssens T.V.W., Joensen F., Bordiga S., Lillerud K.P. // The activity data, expressed as methanol conversion vs methanol Angewandte Chemic International Edition. 2012. V. 51. Issuc 24. P. 5810–5831.
- 17. Safronov S.S., Koval L.M., Chernova E.B., Bolotov V.V. The physicochemical properties of modified zeolite catalysts and their catalytic activity in conversion of methanol and alkanes C₃-C $_4$ // Russian J. Physical chemistry. 2005. T. 79, № 16. P. 55–60.
- 18. Stoker M. Methanol to Hydrocarbons // Microporous and Mesoporous Materials. 1999. V. 29. P. 3–7.
- 19. Zinkle S.J., Matzke H., Skuratov V.A Microstructure of swift heavy ion irradiated MgAl $_2$ O $_4$ spinel. // Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 1999. v. 540. P. 299–304.

УДК 622.765.06:544.183.26

ПРОГНОЗНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ ЦИНКА И МЕДИ (II) ИЗ РУДНИЧНЫХ ВОД

Медяник Н.Л., Шевелин И.Ю., Бодьян Л.А.

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

В статье представлен прогнозный подход к выбору реагентов на основе принципа «структура/свойство — активность/свойство» для напорной флотации катионов металлов цинка и меди (II) из рудничных вод горно-обогатительных комбинатов. Изучены критерии, обеспечивающие высокую активность и селективность реагентов по отношению к извлекаемым катионам металлов — субстратам в процессе флотации. Комплекс критериев системы субстрат — реагент включает квантово-химические и физико-химические дескрипторы. Определены оптимальные значения селективности реагентов по отношению к цинку—нуклеофильность $I_N \ge 1$ зВ⁻¹, степень переноса заряда системы «цинк-реагент» $\Delta N > 0.5$, энергия комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100$ ккал/моль, извлечение системы «цинк-реагент» $\Delta N > 0.6$, энергия комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100$ ккал/моль, извлечение системы «медь-реагент» $\Delta N > 0.6$, энергия комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100$ ккал/моль, извлечение системы «медь-реагент» в сублат не менее 95 %. Для выделения катионов меди (II) и цинка из рудничных вод предложено использовать сложный эфир — бис-(4-гидроксибутил)терефталат.

Ключевые слова: ионная флотация, субстраты, реагенты, катионы цинка и меди (II), прогнозирование свойств, бис-(4-гидроксибутил)терефталат

PREDICTIVE APPROACH TO THE CHOICE OF REAGENTS USED FOR FLOATATION OF ZINC AND COPPER (II) FROM MINE WATERS

Medyanik N.L., Shevelin I.Yu., Bodyan L.A.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: chem@magtu.ru

The paper describes the predictive approach to the choice of floatation agents for ionic floatation considering the requirements to effective reagent-collectors and presents the quantum-chemical way of forecasting the reagent qualities based on the principle of «structure/quality – activity/quality» for the choice of agents for ionic floatation of copper (II) and zinc from mine waters of mining enterprises. The requirements to reagent-collectors used for selective ionic floatation of copper (II) and zinc were investigated by means of examination of reactivity parameters set including quantum-chemical and physicochemical descriptors ensuring the high activity and selectivity of reagent-collectors in relation to substrates during floatation. Optimal values of corresponding reactivity parameters are defined in relation to zinc – nucleophilicity $I_{\rm N} \ge 1~{\rm eV^{-1}}$, the degree of charge transfer systems «zinc-reagent» $\Delta N > 0.5$, the energy of complex formation $\Delta E_{\rm comp} > 100~{\rm kcal/mol}$, the extraction of the system zinc – reagent into the sublat of at least 93 % and copper – nucleophilicity $I_{\rm N} \ge 1.1~{\rm eV^{-1}}$, the degree of charge transfer systems «copper-agent» $\Delta N > 0.6$, the energy of complex formation $\Delta E_{\rm comp} > 100~{\rm kcal/mol}$, the extraction of the system «copper-agent» into the sublat of at least 95 %. To extract zinc ions and (II) from mine waters, it was proposed to use esters – bis (4-hydroxybutyl) terephthalate.

Keywords: ionic flotation, substrates, agents, zinc and copper (II) cations, prediction of properties, bis (4-hydroxybutyl) terephthalate

При переработке рудничных вод методом флотации важным аспектом является количественное селективное извлечение наиболее ценных компонентов доступными нетоксичными реагентами-собирателями, прогнозирование активности которых целесообразно и перспективно осуществлять на основе принципа «структура/свойство активность/свойство» [1]. Применительно к флотационным системам этот принцип можно сформулировать следующим образом: молекулярные структуры соединений реагентов содержат активные реакционные центры по отношению к извлекаемым компонентам (субстратам), структура и свойства которых усиливают избирательное действие применяемых реагентов и обеспечивают получение прочных соединений «субстрат-реагент» во флотационных системах [1, 2].

Кроме того, благодаря развитию А.В. Курковым и И.И. Пастуховой теории флотации как предмета супрамолекулярной химии [3], появилась возможность моделировать извлекающие агенты для обеспечения устойчивого самоорганизации (самосборки) молекул реагентов с активными центрами поверхности извлекаемых минералов.

Йель исследования — изучить прогнозный подход к выбору реагентов для выделения и концентрирования ценных компонентов Zn, Cu (II) из рудничных вод горно-обогатительных комбинатов в сублат на основе принципа «активность/свойство — структура/свойство».

Материалы и методы исследования

Для расширения ассортимента реагентов ионной флотации в работе проведён анализ квантово-хими-

ческих и физико-химических дескрипторов известных и перспективных реагентов-собирателей с целью выявления критериев, обеспечивающих их высокую активность и селективность по отношению к извлекаемым катионам металлов — субстратам в процессе флотации.

Прогнозный подход к изысканию новых реагентов для ионной флотации меди (II) и цинка на основе принципа «структура/свойство — активность/свойство» может быть реализован как квантово-химический подход. Квантово-химические расчеты проводились с помощью программного продукта ChemCraft. Примеры выполнения квантово-химических расчётов по базовым и дополнительным дескрипторам при выборе регентов-собирателей, прогнозировании их свойств рассмотрены в работах [1, 2].

Для экспериментального подтверждения флотационной активности выбранных реагентов для выделения и концентрирования меди (II) и цинка на основе принципа «структура/свойство — активность/свойство» была проведена серия флотационных опытов на модельных растворов был максимально приближен к реальным техногенным водам горных предприятий Южного Урала, с исходным содержанием цинка не менее 180 мг/дм³ и меди в пределах 250 мг/дм³. Время проведения ионной флотации составило 10 мин, расход реагентов соответствовал 0,75 мг/дм³.

Количественная оценка эффективности действия реагентов для напорной флотации цинка и меди (II) на основе принципа «активность/свойство — структура/свойство» [4] проводилась по параметру нуклеофильности I_N (эВ), характеризующего реакционную активность и свойства реагентов по отношению к извлекаемым субстратам; по показателю устойчивости системы «металл-реагент» значениям степени переноса заряда ΔN и извлечению катионов цинка и меди (II) в сублат $\epsilon_{\rm Me}$,%, показывающим структурную стабильность флотационных систем Zn-реагент, Сиреагент и селективные свойства реагента.

Результаты исследования и их обсуждение

В практике ионной флотации катионов цветных металлов используются реагентысобиратели, у которых извлекающий агент представлен в анионном виде или проявляет хелатообразующую способность по отношению к переходным металлам. В качестве извлекающих агентов для выделения меди (II) и цинка из растворов нашли применение анионные поверхностно-активные соединения: соли высших карбоновых кислот, сульфонолы, соли ксантогеновой кислоты, производные дитиокарбаминовой кислоты и комплексообразователи: диацилгидразины и алкилгликольтерефталаты. Авторами были проанализированы свыше 180 соединений анионных ПАВ и перспективных комплексообразователей.

В таблице показаны расчёты квантовохимических и физико-химических дескрипторов флотационных систем Zn-реагент и Cu-реагент, в которых в качестве анионных ПАВ солей высших карбоновых кислот представлен пальмитат калия, алкилбензолсульфонатов — линейный додецилбензолсульфонат калия, солей ксантогеновых кислот — этилксантогенат калия, производных диэтилдитиокарбаминовой кислоты — диэтилдитиокарбамат, а диацилгидразин и (ди) этилгликольтерефталат — в роли перспективных комплексообразователей [2, 5–11].

Результаты исследований показали, что с увеличением показателя степени переноса заряда в молекуле «металлреагент» увеличивается устойчивость, образующихся флотационных структур, возрастает выделение и концентрирование полезных металлов в сублат.

Согласно полученным результатам во флотационных системах катионы меди по сравнению с катионами цинка более реакционно активны, что может быть обусловлено особыми свойствами цинка, относящегося к диамагнетикам с закрытой электронной оболочкой. Так, этилксантогенат калия с цинком ($I_N = 1,013 \text{ эВ}^{-1}$) образует при ионной флотации субстрат – реагент менее прочные флотационные системы Znэтилксантогенат ($\Delta N = 0.616$) по сравнению с Си-этилксантогенат ($\Delta N = 0.775$), при этом извлечение цинка этилксантогенатом доходит до $\varepsilon_{\rm Zn} = 93,28\,\%$, а меди до 97,15%. Этилксантогенат калия по отношению к субстратам меди проявляет большую реакционную способность, о чём свидетельствует показатель нуклеофильности $I_{N}(Cu) = 1,182 \ 9B^{-1}$ и образование устойчивой флотационной системы Cu-реагент → Си-этилксантогенат более термодинамически выгоднее, согласно значениям энергии комплексообразования – 119,64 ккал/моль, чем Zn – реагент → Zn-этилксантогенат – 98,45 ккал/моль.

Пальмитат калия проявляет наименьшую нуклеофильность (I_N (Zn) = 1,005 эB, I_N (Cu) = 1,008 эB) по сравнению с другими реагентами, что в конечном итоге отражается на извлечении катионов металлов в сублат: ϵ_{Zn} = 92,37% и ϵ_{Cu} = 93,45%. Структурные свойства, образующихся флотационных систем Zn-пальмитат и Cuпальмитат, характеризуются низкой по сравнению с другими системами конформационной устойчивостью $\Delta N(Zn)$ = 0,523, $\Delta N(Cu)$ = 0,549 и термодинамической стабильностью $\Delta E_{\text{комп}}(Zn)$ = -91,72 ккал/моль, $\Delta E_{\text{комп}}(Cu)$ равной -91,72 ккал/моль.

Обращает на себя внимание флотационная структура «Zn-додецилбензолсульфонат», показывающая высокие значения степени переноса заряда (0,681) и энергии комплексообразования в пределах 101,06 ккал/моль и, как следствие, высоким показателем по извлечению

цинкового субстрата в сублат $\epsilon_{\rm Zn}=95,10\,\%$. Молекулы линейного алкилбензолсульфоната по отношению к Zn проявляют хорошую реакционную активность не менее 1,021. Выделение и концентрирование катионов металлов из рудничных вод с использованием додецилбензолсульфоната натрия достигает 95,1–95,52 %, что может быть обусловлено наличием в его структуре с позиции теории «жёстких и мягких кислот и оснований Льюиса» промежуточных основных групп $SO_4^{2^-}$ и кислотных — $C_6H_5^+$ [12].

ТГри взаимодействии 1,2-диацилгидразина с цинком и медью (II) в растворах образуются флотационные системы Zn-диацилгидразин и Cu-диацилгидразин, квантово-химические и физико-химические характеристики которых для цинка и меди составляют соответственно, $I_N^-(Zn) = 1,012$, $\Delta N(Zn) = 0,545$, $\Delta E_{\text{комп}}$ (Zn) = -91,72 ккал/моль, $\epsilon_{Zn} = 93,03\%$ и $I_N^-(Cu) = 1,133$, $\Delta N(Cu) = 0,686$, $\Delta E_{\text{комп}}$ (Cu) = -123,30 ккал/моль, $\epsilon_{Cu} = 96,06\%$. Таким образом, можно заключить, что реагент-собиратель 1,2-диацилгидразин проявляет селективные свойства по отношению и к субстратам цинка и к субстратам меди.

Согласно проведённым исследованиям, самые высокие результаты квантово-химических и физико-химических дескрипторов получены при флотации меди (II) с использованием производных дитиокарбаминовой кислоты — диэтилдитиокарбамата натрия: $I_N^-(Cu) = 1,201, \ \Delta N(Cu) = 0,787, \ \Delta E_{\text{комп}} = -141,09 \ \text{и} \ \epsilon_{\text{Cu}} = 98,56\% \ \text{и} \ \text{производных} \ \text{гликолевых} \ \text{эфиров} \ \text{терефталевой} \ \text{кислоты} \ - \ \text{диэтиленгликольтереф-$

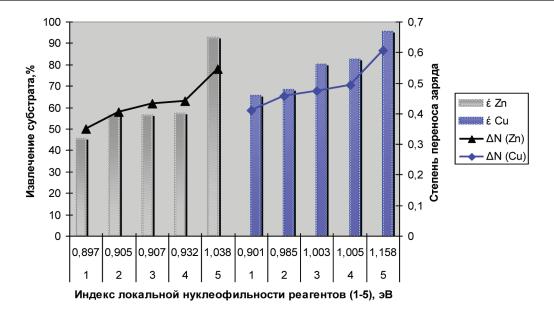
талата $I_N^-(Cu)=1,161,~\Delta N~(Cu)=0,695,~\Delta E_{_{\text{КОМП}}}=-339,11$ и $\epsilon_{_{Cu}}=98,20\,\%.$ Таким образом, анализ квантово-хи-

Таким образом, анализ квантово-химических и физико-химических дескрипторов известных и перспективных реагентов-собирателей позволяет обосновать комплекс критериев селективности реагентов по отношению к цинку параметрнуклеофильность и $I_N \ge 1$ э B^{-1} , степень переноса заряда $\Delta N > 0,5$, энергия комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100$ ккал/моль, извлечение системы «цинк – реагент» в сублат должно быть не менее 93% и меди – нуклеофильность $I_N \ge 1,1$ э B^{-1} , степень переноса заряда $\Delta N > 0,6$, энергия комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100$ ккал/моль, извлечение системы «медь – реагент» в сублат не менее 95%.

Следует обратить внимание на перспективный класс органических единений – гликолевые эфиры терефталевой кислоты, которые способны селективно при рН 2 извлекать цинк сублат Zn-этиленгликольтерефталат, а медь (II) при рН 8 в сублат Сидиэтиленгликольтерефталат (таблица). Соединения данного класса входят в состав реагента комплексного действия РОЛ [2], который хорошо зарекомендовал себя при флотационном извлечении цинка и меди из техногенных вод горных предприятий. Поэтому представляется целесообразным проанализировать квантово-химические и физико-химические дескрипторы и других сложных эфиров (тере)фталевой кислоты на предмет прогнозного подхода к выбору новых реагентов на основе принципа «структура/свойство – активность/ свойство».

Квантово-химические и физико-химические дескрипторы флотационных систем Zn-реагент и Cu-реагент

Zn-реагент	I_{N}^{-} , $\ni B^{-1}$	ΔΝ	$\Delta E_{_{\text{комп}}}$, ккал/моль	ε _{Zn} ,%
Zn-додецилбензолсульфонат	1,021	0,681	-101,06	95,10
Zn-пальмитат	1,005	0,523	- 76,06	92,37
Zn-этилксантогенат	1,013	0,616	- 98,45	93,28
Zn-диэтилдитиокарбамат	1,019	0,630	- 117,98	94,58
Zn-диацилгидразин	1,012	0,545	- 99,81	93,03
Zn-этиленгликольтерефталат	1,019	0,633	- 159,18	94,86
Си-реагент	I_N^- , $\ni B^{-1}$	ΔΝ	$\Delta \mathrm{E}_{_{\mathrm{комп}}}$, ккал/моль	$\epsilon_{_{\mathrm{Cu}}}$,%
Си-додецилбензолсульфонат	1,022	0,692	- 104,92	95,52
Си-пальмитат	1,008	0,549	-91,72	93,45
Си-этилксантогенат	1,182	0,775	- 119,64	97,15
Си-диэтилдитиокарбамат	1,201	0,787	- 141,09	98,56
Cu-диацилгидразин	1,133	0,686	- 123,30	96,06
Си-диэтиленгликольтерефталат	1,161	0,695	-339,11	98,20



Зависимость извлечения субстратов меди (II), цинка и степени переноса заряда, образующихся флотационных систем «субстрат-реагент» от параметра нуклеофильности производных сложных эфиров (тере)фталевой кислоты: 1 — диоктилфталат, 2 — диметилтерефталат, 3 — диэтилтерефталат, 4 — дибутилтерефталат, 5 — бис-(4-гидроксибутил)терефталат

На рисунке представлена зависимость извлечения меди (II), цинка и степени переноса заряда, образующихся флотационных систем «субстрат-реагент» от параметра нуклеофильности некоторых сложных эфиров (тере)фталевой кислоты: диоктилфталата, диметилтерефталата, диэтилтерефталата, дибутилтерефталата и бис-(4-гидроксибутил)терефталата.

Согласно полученным данным из приведённых реагентов высокие показатели селективности проявляют сложные эфиры бис-(4-гидроксибутил)терефталат, которые и можно отнести к перспективным реагентам, характеризующимся оптимальным набором квантово-химических и физико-химических дескрипторов флотационных систем Zn-бис-(4-гидроксибутил) терефталат, которые показывают $I_{N}(Zn) = 1,038,$ чения $\Delta N(Zn) = 0.547$ $\Delta E_{\text{KOMI}}(Zn) = -102,13 \text{ и } \epsilon_{Zn} = 93,05\% \text{ и Cu-}$ бис-(4-гидроксибутил)терефталат COOTветственно $I_N(Cu) = 1,158, \ \Delta N(Cu) = 0,607, \ \Delta E_{\text{комп}}(Cu) = -219,08 \ \text{и} \ \epsilon_{\text{Cu}} = 95,76 \%.$

Сложные эфиры ряда диметилтерефталат \rightarrow дибутилтерефталат \rightarrow дибутилтерефталат с ростом нуклеофильности показывают увеличение конформационной устойчивости (ΔN) систем «субстрат — реагент» и извлечения в сублат, однако значения $I_N^-(Zn)$, $\Delta N(Zn)$, ϵ_{Zn} и $I_N^-(Cu)$, $\Delta N(Cu)$, ϵ_{Cu} ниже выявленных критериев селективности реагентов.

Заключение

В данной работе представлен прогнозный подбор к выбору селективных реагентов для выделения и концентрирования катионов цинка и меди (II) методом напорной флотации из рудничных вод горнообогатительных комбинатов и разработке новых флотореагентов на основе принципа «структура/свойство — активность/свойство» с учётом комплекса критериев системы «субстрат — реагент», включающего оптимальные квантово-химические и физико-химические дескрипторы:

- комплекс критериев селективности реагентов по отношению к цинку должен соответствовать параметру нуклеофильности $I_N \ge 1$ эВ-1, степени переноса заряда $\Delta N > 0.5$, энергии комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100$ ккал/моль при условии, что извлечение системы «цинк реагент» в сублат должно быть не менее 93 %;
- комплекс критериев селективности реагентов по отношению к меди должен отвечать показателю нуклеофильности $I_N \ge 1,1\,$ эВ-1, степени переноса заряда $\Delta N > 0,6$, энергии комплексообразования $\Delta E_{\text{комп}} > 100\,$ ккал/моль и извлечению системы «медь реагент» в сублат не менее 95 %;
- для эффективного выделения и концентрирования ионов Zn и Cu (II) из рудничных вод горно-обогатительных комбинатов предложено использовать сложные эфиры бис-(4-гидроксибутил) терефталата.

Список литературы

- 1. Медяник Н.Л., Чантурия В.А., Шадрунова И.В. Квантово-химический метод выбора реагента-собирателя и его использование в процессе флотационного извлечения катионов цинка и меди (II) из техногенных вод горных предприятий / Н.Л. Медяник, В.А. Чантурия, И.В. Шадрунова // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. № 1. С. 154—164.
- 2. Прогнозирование свойств реагентов по их квантовохимическим дескрипторам / Н.Л. Медяник, Н.Л. Калугина, И.А. Варламова, А.М. Строкань // Известия вузов. Горный журнал. – 2011. – № 3. – С. 83–89.
- 3. Курков А.В., Пастухова И.В. Флотация как предмет супрамолекулярной химии / А.В. Курков, И.В. Пастухова // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. -2010. -№ 4. -C. 83-90.
- 4. Чантурия В.А., Медяник Н.Л., Шадрунова И.В. Изыскание перспективных реагентов для флотационного извлечения ионов цинка и меди (II) из рудничных и сточных вод / В.А. Чантурия, Н.Л. Медяник, И.В. Шадрунова // Цветные металлы. 2011. N 6. C. 16—20.
- 5. Абрамов А.А. Требования к выбору и конструированию селективных реагентов-собирателей // VIII Конгресс обогатителей стран СНГ: Сб. матер. М.: МИСиС, 2011. Т. 2. С. 254–256.
- 6. Воропанова Л.А. Теория, методы и практика извлечения цветных металлов из слабоконцентрированных растворов при комплексной переработке руд: дис. . . . докт. техн.

- наук. Владикавказ: Северокавказский горно-металлург. институт (госуд. технолог. университет), 2003. 365 с.
- 7. Дёгтев М.И., Зубарева Г.И. Очистка сточных вод гальванического производства от ионов тяжёлых металлов с применением высокоэффективных собирателей. Пермь: $\Pi\Gamma Y$, 2003.-82 с.
- 8. Радушев А.В. Гидразиды и 1,2 диацилгидразины. Получение, свойства и применение в процессах концентрирования металлов / А.В. Радушев, Л.Г. Чеканова, В.Ю. Гусев Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 140 с.
- 9. О возможности очистки сточных вод обогатительных фабрик от координационных соединений тяжелых цветных металлов с флотационными реагентами / В.И. Монастырская, Г.А. Боровков, А.Г Цалиева // Журнал прикладной химии. -2006. -№ 12. -C. 2014–2022.
- 10. Соложенкин П.М. Квантово-химические и молекулярно-динамические аспекты прогнозирования свойств собирателей металлов из продуктивных растворов цветных металлов / П.М. Соложенкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 1. С. 431—455.
- 11. Зубарева Г.И. Выбор высокоэффективных собирателей различных классов для флотационного извлечения ионов металлов из промышленных сточных вод / Г.И. Зубарева // Хим. промышленность. 2001. 10. —
- 12. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для студентов вузов / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин В 4-х ч. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004, 2005, 2014.-2493 с.

УДК 621.762/.9.025.77

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ПОРОШКА НИКЕЛЯ НА СВОЙСТВА АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

Оглезнева С.А., Князев А.А., Гревнов Л.М.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, e-mail: osa@pm.pstu.ac.ru

Исследовано влияние микро- и нанодисперсного порошков никеля на структуру и свойства карбидосталей порошковых систем «железо — никель — карбид титана» и алмазного инструмента на их основе. Результатами микроструктурного и рентгенофазового анализов установлено, что после спекания в карбидосталях сформировались твердые растворы α -железа и γ -железа. После триботехнических испытаний при трении из акаленной стали в сплавах увеличилась объемная доля α -железа и уменьшилось количество γ -железа, кроме того, повысились твёрдость и микротвёрдость сплавов, что обусловлено фазовым превращением метастабильного аустенита в мартенсит деформации при трении. Результаты рентгенофазового анализа, проведённого после триботехнических испытаний, показали больший объем фазовых превращений в образцах с нанодисперсным никелем, что обусловило повышенные значения микротвердости, физико-механических характеристик и износостойкости по сравнению с образцами, содержащими микродисперсный порошок никеля. Относительная износостойкость карбидосталей и алмазного инструмента при трении по корунду была также выше в образцах, содержащих нанодисперсный никель. Разработан новый класс режущего алмазного инструмента на металлической связке, обладающей интеллектуальными свойствами.

Ключевые слова: порошковая металлургия, нанопорошки, структура, железо, никель, карбидосталь, фазовые превращения, алмазный инструмент

RESEARCH OF INFLUENCE NICKEL NANOPOWDERS ON THE PROPERTIES OF THE DIAMOND TOOL

Oglezneva S.A., Knyazev A.A., Grevnov L.M.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: osa@pm.pstu.ac.ru

Influence of micro- and nanosized nickel powders on the structure and properties of powder systems karbide steel «iron – nickel – titanium carbide» and diamond tools based on them is investigated. According to the results of microstructural and X-ray, we can conclude that after sintering in carbide steels formed solid solutions «alpha»-iron and «gamma»-iron. After the test, to friction an hardened steel in the alloys increased volume fraction of α -iron and reduce the amount of γ -iron, moreover, increased hardness and microhardness of alloys due to the phase transformation of the metastable austenite to martensite during deformation friction. According to the results, after the test, to friction an abrasive material showed a greater volume of phase transformations in samples with nanostructured nickel is confirmed by measuring the hardness, micro-hardness and wear resistance, these rates are higher in samples with nanostructured nickel. Relative wear karbide steels and diamond tools in friction against corundum was also higher in the containing nanosized nickel samples. A new class of cutting diamond tools on a metal binder with intellectual properties has been developed.

Keywords: powder metallurgy, nanopowders, structure, iron, nickel, carbide steel, phase transformations, diamond tools

Одним из наиболее эффективных путей, интенсифицирующих процессы обработки в технологии машиностроения, в том числе шлифования твердых материалов, является применение абразивного инструмента из сверхтвёрдых материалов. Из проблем, над которыми в настоящее время работают специалисты в области абразивной обработки, основными являются повышение точности (наноточности) и экономичности технологии абразивной обработки. Решение этих задач напрямую связано с задачами оптимизации связки не только путем варьирования твердости ее металлической части, но и регулировки пористости, что повышает работоспособность круга при шлифовании керамики [1], введения импрегнаторов в поры абразивного инструмента, которые уменьшают силы трения и температуру в зоне резания, увеличивают производительность,

улучшают качество поверхности [2] и разработки связок с «интеллектуальными» свойствами [3]. Алмазный инструмент содержит в своей структуре алмазные зерна, зерна наполнителя (обычно карбидов) и связку (матрицу), удерживающую абразивные зерна. По сравнению с алмазным инструментом на органических и керамических связках, инструменты на металлических связках обладают более высокой износостойкостью, алмазоудержанием, теплопроводностью, обеспечивая высокие скорости шлифования, точность и качество обработанной поверхности [4]. Металлические связки представляют собой композиции металлов, легированные различными элементами или их соединениями. Основные особенности металлических связок заключаются в том. что они обеспечивают более прочное, чем органические и керамические, удержание алмазного зерна, поэтому алмазоносный слой на их основе более износостойкий.

В качестве основного компонента металлических связок используются медь, олово, алюминий, железо, кобальт, твердые сплавы [5]. Наиболее часто в качестве матриц применяют неизносостойкие сплавы на основе меди [6]. Износостойкость других матриц выше, но они требуют высоких температур спекания или горячего прессования, что экономически невыгодно и снижает прочность алмазных зерен. При использовании матриц на основе никеля [7, 8] увеличивается, наряду с износостойкостью, стоимость, а кобальт проигрывает сталям по механическим свойствам [9]. Для резания твердых материалов (типа гранита) применяют алмазный инструмент на износостойких металлических связках, в основном, на железной, железомедной и кобальтовой основе [10].

Применение методов порошковой металлургии при изготовлении алмазного инструмента на металлической связке, даёт возможность введения различных добавок для оптимизации основных физико-механических и эксплуатационных свойств.

Использование нанодисперсных металлических порошков позволяет повысить физико-механических свойств комплекс металлической связки и улучшить структуру [10]. Кроме того, метод порошковой металлургии позволяет реализовать одно из перспективных направлений повышения эксплуатационных свойств материалов создание термодинамически неравновесной структуры с метастабильными фазами [11]. Сформированные в связке метастабильные фазы при фазовом превращении способствуют упрочнению связки и дополнительному закреплению алмазных зерен, что улучшает эксплуатационные свойства алмазного инструмента. Поверхностные рабочие слои деталей из метастабильных материалов изменяют свой фазовый состав и свойства в процессе самого рабочего нагружения, значительно упрочняясь за счет образования мартенсита деформации [8]. Формирование термодинамически неравновесной структуры в связке алмазного инструмента способствует лучшему закреплению алмазных зёрен, повышению прочности связки и улучшению режущих свойств инструмента [3].

Целью исследований в данной работе было изучение влияния микро- и нанодисперсного порошков никеля на структуру карбидосталей порошковых систем «железо — никель — карбид титана» и алмазного инструмента на их основе.

Материалы и методы исследования

Для изготовления образцов карбидосталей были приготовлены две порошковые смеси одинакового химического состава: 78 мас. % железа, 14 мас. % никеля, 8 мас. % карбида титана. Использовали в качестве основы порошок железа карбонильного марки ВМС со средним размером 11 мкм; порошок карбида титана углетермический со средним размером 5 мкм. Смеси содержали различные порошки никеля: в одну смесь добавляли порошок карбонильный ПНК – УТЗ с размерами 3-5 мкм, а в другую – нанодисперсный, с размерами 50-80 нм, восстановленный из соли. Смеси порошков перемешивали всухую в смесителе со смещенной осью вращения в течение 8 часов. Далее производили прессование при давлении 400 МПа на прессе П-125 и проводили отжиг прессовок для снятия внутренних напряжений в вакуумной электропечи СШВ-4.5.5/12-ИС1 в течение 2 часов при температуре 600°. Затем образцы допрессовывали для уменьшения пористости при давлении 600 МПа и спекали окончательно в вакууме в течение 5 часов при температуре 900-950 °C.

Для изготовления образцов алмазного инструмента к смесям карбидосталей на стадии перемешивания добавляли порошок синтетических алмазов АС 32 в количестве 7,5 мас. %. Перед прессованием смеси гранулировали с 4%-ным водным раствором ПВС, добавленном в количестве 10% от массы навески порошка. Далее производили прессование при давлении 400 МПа на ручном прессе марки CarlZeiss и отжиг в водороде для удаления ПВС и снятия внутренних напряжений в водородной печи СГН 2.4.2/13 в течение 3 часов при температуре 600–650 °С. Затем образцы допрессовывали при давлении 600 МПа и спекали окончательно в вакууме в течение 2 часов при температуре 900 °С.

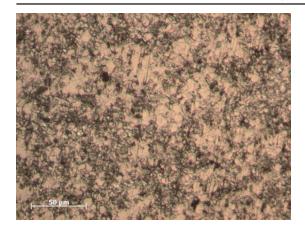
У спеченных образцов измеряли плотность и вычисляли пористость в соответствии с ГОСТ 18898-89. Твердость спеченных образцов измеряли с помощью пресса Роквелла по шкале В в соответствии с ГОСТ 9012-59. Испытания на прочность при трехточечном изгибе образцов 6х6х50 мм без трещины производили на машине FP 10/1 по ГОСТ 18227- 85 по 3 образцам на точку, погрешность измерений 10%.

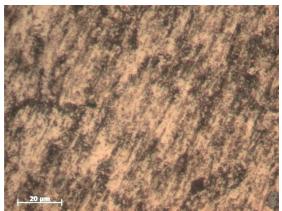
Исследование микроструктуры производилось на шлифах, травленых в нитале с помощью металлографического микроскопа Carl Zeiss Axiovert 40MAT при увеличении 100–200. Микротвердость измеряли на ПМТ-3 при нагрузке 0,2–0,5 Н в соответствии с ГОСТ 9450-76, погрешность измерений 10%. Рентгенофазовый анализ проводили на установке Shimadzu XRD – 6000 в излучении К_a – Cu с Ni фильтром.

Триботехнические испытания проводили на машине трения СМЦ – 2 при частоте 300 об/мин. Карбидостали и алмазный инструмент испытывали на износ при трении по контртелу из корунда, вычисляли относительный износ как отношение потери масс образца и контртела.

Результаты исследования и их обсуждение

Микроструктура образца, легированного микродисперсным (карбонильным) никелем (рис. 1), состоит из феррита и более светлых участков аустенита, мелкие светлые зёрна правильной формы являются карбидом титана.





Puc. 1. Микроструктура образца карбидостали с карбонильным никелем

Рис. 2. Микроструктура образца карбидостали с нанодисперсным никелем

Таблица 1 Физико-механические характеристики спеченных материалов

Образец	Пористость,%	Твёрдость, HRB	Микротвёрдость, МПа	Предел прочности на изгиб, МПа
Fe + 8% TiC + 14% Ni (микродисперсный)	$18,6 \pm 0,7$	64 ± 3	3070 ± 120	540 ± 55
Fe + 8% TiC + 14% Ni (нанодисперсный)	$18,1 \pm 0,6$	70 ± 1	3850 ± 220	575 ± 40

Размер зерна аустенита равен 10—15 мкм, карбида титана — 3—5 мкм. Структурно-фазовый состав микроструктуры образцов с нанодисперсным никелем аналогичен (рис. 2). Размеры зёрен аустенита меньше и приблизительно равны 7—10 мкм.

Плотность спеченных образцов материалов, относительная плотность и пористость были примерно равны, табл. 1. Измерения твердости, микротвердости и предела прочности на изгиб показали, что у образца, легированного нанодисперсным никелем, значение данных характеристик гораздо выше. Это связано с более мелкозернистой структурой материала, табл. 1, и склонностью стали к образованию мартенсита деформации.

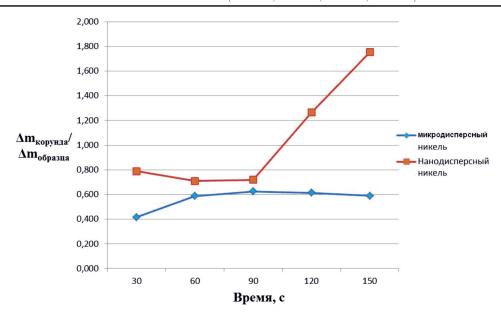
Относительный износ обеих карбидосталей при трении по корунду в начальный период испытаний (до 90 с) практически одинаков, однако при увеличении времени трения относительная износостойкость образцов возрастала, причем образцов, содержащих нанодисперсный никель, более чем в 2 раза, рис. 3. Причиной может быть инициированное трением фазовое превращение метастабильного аустенита в мартенсит деформации, характерное для этого класса материа-

лов [4, 5]. Так как физико-механические свойства материалов подобного класса зависят от объема фазового превращения, то, очевидно, количество мартенсита деформации в материале с нанодисперсным порошком должно быть больше.

Результаты рентгенофазового анализа подтвердили, что после трения по абразиву соотношение α- и γ-фаз на основе железа в карбидосталях изменилось (табл. 2), при этом доля превращений была в 3 раза больше в образце с нанодисперсным порошком никеля

На основе карбидосталей был изготовлен и исследован алмазный шлифовальный инструмент. Плотности и пористости образцов с синтетическими алмазами на составах с порошками никеля различной дисперсности, были практически одинаковы 23–24%.

Режущая способность алмазного инструмента, определяемая по коэффициенту шлифования ($K_{\text{шлиф}}$), была выше в материале, содержащем нанодисперсный порошок никеля (рис. 4). Максимальное значение $K_{\text{шлиф}}$ по корунду было равно 50 в матрице алмазного инструмента с нанодисперсным порошком никеля, и 33 – в матрице с микродисперсным порошком.



Puc.~3.~3ависимость отношения изменения массы контртела к массе карбидосталей состава Fe+8% TiC+14% Ni, легированных микродисперсным никелем и нанодисперсным никелем, от времени

Таблица Содержание α - и γ -железа в образцах карбидосталей Fe + 8 % TiC + 14 % Ni до и после трения

	с микродисперсным (карбонильным) никелем		с нанодисперсным (восстановленным) никелем			
	до тре- ния	е- после объем γ-α-превращения при трении, об. %		до трения	после трения	объем γ-α-превращения при трении, об. %
α-железо, об.%	74	84	10	67	96	29
γ-железа, об. %	26	16	10	33	4	29

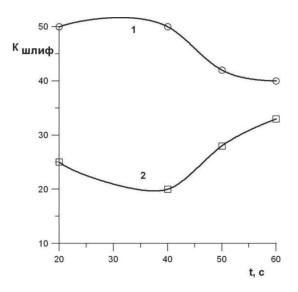


Рис. 4. Относительная износостойкость алмазного инструмента ($K_{uunup} = \Delta m_{\kappa opynda}/\Delta m_{AH}$ с микро- (1) и нанодисперсным (2) никелем при трении по абразиву

Кроме того, в инструменте, содержащем нанодисперсный порошок никеля, $K_{\text{шлиф}}$ был наибольшим с начала испытания, а в АИ, содержащем микродисперсный порошок никеля, $K_{\text{шлиф}}$ в начальный момент нагружения был в 2 раза ниже и увеличился после инкубационного периода, связанного с необходимостью накопления дефектов структуры для инициации начала распада метастабильного аустенита, очевидно, более гомогенного, чем аустенит (1).

Результаты триботехнических испытаний при трении по корунду карбидосталей и АИ, изготовленных на основе матриц аналогичных составов, показали, что с увеличением времени трения относительная износостойкость возрастает, что свидетельствует о важном вкладе свойств самой матрицы в увеличение уровня эксплуатационных свойств инструмента. Таким образом, разработан новый класс режущего алмазного инструмента на металлической связке, обладающей интеллектуальными свойствами.

Выводы

- 1. Установлено, что в процессе спекания порошковых композиционных материалов системы «железо никель карбид титана» формируется структура метастабильного аустенита, который при последующем нагружении превращается в мартенсит деформации. Объем фазового превращения в системе «железо никель карбид титана» был больше в 3 раза в случае использования нанодисперсного порошка никеля, по сравнению с материалами, содержащими микродисперсный порошок никеля.
- 2. Уровень физико-механических и особенно триботехнических свойств композиционных материалов был пропорционален объему фазового превращения, поэтому был выше в материалах с использованием нанодисперсного порошка никеля на 10–30%, чем в материалах с микродисперсным порошком.
- 3. Использование нанодисперсного порошка никеля, обеспечивающего увеличенный объем деформационного фазового превращения при эксплуатации, для изготовления алмазного инструмента системы «железо никель карбид титана алмазный порошок» позволяет повысить его режущую способность.

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 16-48-590224.

Список литературы

1. Исследование работоспособности шлифовального круга / Xiong Huajin, Liu Mingyao, Xia Juxue // Diamond and abrasives eng. – 2011. – Т. 31, № 2. – С. 44–49.

- 2. Носенко В.А., Митрофанов А.П. Повышение эффективности процесса шлифования с использованием импрегнирования абразивного инструмента // Наукоемкие технол. в машиностроении. -2012. -№ 11. -C. 9–14.
- 3. Oglezneva S.A. Diamond Tools with Metastable Steel Binder for Natural Stone Cutting// Journal of Friction and Wear. -2011. Vol. 32, N₂ 4. P. 313-317.
- 4. Верещагин В.А., Журавлев В.В. Композиционные алмазосодержащие материалы и покрытия. Мн.: Наука и техника. 1991. 208 с.
- 5. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. Под. Ред. А.Н. Резникова. М.: Машиностроение, 1977. 391 с.
- 6. Алмазо-твердосплавный макрокомпозитный материал. Разработка, применение / Ю.В. Найдич, А.А. Бугаев, А.А. Адамовский, В.А. Евдокимов, В.П. Уманский, Н.С. Зюкин // Порошковая металлургия. 2008. № 3–4. С. 46–54.
- 7. Новый тип связок на основе никеля, легированного диборидом титана и хрома, для алмазного камнеразрушающего инструмента / В.И. Бугаков, А.В. Елютин, К.М. Караваев и др. // Изв. вузов. Цветная металлургия. 1998. № 5. С. 61-68.
- 8. Бугров Ю.В., Процив Ю.В. Металловедение и термодеформационная обработка специальных сталей и сплавов: комплекс учебно-методических материалов / Ю.В. Бугров, Ю.В. Процив; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2011. – 130 с.
- 9. Ножина А.В. Ермолаева А.А., Лаптев А.И. Свойства алмазных поликристаллических композиционных материалов «КАРБОНАДО», синтезированных в системе Ni-Co-C // Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. -2012. -№ 3. -C. 30–32.
- 10. Особенности влияния нанодисперсных добавок на процесс спекания и свойства порошковых кобальтовых сплавов / А.А Зайцев, В.В. Курбаткина, Е.А Левашев // Изв. Вузов. Цветная металлургия. -2008. -№ 2. -C. 57–59.
- 11. Шацов А.А., Ряпосов И.В. Концентрационно-неоднородные никельмолибденовые трип-стали // Металловедение и термическая обработка металлов. 2010. № 11. С. 47–50.

УДК 681.51

СПОСОБ И СИСТЕМА УЧЕТА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРОИЗВОДИМЫХ ТЕХНОГЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

¹Омаров А.Д., ²Киселева О.В., ¹Султангазинов С.К., ¹Харитонов П.Т.

¹Казахский университет путей сообщения, Алматы, e-mail: ident06@mail.ru; ²Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы

Огромный и всевозрастающий парк техногенных объектов (ТО), в том числе и транспортных средств, на земле, на море, в атмосфере и космосе оказывает крайне негативное воздействие на окружающую среду. При этом практически отсутствуют эффективные методы воздействия на мотивацию владельцев ТО к снижению загрязнений окружающей среды. В данной статье предложена система дифференцированного по техногенным объектам учета и контроля загрязнений окружающей среды. В систему входит множество техногенных объектов, оснащённых объектовыми блоками с датчиками параметров загрязнений окружающей среды. Выходы объектовых блоков связаны через беспроводную информационную систему с районными групповыми блоками, которые обеспечивают фискальный контроль загрязнений окружающей среды и формируют для владельцев техногенных объектов документы на оплату за фактические загрязнения, произведенные их техногенными объектами.

Ключевые слова: техногенный объект, окружающая среда, загрязнения, система контроля, групповой блок, контроль и учет

METHOD AND SYSTEMS FOR ACCOUNT OF POLLUTION OF THE ENVIRONMENT MANUFACTURED BY TECHNOGENEOUS OBJECTS

¹Omarov A.D., ²Kiseleva O.V., ¹Sultangazinov S.K., ¹Kharitonov P.T.

¹Kazakh University of Railways, Almaty, e-mail: ident06@mail.ru; ²Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Almaty

A huge and growing fleet of technogenic objects (TO), including vehicles on land, at sea, in the atmosphere and in outer space, has an extremely negative impact on the environment. At the same time, there are practically no effective methods of influencing motivation of maintenance owners to reduce environmental pollution. This article proposes a system of accounting for and control of environmental pollution, differentiated by technogenic objects. The system includes a lot of man-made objects, equipped with object blocks with sensors for the parameters of environmental pollution. The outputs of the object blocks are connected through a wireless information system with district group blocks that provide fiscal control of environmental pollution and form documents for payment for actual pollution by technogenic objects for owners of technogenic objects.

Keywords: technogenic object, environment, pollution, control system, group block, control and accounting

Огромный и всевозрастающий парк техногенных объектов (ТО), в том числе и транспортных средств, на земле, на море, в атмосфере и космосе оказывает крайне негативное воздействие на окружающую среду. При этом практически отсутствуют эффективные методы воздействия на мотивацию владельцев ТО к снижению загрязнений окружающей среды. Одним из вариантов мотивации владельцев ТО к снижению загрязнений окружающей среды является накопительный /интегральный/ учет загрязнений, производимых ТО, дифференцированно по каждому ТО за тот или иной временной интервал. Наличие этого контроля позволит организовать взимание налога за загрязнения с каждого владельца ТО пропорционально величине и виду фактически произведенных загрязнений его техногенными объектами.

Известна информационно-измерительная система для контроля загрязнения окружающей среды [1], содержащая

передающую сторону с набором датчиков параметров окружающей среды, преобразователи сигналов датчиков в коды, блок кодирования и программно-временной блок /процессор/. Информация с передающей стороны передается по проводному каналу связи на приемную сторону, содержащую линейный блок, арифметический блок /процессор/, функциональный преобразователь, буферный блок памяти.

Существенными недостатками известной системы являются:

- отсутствие функции интегрального учета загрязнений окружающей среды каждым ТО путем вычисления и запоминания значений загрязнений за заданный интервал времени;
- непригодность системы для работы в мультиобъектовом режиме контроля, когда число передающих сторон достаточно велико и они пространственно разнесены на значительные расстояния;

- отсутствие на передающей стороне блока хранения значений контролируемых параметров во временной свертке, за тот или иной значительный интервал времени;
- отсутствие возможности радиопередачи информации с передающей части системы при ее установке с датчиками на подвижном техногенном объекте том или ином транспортном средстве.

Известен вариант построения интегрированной метеосистемы на основе радиопередающих флюгеров [2], в которой, однако, не предусмотрены операции накопительного контроля параметров ТО и не обеспечена защита от несанкционированного отключения и блокировки датчиков контроля загрязнений, а также не обеспечен интегральный учет загрязнений окружающей среды (УЗОС) путем вычисления и запоминания значений загрязнений за заданный интервал времени дифференцированно по каждому ТО в мультиобъектовом режиме контроля, когда число передающих сторон несколько, с возможностью установки передающих сторон на подвижных техногенных объектах.

Для решения технической задачи авторами разработана система [4], в которой на каждый техногенный объект стационарно устанавливают объектовый блок контроля и учета ЗОС (ОБКУ ЗОС), к которому через адаптер с обеспечением защиты от несанкционированного отключения и блокировки датчиков подключают датчики УЗОС, производят через определенные интервалы времени запись измеренных значений УЗОС в энергонезависимую память ОБКУ УЗОС с возможностью считывания и (или) передачи хранящейся в этой памяти информации с ОБКУ УЗОС на групповой блок контроля и учета УЗОС (ГБ УЗОС). В ГБ УЗОС периодически формируют коды идентификационных номеров ОБКУ УЗОС и передают эти коды на ОБКУ УЗОС, а в ОБКУ УЗОС по принятому идентификационному номеру передают хранящуюся в энергонезависимой памяти информацию о УЗОС, произведенных данным техногенным объектом с привязкой к астрономическому времени, на ГБ УЗОС, в котором полученная информация заносится в сегмент энергонезависимой памяти, отведенный для соответствующего техногенного объекта.

Кроме того, обмен информацией между ГБ УЗОС и ОБКУ УЗОС осуществляется через средства мобильной телефонной сети, оснащенные модемами и портами для приема и передачи информации в системе контроля УЗОС, а ГБ УЗОС выдает платежный документ на оплату налога владельцу техногенного объекта за фактически произведенные ЗОС соответствующим техно-

генным объектом за учетный временной интервал, при этом ОБКУ УЗОС и (или) ГБ УЗОС формируют информацию о величине и динамике ЗОС за учетный период, произведенных соответствующим техногенным объектом.

В предложенной системе датчики контроля УЗОС подключены к объектовому блоку контроля и учета ЗОС через адаптер с защитой от несанкционированного отключения и блокировки и установленному стационарно на техногенном объекте вместе с датчиками, а каждый ОБКУ УЗОС содержит кроме процессора с клавиатурой и дисплеем энергонезависимую память для записи и хранения результатов контроля через определенные интервалы времени вместе с кодами астрономического времени, в интервалы времени которого произведены соответствующие измерения, причем система содержит ряд ОБЌУ УЗОС, в каждый объектовый блок введен модуль энергонезависимой памяти и приемопередатчик с антенной, причем каждый ОБКУ УЗОС связан с ГБ УЗОС радиоканалом связи и содержит съемный порт с размещенной в нем энергонезависимой памятью, а ГБ УЗОС содержит процессор с клавиатурой и блоком индикации/сигнализации, принтер, приемопередатчик с антенной и вход для подключения съемных портов ОБКУ УЗОС.

Введенный в систему групповой (районный) блок мониторинга УЗОС содержит приемопередатчик, процессор с энергонезависимой памятью, клавиатуру, монитор, порт для передачи / приема информации и принтер для распечатки протоколов, платежных документов и т.д.

Предлагаемый способ индивидуального учета УЗОС включает в себя следующие операции:

- суммирующий многопараметровый контроль за тот или иной интервал времени УЗОС, производимых техногенными объектами с помощью комплекта соответствующих датчиков, присоединенных к объектовым блокам системы;
- обработка выходных сигналов датчиков с расчетом размеров загрязнений по каждому параметру ЗОС через определенные интервалы времени;
- запись, пополнение и хранение информации о величине и составе ЗОС, производимых конкретным техногенным объектом, в энергонезависимой памяти с привязкой ко времени их измерения;
- считывание накопленной информации с объектовых блоков мониторинга ЗОС техногенными объектами в ГБ ЗОС по запросам последнего по идентификационному номеру ОБКУ ЗОС.

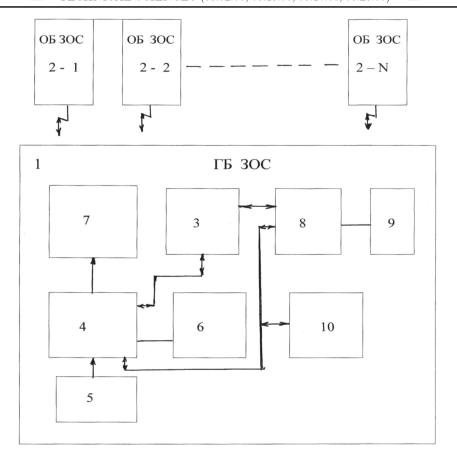


Рис. 1. Общая структура системы контроля ЗОС

Общая структура системы [3] приведена на рис. 1.

Типовая структура ОБКУ УЗОС приведена на рис. 2. Система состоит из одного группового и нескольких ОБКУ УЗОС 2-1...2-N, между собой связанных по проводному каналу или радиоканалу с групповым блоком. В состав группового блока – 1 мониторинга УЗОС входит формирователь адресов ОБКУ УЗОС – 3, процессор – 4 с энергонезависимой памятью – 6, клавиатура – 5, монитор – 7, устройство приема/передачи – 8, антенный комплекс – 9, порт – 10 и устройство вывода – 11 [3].

Каждый объектовый блок контроля и учета загрязнения окружающей среды состоит из радиолокационного устройства (антенна) – 12, порта для подключения внешних устройств – 13, устройства приема/передачи с антенной – 14, процессора – 15, клавиатуры – 16, энергонезависимой памяти – 17, блока индикации и сигнализации – 18, датчиков контроля УЗОС 19-1...19-N, адаптера – 20 для подключения датчиков учета загрязнения окружающей среды и автономный источник бесперебойного питания – 21 [3].

На каждый техногенный объект (транспортное средство, дымовая труба котельной, сточный коллектор и т.д.) устанавливается объектовый блок контроля и учета загрязнения окружающей среды, который имеет индивидуальный идентификационный номер.

Конструктивно ОБКУ ЗОС защищены от несанкционированного изменения режима работы и от их отключения. Все объектовые блоки контроля и учета загрязнения окружающей среды снабжены источником бесперебойного питания – 21 на все время работы техногенного объекта. В зависимости от вида и номенклатуры загрязнений, производимых тем или иным техногенным объектом, определяется номенклатура и число датчиков – 19. Запись информации о загрязнении окружающей среды, производимом техногенными объектами, и период опроса датчиков определяется режимом работы объекта и динамики выбросов [3]. С датчиков 19-1...19-N поступают информативные сигналы о величине ЗОС в адаптер 20, преобразуются адаптером в цифровую форму и передаются в процессор – 15. В процессоре производится цифровая обработка поступающих сигналов. С процессора поступает в энергонезависимую память 17 фискальная информация, с привязкой к астрономическому времени.

В каждой ячейке энергонезависимой памяти хранится значение параметра ЗОС и астрономическое время, когда это измерение было выполнено. Накопленная в энергонезависимой памяти соответствующего ОБКУ информация передается на ГБ УЗОС при считывании с порта 13 внешнего устройства по поступившему с порта 13 или с приемопередатчика 14 идентификационным номерам ОБКУ УЗОС. Информация, необходимая для пользователя техногенного объекта, воспроизводится в блоке 18, структура этой информации задается пользователем с клавиатуры 16.

Алгоритм работы объектового блока системы контроля УЗОС.

Шаг 1. Информативные сигналы о величине УЗОС с датчиков 19-1...19-N поступают в адаптер 20.

Шаг 2. Сигналы преобразуются адаптером 20 в цифровую форму и подаются в процессор 15.

Шаг 3. Процессор 15 производит цифровую обработку поступающих сигналов и выдает в энергонезависимую память 17 с привязкой к астрономическому времени фискальную информацию.

Шаг 4. Накопленная в энергонезависимой памяти соответствующего ОБКУ информация передается на ГБ УЗОС.

Шаг 5. С клавиатуры 16 пользователем задается структура необходимой информации.

Шаг 6. Информация, необходимая для пользователя техногенного объекта, воспроизводится в блоке 18.

Каждый ОБКУ УЗОС работает в автономном режиме, причем в программу работы процессора может быть заложен алгоритм внеочередной автоматической записи в энергонезависимую память 17, выдачи на индикацию / сигнализацию в блок 16 и / или/ радиопередачи (с помощью приемопередатчика 14 и антенны 12) на ГБ УЗОС информации о недопустимых режимах загрязнений, производимых техногенным объектом.

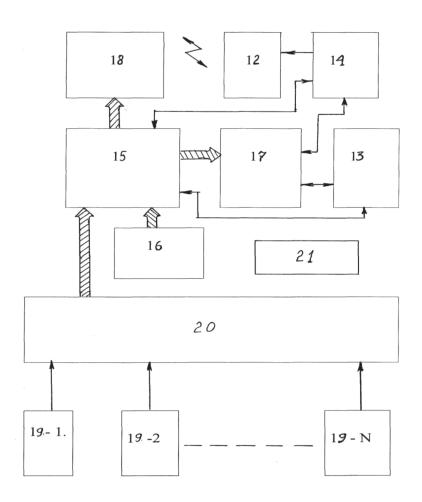


Рис. 2. Типовая структура объектового блока системы контроля ЗОС

В качестве автономного блока 21 бесперебойного электропитания ОБКУ УЗОС могут служить электрические аккумуляторы, например [3].

Запрос фискальной информации с того или иного ОБКУ УЗОС формирователем 3 ГБ УЗОС производится выдачей соответствующего идентификационного номера, по которому процессор 4 через приемопередатчик 8 и антенну 9 (или через порт 10) передает на выбранный ОБКУ УЗОС код запроса о выдаче необходимой информации. Этот код принимается антенной 12 и приемопередатчиком 14 (или портом 13) соответствующего ОБКУ УЗОС как команда на считывание фискальной информации из энергонезависимой памяти 17 и передачу этой информации через приемопередатчик 14 и антенну 12 (или через порт 13) в ГБ УЗОС. Информация, принятая антенной 9 и приемопередатчиком 8 (или портом 10), заносится в соответствующий сегмент энергонезависимой памяти 6, отведенный для данного ОБКУ УЗОС.

С помощью принтера 11 обеспечивается (по запросу с клавиатуры 5) распечатка протоколов контроля или извещений / квитанций на оплату налога за загрязнение окружающей среды конкретным техногенным объектом за определенный интервал времени.

Алгоритм запроса фискальной информации с ОБКУ УЗОС:

Шаг 1. Запрос фискальной информации с ОБКУ УЗОС формирователем 3 ГБ производится выдачей соответствующего идентификационного номера.

Шаг 2. По идентификационному номеру процессор 4 через приемопередатчик 8 и антенну 9 (или через порт 10) передает на выбранный ОБКУ УЗОС код запроса о выдаче необходимой информации.

Шаг 3. Этот код принимается антенной 12 и приемопередатчиком 14 (или портом 13) соответствующего ОБКУ УЗОС;

Шаг 4. Из энергонезависимой памяти 17 считывается фискальная информация и передается через приемопередатчик 14 и антенну 12 (или через порт 13) в ГБ УЗОС.

Шаг 5. Информация, принятая антенной 9 и приемопередатчиком 8 (или портом 10), заносится в соответствующий сегмент энергонезависимой памяти 6, отведенный для данного ОБКУ УЗОС.

Шаг 6. По запросу с клавиатуры 5 с помощью принтера 11 обеспечивается распечатка протоколов контроля или извещений / квитанций на оплату налога за загрязнение окружающей среды конкретным техногенным объектом за определенный интервал времени.

Число ОБЌУ УЗОС, связанных ГБ УЗОС в системе может быть от одного до нескольких десятков и сотен тысяч. Возможна реализация второго, третьего и четвертого

уровней иерархии, когда, на втором уровне иерархии, несколько ГБ УЗОС связаны с одним (например, региональным) блоком контроля УЗОС по аналогичной, изображенной на рис. 1 схеме организации взаимодействия, В свою очередь, на третьем уровне иерархии, региональные блоки УЗОС могут быть связаны с межрайонным или межрегиональным блоком контроля и учета УЗОС. Четвертый – глобальный уровень иерархии – позволит обеспечить контроль и учет загрязнений УЗОС в мировом масштабе и упростить контроль соблюдения государствами условий Киотского протокола [3].

Повсеместное оснащение техногенных объектов блоками контроля и учета УЗОС позволит осуществить:

- индивидуальное налогообложение владельцев техногенных объектов, пропорциональное структуре и величине фактических УЗОС, произведенных каждым конкретным техногенным объектом за определенный интервал работы [5];
- стимулировать и поощрять модернизацию техногенных объектов с целью снижения УЗОС;
- своевременно выявлять техногенные объекты с опасными концентрациями УЗОС.

При практической реализации системы в качестве основы приемопередатчиков и антенн групповых и объектовых блоков могут служить мобильные телефоны и сети мобильной связи [6]. Сетевая структура системы позволяет оснащать объектовыми блоками УЗОС любые техногенные объекты — автомобили, котельные, тепловозы и теплоходы, химические предприятия и т.д.

Введение предложенной системы в практику возможно через соответствующие законодательные решения и приоритетные национальные проекты.

Список литературы

- 1. А.с. 963054 СССР, МПК G08С 19/28. Информационно-измерительная система для контроля загрязнения окружающей среды. Федоров Ю.В. (СССР) 3213289, заявлено 09.12.1980 опубл. 30.09.1982, Б.И. № 36.
- 2. Аналиева А.У., Харитонов П.Т. Интегрированная система ON-LINE контроля метеоусловий / А.У. Аналева, П.Т. Хаоритонов // Экология и ресурсо-энергосберегающие технологии на предприятиях народного хозяйства. 2011. С. 70–72.
- 3. Киселева О.В., Харитонов П.Т., Ахметов Б.С., Балгабаева Л.Ш. Интегрированная информационная система коллективного пользования возобновляемыми источниками энергии // Инженерное образование и наука в ХХІ веке: проблемы и перспективыматериалы междунар, форума, посвященного 80-летию КазНТУ имени К.И. Сатпаева. Алматы, 2014. Т. 2. С. 29–46.
- 4. Омаров А.Д., Харитонов П.Т., Султангазинов С.К., Рустамбекова К.К., Чукенова Э.С. Способ и система загрязнений окружающей среды, производимых техногенными объектами. Заявка на инновационный патент КZ № 2016/1055.1 от 14.11.2016 г.
- 5. Коробкин В.И. Экология и охрана окружающей среды: Учебник / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. М.: Кно-Рус, 2013. 336 с.
- 6. Егоренков Л.И. Охрана окружающей среды: Учебное пособие / Л.И. Егоренков. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013.-256 с.

УДК 004.056.5

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КИБЕРАТАК НА АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

Палаева Л.В., Хафизов А.М., Гилязетдинова А.М., Вахитова А.Р., Давыдова К.Н., Сиротина Е.Р.

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Салават, e-mail: 30lyubasha.palaeva@mail.ru

В данной статье производится обзор основных видов кибератак, таких как массовые и таргетированные, описаны известные методы их распознавания. Представлены несколько самых известных вредоносных программ: руткит Hacker Defender, черви Flame и Stuxnet, вредоносные программы «Троянский конь» и WannaCry, описаны их свойства и принципы работы. Приведены рекомендации для профилактики заражения оборудования. Представлен обзор основных видов антивирусных программ. Рассмотрены методы анализа данных на наличие вредоносных программ, применимых как массовым, так и к таргетированным атакам: сигнатурный анализ, эвристический анализ, фаерволлы и белый список. Предложена ступенчатая система анализа данных, поступающих из внешних ресурсов, на наличие вирусов и других вредоносных программ. А также предложен способ реализации данной системы. Представлен пример расположения устройств, удовлетворяющий этому способу.

Ключевые слова: кибератака, вредоносная программа, червь, массовая атака, целевая атака, анализ, защита, антивирус, сеть, ступенчатая система

MAIN TYPES OF CYBERATACKS ON AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS AND MEANS OF PROTECTION FROM THEM

Palaeva L.V., Khafizov A.M., Gilyazetdinova A.M., Vakhitova A.R., Davydova K.N., Sirotina E.R.

Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat, e-mail: 30lyubasha.palaeva@mail.ru

This article reviews the main types of cyber-attacks, such as mass and targeted, describes known methods for their recognition. Some of the most well-known malicious programs are presented: the Hacker Defender rootkit, Flame and Stuxnet worms, malware Trojan horse and WannaCry, their properties and operating principles are described. Recommendations for the prevention of infection of equipment are given. An overview of the main types of antivirus programs is provided. Methods of data analysis for the presence of malicious programs, applicable to both mass and targeted attacks are considered: signature analysis, heuristic analysis, firewalls and white list. A step-by-step system for analyzing data coming from external resources for the presence of viruses and other malicious programs is proposed. And also, the way of realization of the given system is offered. An example of the arrangement of devices is presented, which satisfies this method.

Keywords: cyber-attack, malware, worm, mass attack, target attack, analysis, protection, antivirus, network, step system

Современные автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) представляют собой сложную многоуровневую систему, связанную с механизмом предприятия. В настоящее время высокая структурированность является важным свойством АСУ ТП. Но многоуровневые системы все еще уязвимы при атаках с нижних уровней, которые, в свою очередь, защищены очень плохо. Злоумышленник, способный обойти защиту компьютера предприятия, имеет не только доступ к остальным компьютерам, связанным с первым по локальной сети, но, что важнее всего, он способен нарушить работу самого производства, что вполне может привести к сбоям системы, авариям на самом предприятии, человеческим жертвам.

Несмотря на многообразие методов анализа угроз, зачастую достаточно слож-

но обнаружить и обезвредить вредоносные программы, попавшие каким-либо образом в программное обеспечение. Это занимает очень много времени и сил, что на руку злоумышленникам.

Целью данной статьи является исследование основных видов кибератак и методов их анализа, а также поиск путей для более точного анализа файлов, поступающих на предприятие из внешних источников. Задача — проанализировать принцип действия известных вредоносных программ, выявив при этом уязвимые точки современных компьютеров.

Виды кибератак

По способу распространения кибератаки можно поделить на массовые, целенаправленные [1].

Массовые кибератаки направлены на глобальное распространение вредоносных

программ, способных нарушить работоспособность компьютера, удалить важные файлы или повредить их. Примерами подобных программ являются: программа-шутка (вызывает отображение изображений и окон на мониторе), руткиты (устанавливают и выполняют в системе код без согласия или оповещения пользователя), вирусы («троянский конь», сетевые и т.д.), прочие [2].

Одним из известных руткитов является Hacker Defender [3]. Замаскировавшись и обойдя брандмауэра, он открывает тайные пути в интернет, позволяющие злоумышленникам управлять зараженным компьютером. Таким образом злоумышленник получает личные данные и может внедрять в систему другие вредоносные программы.

Наибольший вред приносят вирусы.

«Троянский конь» — это вирусная программа, являющаяся частью безвредной программы [4]. Она скрытно выполняет определенные действия с целью причинения ущерба пользователю. Ущерб самый различный: скачивание файлов, удаление данных и выведение из строя оборудования, сбор адресов и паролей социальных сетей и использование их для отправления спама, шпионаж за пользователем, кража паролей и номеров кредитных карточек, создание помех работе антивирусных программ.

Относительно предприятий применяются таргетированные атаки.

Таргетированные (или целенаправленные) атаки – это заранее продуманные действия для поражения информационных систем определенной организации [5]. В большинстве случаев массовые вирусные атаки не приносят какой-либо прибыли. В целевых же атаках средства кибернападения используются для прямой кражи денежных средств или информации. Целенаправленные атаки на информационную инфраструктуру обладают такой характеристикой, как многоступенчатость. Примером такой угрозы служит программа-шпион червь Flame [6]. Вредоносная программа Flame считается одной из опаснейших угроз. Основной задачей Flame является заражение систем управления нефтяной индустрии. Он содержит в себе большой пакет программных модулей, состоящих из большого количества библиотек. Завершив процесс распаковки, программа создает свою базу данных и заносит в нее файлы пораженного оборудования. Также червь делает скриншоты экрана зараженного компьютера и способен записывать разговоры в помещении, в котором непосредственно находится компьютер. В пассивном режиме работы червь производит сбор информации с компьютера. В активном режиме он удаляет информацию с оборудования, на которую была произведена кибератака.

До него был вирус Stuxnet, задачей которого было заражение, нарушение работы промышленных систем, сбора данных [7]. При заражении им компьютера предприятия оборудование переходит в неуправляемый режим работы или самоуничтожается.

Еще одним примером подобной программы может служить недавно нашумевшая вредоносная программа WannaCry [8]. Это сетевой червь, поражающий только компьютеры с операционной системой Microsoft Windows. Принцип его работы состоит в том, что он ищет через интернет устройства со слабым портом 445, данный порт, в свою очередь, отвечает за совместную работу Windows с файлами. Потом программа устанавливает дефект алгоритма, через который загружается код червя. Далее червь действует точно так же, как и классические программы-вымогатели. После запуска червь генерирует пару ключей асимметричного алгоритма. Потом, просканировав содержимое оборудования, червь зашифровывает каждый файл. Когда процесс шифрования завершится, на экране появится окно, извещающее о требовании перевода денежных средств. Если сумма не будет переведена в срок, файлы удаляются. Эта программа появилась в сети с начала 2017 г., однако уже более 150 стран подверглись ее нападению, в том числе Россия, Украина, Испания, Индия и прочие.

Способы обнаружения. Слабая защищенность АСУ ТП может вызвать увеличение числа кибератак оборудования промышленности. Самый простой способ защиты от них — применение сложных паролей и ограничение максимального количества элементов АСУ ТП от интернета. Однако более серьезные меры включают в себя частые аудиты безопасности, обновления уязвимого программного обеспечения и использование средств защиты, направленных на специфику конкретных АСУ ТП [9].

Лучший способ не допустить заражения оборудования – это придерживаться нескольких правил:

- необходимо проверять внешние носители информации, прежде чем начать им пользоваться;
 - создавать надежные пароли;
- регулярно сканировать оборудование на наличие вредоносных программ с помощью антивирусов;
- не устанавливать программы от неизвестного поставщика;
- делать резервное копирование ценных данных.

Существует достаточное количество программ, предупреждающих и обезвреживающих атаки (антивирусы) [10]. Каждые из этих программ выполняют свои функции. Различают такие антивирусные программы, как:

- программы-детекторы (анализируют систему, сравнивая цифровые отпечатки программ с собственной базой) [10];
- программы-доктора (не только ищут, но и удаляют вредоносную программу, не повредив зараженные файлы) [10];
- программы-ревизоры (сравнивают исходные состояния программ, файлов и т.д. с текущим их состоянием) [10];
- программы-фильтры (обнаруживают подозрительные действия, характерные для вирусов) [10];
- программы-вакцины (изменяют программу или систему так, что вредоносная программа воспринимает оборудование зараженным и не внедряется) [10].

Но выявить таргетированные атаки гораздо сложнее. Для этого необходимы особые методы.

Основными методами обнаружения подобных атак являются: сигнатурный анализ, эвристический анализ, фаерволлы (брандмауэры), белый список [5].

Сигнатурный анализ

Осуществление сигнатурного анализа предполагает, что аналитики имеют файл, зараженный вирусом [11]. Изучив данную вредоносную программу, можно снять с нее сигнатуру (цифровой отпечаток). После занесения отпечатка в базу можно проверять файл на наличие этого вируса в оборудовании, сравнивая сигнатуры. Сигнатурный анализ обладает рядом преимуществ:

- используется не только для поиска вирусов, но и для фильтрации системного трафика;
- позволяет достаточно точно проводить испытания противостояния атакам.

Минусом сигнатурного анализа является потребность в постоянном обновлении сигнатурной базы.

Эвристический анализ

Роль эвристического анализа заключается в проверке кода на наличие свойств, характерных для вирусов [12]. То есть данный метод заключается в проверке программ на наличие соответствий с сигнатурами известных вирусов. Для этого антивирусная программа должна полностью контролировать работу, выполняемую программой. Этот способ хорош тем, что не зависит от актуальности баз. Минусом данного вида анализа является наличие ложных реагирований на безопасные файлы.

Фаерволлы

Метод выявления целенаправленных атак предполагает использование фаерволлов (брандмауэров), позволяющих фильтровать трафик [12]. Они действуют согласно определенным правилам, построенным по принципу «условие — действие». Трафик пройдет проверку, если к нему найдется соответствующее правило. Недостатком данного метода является большое число лжесрабатываний, из-за которых может затеряться необходимое предупреждение об атаке.

Белый список

Данный метод защиты используется для запуска приложений [12]. Суть заключается в том, что станция может запустить только определенные приложения, находящиеся в этом списке. Помимо защиты от кибератак, он запрещает установку нежелательных программ, которые могут мешать или отвлекать от рабочего процесса. Минус заключается в том, что «белый список» должен включать все приложения, которые нужны пользователю. Такой способ является достаточно надежным, но неудобным, так как замедляет рабочие процессы оборудования.

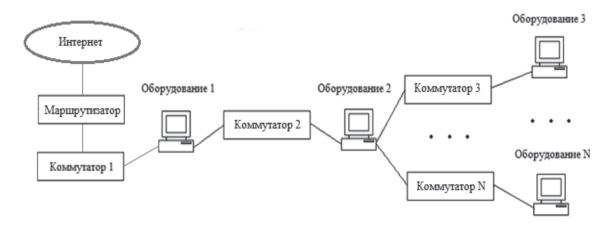
Следует заметить, что данные виды анализа применяются и для обнаружения массовых атак, и многие из них, например сигнатурный анализ и брандмауэры, входят в пакет современных антивирусных программ.

Среди отечественных антивирусных программ, предлагающих защиту АСУ ТП, можно выделить Kaspersky Anti-Virus, а именно Kaspersky Industrial CyberSecurity. Данный вид защиты направлен на защиту промышленных предприятий. Управление работой Kaspersky Industrial CyberSecurity осуществляется из единой консоли управления Kaspersky Security Center: это позволяет добиться оптимального контроля и прозрачности. Централизованное управление упрощает контроль безопасности не только на уровни производственной инфраструктуры, но и на уровне смежных сетей системы [13].

Однако использование по отдельности каждого из приведенных методов — не самый перспективный вариант. Появляется слишком большая вероятность кибератак.

Предлагаемый метод реализации

Предлагается использование ступенчатой системы защиты, состоящей из предыдущих методов. Этот способ предполагает пошаговую проверку файлов, поступающих с внешних источников, на наличие вредоносных программ.



Схематичный план соединения устройств: Интернет — система для хранения и передачи информации; Маршрутизатор — устройство обмена данными между Оборудованием 1 и сетью Интернет; Коммутатор 1 ... N — устройства соединения узлов данной сети; Оборудование 1 — сервер, обрабатывающий информацию из сети Интернет; Оборудование 2 ... N — рабочие компьютеры

Нижним уровнем защиты будут являться фаерволлы, так как его основной задачей является защита устройства от внешнего проникновения вредоносных файлов. Если же злоумышленнику удалось обойти первый уровень защиты, то следующим на его пути встанет анализ сигнатурный. Благодаря его базе можно будет выявить и обезвредить все известные вредоносные файлы. Однако вирусы совершенствуются изо дня в день. Следовательно, следующий этап проверки будет – эвристический анализ. Обнаруженный данным методом файл не всегда может являться вирусом, поэтому чтобы вручную проверить и при необходимости обезвредить файлы, необходимо воспользоваться методом «белый список» для того, чтобы системы работала непрерывно. В данном случае «белый список» применяется только как крайняя и краткосрочная мера защиты, так как ее постоянная работа в данной системе очень сильно замедлила бы процесс работы всего оборудования.

Для осуществления данного предложения необходим мощный сервер. Замена каждого оборудования предполагает большие расходы. Поэтому использование одноранговых сетей (состоящих из равноправных оборудований) в предприятии крайне нежелательно [14]. На рисунке представлен план расположения устройств, обеспечивающих безопасность от внешних атак.

Данный вид сети, представленный на рисунке, является сетью на основе серверов с топологией пассивное дерево [15]. Это сделано для того, чтобы минимизировать

количество оборудований, имеющих выход в интернет. «Оборудование 1» является сервером высокой мощности, выполняющим роль «щита» стоящей за ним сетью. Далее следуют менее мощные оборудования (Оборудование 2, Оборудование 3... Оборудование N), которые действуют относительно их функций.

Предположив, что данное оборудование будет иметь ступенчатую систему защиты, описанную выше, можно будет описать его принцип работы следующим образом: при наличии известной вредоносной программы лечение происходит стандартным образом. Но как только на сервере обнаружится программа, по свойствам схожая с вредоносной, автоматически включается режим «белого списка», благодаря чему данная программа не попадет в другие компьютеры, связанные с данным, до тех пор, пока специалист по кибербезопасности не устранит проблему либо не выявит, что тревога ложная. Далее информация поступает на главный компьютер, на рисунке обозначенный как «Оборудование 2», и после доходит к остальным оборудованиям, в зависимости от указаний с главного компьютера.

Заключение

Деятельность промышленных компаний тесно связана с социумом. Поэтому способы защиты АСУ ТП требуют особого подхода к организации системы безопасности, чтобы при непрерывных технологических процессах различные проблемы устранялись незамедлительно. От этого зависит не только качество производства, но и жизни и здоровья людей.

Список литературы

- 1. Таргетированные атаки и как с ними бороться / Intelligent Enterprise. 05.02.2015. URL: https://www.iemag.ru/analitics/detail.php?ID=32831 (дата обращения: 20.05.2017).
- 2. Вирусы и вредоносные программы / TREND MICRO. 2017. URL: http://docs.trendmicro.com/ru-ru/smb/worry-free-business-security-90-sp1-agent-help/about/understanding-threat/viruses-and-malware.aspx (дата обращения: 20.05.2017).
- 3. Что такое руткиты. Программы для удаления руткитов / WINDXP.COM.RU Настройка и оптимизация операционных систем. URL: https://www.windxp.com.ru/rotdel.htm (дата обращения: 20.05.2017).
- 4. Троянские программы (Trojans) / ANTY-MALWARE. URL: https://www.anti-malware.ru/threats/trojans (дата обращения: 20.05.2017).
- 5. Таргетированные атаки: новое слово в мире угроз / KV.by High-Tech Club. 03.02.2016. URL: https://www.kv.by/content/340248-targetirovannye-ataki-novoe-slovo-v-mire-ugroz (дата обращения: 20.05.2017).
- 6. Червь Flame как новое оружие кибер-войн / Хабрахабр. 30.05.12. URL: https://habrahabr.ru/sandbox/44712/ (дата обращения 20.05.2017).
- 7. Безопасность SCADA: Stuxnet что это такое и как с этим бороться? / Digital Security Безопасность как искусство. URL: https://dsec.ru/ipm-research-center/article/bezopasnost_scada_stuxnet_chto_eto_takoe_i_kak_s_nim_borotsya_/ (дата обращения 20.05.2017).
- 8. WannaCry ransomware used in widespread attacks all over the world / SECURELIST. 2017. URL: https://securelist.

- com/wannacry-ransomware-used-in-widespread-attacks-all-over-the-world/78351/ (дата обращения: 20.05.2017).
- 9. Большев А.В. Атаки на низкоуровневые протоколы ACY ТП на примере HART // Digital Security Безопасность как искусство. 2014. URL: https://dsec.ru/ipm-research-center/article/attacks_on_low_level_protocols_apcs_for_example_hart/ (дата обращения: 20.05.2017).
- 10. Сервисное программное обеспечение ПК и основы алгоритмизации / Компьютерные вирусы и защита от компьютерных вирусов. URL: http://www.lessonstva.info/edu/e-inf1/e-inf1-4-1-3.html (дата обращения: 20.05.2017).
- 11. Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / В.Ф. Шаньгин. М.: ДМК Пресс, 2012. 592 с
- 12. Арефьев А.С. Таргетированные атаки на промышленный сектор: новое оружие в кибервойне / А.С. Арефьев // Автоматизация в промышленности. 2015. № 2. С. 43–45.
- 13. Kaspersky industrial cybersecurity: обзор компонентов решения [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://media.kaspersky.com/pdf/KICS_Tech_Overview.pdf (дата обращения: 20.05.2017).
- 14. Одноранговые и иерархический сети: в чем отличие? / BLOGSISADMINA.RU. 06.02.2013 URL: http://blogsisadmina.ru/seti/odnorangovye-i-ierarxicheskie-seti-v-chem-otlichie.html (дата обращения: 20.05.2017).
- 15. Варлатая С.К. Защита информационных процессов в компьютерных сетях / С.К. Варлатая, М.В. Шаханова. М.: Проспект, 2015. 216 с.

УДК 004.942

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Пищухин А.М., Чернов Ф.В.

Оренбургский государственный университет, Оренбург, e-mail: pishchukhin55@mail.ru, fiskmc@mail.ru

Исследование посвящено разработке алгоритмов функционирования системы компьютерной поддержки формирования стратегии управления производством. Процесс формирования стратегии управления подвергнут декомпозиции с выделением трех этапов. Прогнозирование динамики спроса на рынке представлено благоприятными периодами продаж в виде графика периодически повторяющихся прямоугольников. Моделирование поведения конкурентов осуществляется согласно их ролевой функции и занимаемой ими доли рынка. Собственное производство предприятия моделируется в вависимости от выбранной стратегии. Составлен алгоритм, являющийся основой для разработки прикладного программного обеспечения. Составлен прототип отчетного документа, формируемого в результате работы программного обеспечения, который содержит графики и таблицы с данными, отображающими целесообразность применения той или иной стратегии управления производством.

Ключевые слова: стратегия управления производством, моделирование поведения конкурентов, компьютерное моделирование, прогнозирование объемов продаж, планирование объемов производства

COMPUTER SUPPORT SYSTEM FOR THE FORMULATION OF A PRODUCTION MANAGEMENT STRATEGY

Pishchukhin A.M., Chernov F.V.

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

The research is devoted to the development of operation algorithms for the production management strategy formulation computer support system. The management strategy formulation process is divided into three steps. Market demand forecasting is displayed as favorable sales periods in the form of a chart with recurrent rectangles. Competitors' behavior is simulated according to their roles and market shares. Manufacturer's own production is modelled in accordance with the strategy chosen. An algorithm has been created to develop a software application. A software operation report prototype containing data charts and tables that represent usefulness of a certain production management strategy has been formed.

Keywords: production management strategy, competitors' behavior simulation, computer simulation, sales forecasting, production volume planning

Успешное управление производством должно осуществляться на основе принятия опережающих решений в виде стратегии. Значение выбора правильной стратегии невозможно переоценить в отношении конкурентных преимуществ компании. Качество и точность стратегии зависит от хорошо продуманной конкурентной и технологической политики.

Основные проблемы сегодняшнего дня, с которыми сталкиваются российские предприятия:

- неритмичность работы;
- агрессивные действия конкурентов;
- поверхностный анализ рыночных условий;
- нерациональное использование производственных мощностей.

Грамотное формирование стратегии управления производством позволяет снизить потери от влияния вышеописанных проблем [1]. На сегодняшний день процесс формирования стратегии слабо формализован и нуждается в применении интуитивно понятных алгоритмов моделирования и про-

гнозирования. В большинстве научных работ рассматриваются лишь определенные этапы формирования стратегии. Разработка системы компьютерной поддержки формирования стратегии управления производством позволяет увеличить объемы информации, принимаемые во внимание при принятии решений, повысить скорость обработки этой информации, а также рассмотреть данный процесс комплексно. Целью данного исследования является разработка алгоритмов такой системы.

Теория

Термин «стратегия управления» первый раз упоминается в двадцатом веке в США, для того, чтобы разделить уровни управления предприятия: стратегическое управление осуществлялось на руководящих уровнях, тактическое управление — на производственных [2, 3]. Ввиду изменений условий ведения бизнеса была обусловлена необходимость разграничить эти термины. Основоположником стратегии управления производством считается Игорь

Ансофф. В первый раз он издает подобные идеи в своих трудах в 1965 г. Продолжили и расширили исследования Ансоффа такие известные ученые, как Г. Минцберг, А. Стрикленд, А.А. Томпсон, Б. Альстрэнд, Д. Лэмпел, Д. Шендел, К. Хаттер, Дж. Хиггинс и др.

Обращаясь к терминологии, авторитетные исследователи в области стратегического управления Шендел и Хаттен изучали стратегию управления с точки зрения процесса выявления связи предприятия с его внешней средой. Этот процесс заключался в достижении намеченных целей, в попытках достичь желаемого состояния взаимоотношений с внешним окружением с помощью грамотного распределения ресурсов. Процесс позволил компании осуществлять деятельность с высокой эффективностью [4]. По Хиггенсу, «стратегия управления - это процесс управления с целью осуществления миссии организации посредством управления взаимодействием организации с ее окружением» [5]. Представленные определения не являются полным списком определений, во многих работах делается акцент на те, или иные особенности стратегии управления.

Стратегия управления производством требует принятия целого ряда решений относительно производственных мощностей, оборудования, вертикальной интеграции, технологии производства, автоматизированной системы управления, схемы разработки нового поколения продукции и др. [6].

Процесс формирования стратегии управления производством удобно поделить на три основных этапа, представленных на рис. 1.

Рассмотрим процесс формирования стратегии управления производством поэтапно. Прогнозирование динамики спроса на рынке сводится к решению трех клас-

сических задач теории случайных процессов [7], которые применительно к данному случаю рассмотрены в отдельной работе. Решение задач позволило свести результаты прогнозирования к графику продаж в виде периодически повторяющихся прямоугольников. Высота прямоугольников показывает лишь благоприятные периоды для реализации продукции, не отражая объемы производства.

Моделирование поведения конкурентов является вторым этапом в формировании стратегии управления производством. Это особенно актуально, т.к. на российском рынке отчетливо проявляется усиление конкурентной борьбы, предприятиям все чаще приходится задумываться о собственной конкурентной позиции и завоевании безусловных преимуществ на рынке [8]. Экономический успех (а часто и выживание) субъекта рыночной экономики в первую очередь зависит от того, насколько хорошо он знает законы конкуренции, ее проявления и формы и насколько он готов к конкурентной борьбе [9]. Изучение конкуренции представляет собой одну из важнейших составных частей рыночных исследований, создающих основу для выработки стратегии и тактики деятельности на рынке.

В соответствии с ролевой функцией можно выделить следующие типы конкурентов:

- лидеры;
- претенденты на лидерство;
- ведомые;
- новички.

Первая группа характеризуется стремлением ограждать атаки претендентов, с другой – атаковать конкурентов.

Вторая группа имеет значительный атакующий потенциал, и при наступлении определенных условий входящие в нее конкуренты стремятся стать лидерами.

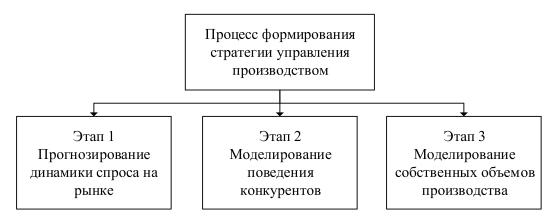


Рис. 1. Декомпозиция процесса формирования стратегии управления производством

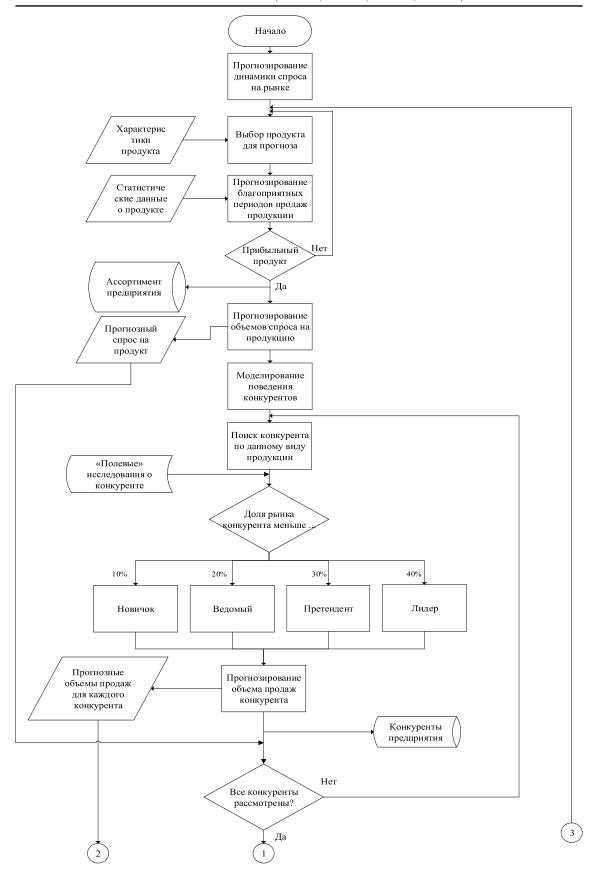


Рис. 2. Алгоритм формирования стратегии

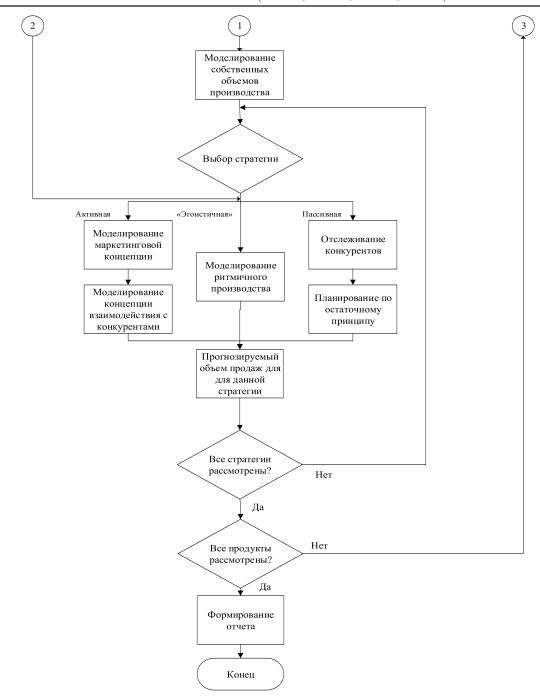


Рис. 3. Алгоритм формирования стратегии

Третья группа старается не вступать в конкурентную борьбу с претендентами и лидерами и в своей стратегии стремится следовать за лидерами.

Четвертая группа характеризуется поиском рыночной ниши и попытками в ней закрепиться, при этом новички стараются не привлекать внимание крупных конкурентов.

Таким образом, моделирование поведения конкурентов осуществляется на основе

их ролевой функции и принципов их поведения на рынке.

На третьем этапе, для моделирования собственных объемов производства, использовались три вида стратегии рассмотренных в [10].

1. Активная стратегия, при которой прогнозируются состояние рынка и объемы производства у конкурентов и в зависимости от результатов намечается собственный план.

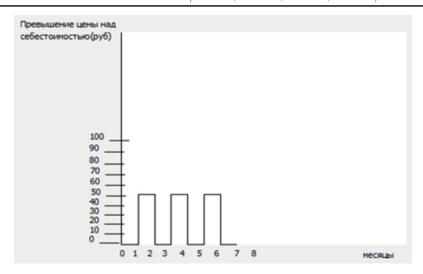


Рис. 4. Построение периодической функции эффективной реализации продукции

- 2. «Эгоистичная» стратегия, при которой предприятие выпускает количество продукции в соответствии с его местом на рынке, никак не реагируя ни на поведение рынка, ни на поведение конкурентов. При этом могут возникать потери от перепроизводства или от дефицита каждого продукта.
- 3. Пассивная стратегия, при которой предприятие следит за рынком и конкурентом и дополняет объем продукта на рынке, не допуская ни перепроизводства, ни дефицита. При этом потери этого предприятия рассчитываются исходя из его доли на рынке.

Материалы и методы исследования

Для работы алгоритма необходимо введение пользователем данных об ассортименте предприятия, значений количества произведенной продукции и затрат на производство в предыдущий период.

Рассматриваются ситуации, в которых предприятие в случае выхода на рынок с продуктом 1 окажется с ролевой функцией новичка, а с продуктом 2 окажется лидером рынка.

Данные о конкурентах также вводятся пользователем и сохраняются в локальной базе данных, с последующей возможностью их актуализации.

В процессе формирования стратегии управления производством используются методы прогнозирования и моделирования. Так как стратегия — это взгляд в будущее предприятия, анализ возможного развития событий проводился при помощи компьютерного моделирования.

Для компьютерного моделирования в данном исследовании были использованы три модели.

Модель благоприятных периодов реализации продукции в виде графика периодически повторяющихся прямоугольников, полученного путем замены значений колебаний рыночной цены и изменения себестоимости на периодическую функцию, отражающую график продаж.

Модели поведения конкурентов рассмотрены исходя из их доли рынка. В зависимости от значений доли рынка, занимаемой предприятием по данному виду продукции, определялась ролевая функция конкурента. Таким образом:

- лидеры, конкуренты, занимающие до 40% рынка;
- претенденты на лидерство, до 30% рынка;
- ведомые, до 20% рынка;
- новички, до 10% рынка.

Модель собственного производства продукции определялась в зависимости от выбранной стратегии управления.

При активной стратегии моделировалась маркетинговая концепция предприятия и концепция взаимодействия с конкурентами.

При «эгоистичной» стратегии моделировалось ритмичное производство продукции.

При пассивной стратегии отслеживаются конкуренты и проводится планирование по остаточному принципу.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе данного исследования был разработан алгоритм для программной реализации системы компьютерной поддержки формирования стратегии управления, который представлен на рис. 2 и 3.

В результате работы программы пользователь получает стратегию управления производством, которая учитывает динамику спроса на продукт, поведения конкурентов и возможности собственного производства. Прототип отчетного документа формируемого в результате работы программного обеспечения выглядит следующим образом:

Наименование продукта: Продукт 1;

График периодически повторяющихся прямоугольников (рис. 4).

Прогнозный спрос на продукт 1:10000 ед. (табл. 1).

Таблица 1 Результирующая таблица моделирования конкурентов

Наименование	Роль конку-	Доля рынка
конкурента	рента	конкурента
A	Лидер	36%
Б	Претендент	24%
В	Ведомый	14%
Γ	Ведомый	15%
Д	Новичок	2%
Е	Новичок	3%

Активная стратегия:

Объем ресурсов, затраченных на маркетинг: 100000 руб. (табл. 2).

Таблица 2 Таблица взаимодействия с конкурентами

Наименование конкурента	Роль конку- рента	Доля рынка конкурента
конкурсита	1	**
A	Лидер	Сотрудничество
Б	Претендент	Сотрудничество
В	Ведомый	Вытеснение
Γ	Ведомый	Сотрудничество
Д	Новичок	Вытеснение
Е	Новичок	Вытеснение

Прогнозируемый объем продаж 1000 ед. «Эгоистичная» стратегия:

Объем ресурсов, затраченных на ритмизацию производства: 23000 руб.

Прогнозируемый объем продаж 700 ед. Пассивная стратегия:

Объем ресурсов, затраченных на отслеживание конкурентов: 50000 руб.

Прогнозируемый объем продаж 600 ед.

Заключение

Таким образом, система компьютерной поддержки формирования стратегии управления производством позволяет пользователю получать информацию о прогнозируемых объемах продаж продукции

в зависимости от динамики спроса на рынке и поведения конкурентов, а также от собственных возможностей. При выборе стратегии управления производством пользователь руководствуется данными о затратах ресурсов, необходимых для достижения прогнозируемого объема продаж. Программная реализация системы, разработка её интерфейса и математических моделей различных видов стратегий управления являются предметом дальнейших исследований.

Список литературы

- 1. Пищухин А.М. О решении задачи порождения метасистемы. / А.М. Пищухин, Н.С. Сахарова, Г.Ф. Ахмедьянова // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–8. С. 1688–1691
- 2. Гусарова М.С. Некоторые актуальные вопросы реализации стратегии управления персоналом/ М.С. Гусарова // Вестник Омского университета. -2015. -№ 3. -C. 111-120.
- 3. Сиротенко А.С. Методические основы прогнозирования объема производственной программы в кондитерской промышленности / А.С. Сиротенко, Ю.И. Селиверстов // Российское предпринимательство. 2009. № 11–1. С. 145–151.
- 4. Higgins J.M. Organizational Policyand Strategic Management: Textand Cases. 2nded. Chicago: The Drydent Press, 1983.
- 5. Schendel D.E., Hatter K.J. Business Policy or Strategic Management: A Broader View for an Emerging Discipline. Academy of Management Proceeding. August, 1972.
- 6. Вильдеман А.И., Шашло Н.В. Системно-синергетическая концепция стратегического управления внешнеэкономической деятельностью предприятий / А.И. Вильдеман, Н.В. Шашло // Вестник Астраханского государственного университета. Серия: Экономика. 2016. № 3. С. 7–14.
- 7. Метод стохастического прогнозирования благоприятных периодов реализации продукции / А.М. Пищухин, Ф.В. Чернов // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. С. 165–169.
- 8. Наркевич Л.В. Прогнозирование объема продаж торговой организации с учетом колебаний спроса / Л.В. Наркевич, К.П. Боровикова // Вестник Белорусско-Российского университета. 2013. N_2 1. С. 116—123.
- 9. Ходыкова Н.В. Методологические проблемы стратегического управления экономикой региона / Н.В. Ходыкова, А.В. Болдырева // Terra Economicus. 2011. № 1–2. С. 130–134.
- 10. Пищухин А.М. Управление предприятием на основе прогноза в ассортиментном пространстве // Экономика региона. -2017. -T. 13, № 1. -C. 216–225.

УДК 004.7/.9:519.237.5

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА КИНЕТИКИ ГЕТЕРОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ HA ЯЗЫКЕ VISUAL BASIC COMMUNITY 2015

Пушкин А.А., Римкевич В.С.

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск, e-mail: igip@ascnet.ru

В данной работе описывается программа для расчета кинетических характеристик гетерофазных реакций, написанная на языке программирования Visual Basic Community 2015. Вычисление констант скоростей и энергий активаций осуществляется методами регрессионного анализа. Механизм реакции определяется по минимуму погрешностей аппроксимаций из ряда функций (степенного и экспоненциального законов, Праута – Томпкинса и Авраами уравнений). Механизм реакции определяет зону реакции: степенной – кинетическую, а три другие – диффузионную. Также на примере реакции фторирования анортозитов гидродифторидом аммония проводится статистическая проверка гипотез об адекватности используемых регрессионных моделей по Снедекору – Фишеру и о значимости коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента. Программа апробировалась на расчетах гетерофазных реакций, осуществляемых в ходе технологических процессов комплексной фторидной переработки алюмосиликатного и силикатного сырья Верхнего Приамурья, а также ряда регионов РФ.

Ключевые слова: константа скорости, энергия активации, зона реакции, механизм реакции, линейная регрессия, процедура

PROGRAM FOR CALCULATION OF HETEROPHASE REACTIONS KINETIC ON VISUAL BASIC COMMUNITY 2015

Pushkin A.A., Rimkevich V.S.

Institute of geology and nature management of FEB RAS, Blagoveshchensk, e-mail: igip@ascnet.ru

The program for calculation of kinetic characteristics of heterophase reactions on Visual Basic Community 2015 is described. The rate constants and activation energies are calculated by regression analysis method. Reaction mechanisms are determined by minimum of approximation errors from functions row (power and exponential law, Avraami and Prout-Tompkins equations). Reaction mechanism is defined the reaction zone (power law – kinetic, three another – diffusion). The statistical hypothesis testing about adequacy of applicated regression model by Fisher Snedecor criterion and about significance regression coefficients by t-criterion of Student are performed in our work on example of reaction of anorthosites fluorination by ammonium hydrodifluoride. Program is tested on calculations of heterophase reactions realized in technological process of complex fluoride processing of alumosilicate and silicate raw materials of Upper Amur region and some RF regions.

Keywords: rate constants, activation energy, reaction zone, reaction mechanism, linear regression, nonlinear regression, procedure

Настоящая статья посвящена компьютерной обработке экспериментов по кинетике химических реакций. В нашем институте кинетика химических реакций изучается в процессе разработки технологических процессов комплексной фторидной переработки для различных видов алюмосиликатного сырья Верхнего Приамурья [1]. Результатами экспериментального исследования по кинетике химической реакции являются значения концентраций некоторого вещества $C_{ik}(t_{ik})$ в заданные моменты времени t_{ik} $(i=1,\,...,\,n_k,\,$ где n_k — количество от счетов времени при температуре T_{ν} , k = 1,2, ..., l, где l – количество температур). Количество рабочих температур l, допустимое в программе, от двух до четырех. Количество отсчетов времени n_k , в общем случае, для разных температур T_k отличается и изменяется от 3 до 9.

Результатами обработки экспериментальных данных являются константы скоростей и энергии активации, а также зоны

протекания и механизмы реакции. Знание зоны и механизма реакции при той или иной температуре дает знание о физико-химическом процессе, который обуславливает её протекание и позволяет управлять ходом реакции. Сравнение констант скоростей и энергий активаций различных реакций позволяет сопоставлять между собой эти реакции.

Вычисления констант скоростей в работе мы проводим, используя четыре вида физико-химических процессов, соответствующих четырем законам изменения концентраций: степенному ($w_i = kC_i^m$), Авраами ($\alpha_i = 1 - \exp(-kt_i^m)$), экспоненциальному ($\alpha_i = 1 - \exp(-kt_i)$) и Праута — Томпкинса $\alpha_i = \frac{\exp(-kt_i)}{1 + \exp(-kt_i)}$, где $\alpha_i = \frac{\exp(-kt_i)}{1 + \exp(-kt_i)}$

ции, C_i – концентрация вещества, α_i – степень превращения вещества, k – константа скорости. Степенной закон описывает столкновения частиц, остальные три – различ-

ные виды диффузии. В соответствии с этим зона реакций, описывающихся степенным процессом кинетическая, для остальных трех процессов – диффузионная [2].

Для определения механизма реакции в программе используются значения погрешностей аппроксимаций. Считаем, что механизм реакции при данной температуре определяется тем законом изменения концентраций, при котором погрешность аппроксимации при данной температуре минимальна. Поскольку погрешности аппроксимаций вычисляются для каждой температуры, постольку механизм реакций для каждой температуры может быть своим. В программе организован автоматический отбор данных (констант скоростей, энергий активации, зон и механизмов реакций) для каждой из исследуемых температур [3].

Цель исследования

Отправной точкой исследования в данной работе являются данные по кинетике химических реакций. Цель исследования — определить кинетические характеристики реакции. Математическая обработка результатов экспериментов значительно облегчается при использовании компьютерной расчетной программы. С целью разработки компьютерной программы создавался алгоритм расчета с последующей программной

реализацией, первоначально средствами приложения Microsoft Access 2007 с применением vba. В данной работе описывается программа для обработки экспериментальных данных по кинетике с расчетом кинетических параметров: констант скоростей, энергий активаций, зон и механизмов реакций, написанная на языке Visual Basic Community 2015.

Материалы и методы исследования

Методами исследования в работе являются регрессионный анализ [4] и компьютерный расчет. Для каждого из упомянутых выше процессов методом линеаризации его уравнения строится уравнение регрессии. Линеаризация осуществляется в случае степенного, экспоненциального законов и уравнения Праута – Томпкинса логарифмированием, а в случае Авраами – методом двойного логарифмирования. Полученные в результате уравнения регрессии являются нелинейными. Путем замен переменных мы осуществляем переход к двум линейным моделям регрессии: с угловым коэффициентом и свободным членом в случае степенного закона и Авраами и с одним угловым коэффициентом в случае экспоненциального закона и уравнения Праута – Томпкинса (см. табл. 1). Далее, по формулам метода наименьших квадратов вычисляем значения угловых коэффициентов и свободных членов. В случае степенного закона и уравнения Авраами угловой коэффициент равен порядку реакции, а свободный член равен логарифмам константы скорости. В случае экспоненциального закона и уравнения Праута - Томпкинса угловые коэффициенты представляют собой константы скоростей.

Таблица 1 Модели нелинейных регрессий, замены переменных для перехода к линейным моделям и их уравнения для используемых в программе процессов

Наименова- ние закона	Математическая фор- мулировка закона	Нелинейная регрессия	Замена переменных	Линейная регрессия
Линейный	$c_i = c_0 + kt_i$		$x=t; y=c; y_0=c_0$	$y_i = y_0 + k \cdot x_i$
Степенной	$w=kC^m$	$\ln w_i = \ln k + m \cdot \ln c_i$	$x = \ln c; y = \ln w;$ $y_0 = \ln k$	$y_i = y_0 + m \cdot x_i$
Авраами	$c_i = c_0 \left(1 - \exp\left(-kt_i^m\right) \right)$	$\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{c_i}{c_0}\right)\right) =$ $= \ln k + m \cdot \ln t_i$	$x = \ln t; \ y_0 = \ln k;$ $y = \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{c}{c_0} \right) \right)$	$y_i = y_0 + m \cdot x_i$
Экспоненци-	$c_i = c_0 \left(1 - \exp\left(-kt_i\right) \right)$	$ \ln\left(1 - \frac{c_i}{c_0}\right) = -kt_i $	$x = -t;$ $y = ln \left(1 - \frac{c}{c_0} \right)$	$y_i = k \cdot x_i$
Праута — Томпкинса	$c_i = \frac{c_0 \cdot \exp(-kt_i)}{1 + \exp(-kt_i)}$	$ \ln\left(\frac{c_i}{c_0 - c_i}\right) = -kt_i $	$x = -t;$ $y = \ln\left(\frac{c}{c_0 - c}\right)$	$y_i = k \cdot x_i$
Аррениуса	$k = k_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$	$\ln k_j = \frac{E_A}{R} \cdot \frac{1}{T_j}$	$x = \frac{1}{T},$ $y = \ln k$	$y_j = \frac{E_A}{R} \cdot x_j$

Энергии активаций в программе рассчитываются по уравнению Аррениуса для констант скоростей [5]. После преобразования, логарифмирования и замены переменных получается уравнение с одним угловым коэффициентом, который рассчитывается методом наименьших квадратов. Угловой коэффициент равен энергии активации, деленной на универсальную газовую постоянную R (последняя строка в табл. 1).

В программе рассчитываются погрешности аппроксимаций по формуле

$$Prec(f(t)) = \sqrt{\sum_{k} (c_{ik}(t_{ik}) - f(t)|_{t=t_{ik}})^{2} / n_{k}}, (*)$$

где $c_{ik}(t_{ik})$ — экспериментальные значения концентраций в моменты времени t_{ik} , $f\left(x\right)\Big|_{t=t_{ik}}$ — расчетное значение, полученное по исследуемому закону в точках t_{ik} при температуре T_{k} , а n_{k} , как и ранее, количество отсчетов времени при данной температуре.

Отбор зависимости с меньшей погрешностью аппроксимации, а следовательно, и определяющего механизма реакции при данной температуре осуществляется в программе автоматически.

Кроме того, в работе проводится проверка статистических гипотез об адекватности каждой из моделей регрессий по критерию Снедекора — Фишера, а также о значимости коэффициентов этих моделей регрессии по t-критерию Стьюдента [4]. Проверка гипотезы об однородности дисперсий воспроизводимости в работе не проводится, поскольку в каждой точке факторного пространства осуществляется только одно измерение.

Результаты исследования и их обсуждение

Программа **Кинетика** для расчета кинетических характеристик гетерофазных реакций написана на языке **Visual Basic** [6] в интегрированной среде разработки программного обеспечения **Visual Studio Community 2015**.

Программа имеет десять вкладок: Вход, Кинетика, Зона реакции, Графики, СтатистикаХ (X = 0, ..., 5).

Вкладка **Вход** предназначена для размещения элементов управления, осуществляющих ввод данных: массивы концентраций KohuX(i) и времен BpemsX(i), строку температур TemnepX (X=1,...,4; i=1,2,...,n), число точек отсчетов времени n_k , количество рядов данных l, максимальные времена и концентрации для каждой из температур T_k .

Уровень значимости (устанавливается выбором одного из восьми значений в списке в **ComboBox**-поле [7]) служит для выбора коэффициентов Стьюдента и Снедекора — Фишера из таблиц Excel **Стьюдент** и **Фишер**, подключенных к программе.

После выбора уровня значимости нажатием кнопки **Вычислить** на вкладке **Вход** запускается процедура вычисления всех предусмотренных характеристик. Первым делом создаются двумерные массивы концентраций и времени Time(i, j) и Conc(i, j), одномерные массивы температур Temperature(k) и обратных температур ReTemp(k) = 1/(Temperature(k) + 273), k = 1, ..., l.

Далее осуществляется переход к относительным величинам концентрации и времени *Time_norm(i, j)* и *Conc_norm(i, j)*, делением на максимальные значения. Затем вводятся обобщенные координаты, представляющие трехмерные массивы abscissa(4, 9, 4) и ordinate(4, 9, 4), в которых первый индекс означает порядковый номер закона изменения концентраций от 0 до 4, второй – порядковый номер отсчета времени от 3 до 9, третий – порядковый номер температурного ряда от 1 до 4. Приведем фрагмент программы, в котором осуществляется ввод обобщенных переменных:

```
 If j = 0 \ Then \ ordinate \ (j, i, k) = Conc\_norm \ (i, k): \ abscissa \ (j, i, k) = Time\_norm \ (i, k)   If j = 1 \ Then \ ordinate \ (j, i, k) = Math.Log \ (Rate \ (i, k)): \ abscissa \ (j, i, k) = Math.Log \ (Conc\_norm \ (i, k))   If j = 2 \ Then \ ordinate \ (j, i, k) = Math.Log \ (-Math.Log \ (1 - Conc\_norm \ (i, k))): \ abscissa \ (j, i, k) = Math.Log \ (Time\_norm \ (i, k)): \ abscissa \ (j, i, k) = Time\_norm \ (i, k)   If j = 3 \ Then \ ordinate \ (j, i, k) = Math.Log \ (Conc\_norm \ (i, k)): \ abscissa \ (j, i, k) = Time\_norm \ (i, k)   If j = 4 \ Then \ ordinate \ (j, i, k) = Math.Log \ (Conc\_norm \ (i, k) / (1 - Conc\_norm \ (i, k))): \ abscissa \ (j, i, k) = Time\_norm \ (i, k).
```

После этого происходит вычисление сумм для метода наименьших квадратов:

$$Sx(j,k) = Sx(j,k) + abscissa(j,i,k)$$

 $Sy(j,k) = Sy(j,k) + ordinate(j,i,k)$
 $Sxy(j,k) = Sxy(j,k) + abscissa(j,i,k) * ordinate(j,i,k)$
 $Sx2(j,k) = Sx2(j,k) + Math.Pow(abscissa(j,i,k),2),$
где $Sx(j,k)$, $Sy(j,k)$, $Sxy(j,k)$ u $Sx2(j,k) -$
суммы абсцисс, ординат, произведений аб-
сцисс на ординаты и квадратов абсцисс со-
ответственно.

Далее в программе рассчитываются свободные члены и угловые коэффициенты регрессий для каждой модели регрессии (каждого из законов изменения концентрации) и при каждой температуре. Константы скоростей ConRat(j,k) для линейной модели (j=0) равны свободному члену, для степенного закона (j=1) и уравнения Авраами (j=2) вычисляются взятием экспоненты от свободного члена, а порядки реакций m(j,k) для этих двух законов равны угловым коэффициентам

(строки вторая и третья сверху табл. 1). Константы скоростей для экспоненциального закона (j=3) и уравнения Праута — Томпкинса (j=4) равны угловым коэффициентам соответствующих уравнений регрессий (в табл. 1 сверху строки 4 и 5).

Погрешности расчета констант скоростей pK(j,k) и порядков реакции pM(j,k) вычисляются по формулам для расчета коэффициентов регрессии [8], а погрешность аппроксимации Prec(j,k) рассчитывается по формуле (*). Погрешности расчета констант скоростей pK(j,k) и аппроксимаций Prec(j,k) вычисляются для каждой модели и при каждой температуре. Погрешности порядков реакций pM(j,k) вычисляются для моделей с j=1,2.

Вычисление энергий активаций производится по формуле, приведенной в последнем столбце шестой сверху строки табл. 1. В данной модели регрессии переменными являются обратные температуры ReTemp(k) и логарифм константы скорости ConRat(j,k). Из этой формулы следует, что энергия активации равна угловому коэффициенту данной модели, умноженному на универсальную газовую постоянную. Для каждой модели вычисляется одно значение энергии активации. Вычисляется также для каждой модели и погрешность энергии активации pE(j).

Расчет констант скоростей, погрешностей констант скоростей, погрешностей аппроксимаций, а также порядков реакции и их погрешностей приводится на вкладке **Кинетика**.

На вкладке Зона реакции (см. рис. 1) располагаются результаты автоматизированного отбора: данные о тех зонах и меха-

низмах реакции, которые (по результатам расчета и отбора) имели место при каждой температуре. Сюда входят также значения констант скоростей, погрешностей их вычислений и погрешностей аппроксимаций, и энергий активаций.

Нажатием кнопки **Вывод** на вкладке **Зона реакции** происходит вывод данных в таблицу **Microsoft Word**. Вывод данных осуществляется при помощи отдельной процедуры, которая осуществляет автоматическое форматирование текста и таблицы. В программе предусмотрены вывод и заполнение таблицы для различного количества рядов данных (от двух до четырех).

На рис. 1 в качестве примера показаны результаты расчета реакции фторирования анортозитов гидродифторидом аммония. Из этого рисунка видно, что данная твердофазная реакция при всех температурах протекает в диффузионной зоне, при нижней и средних температурах по уравнению Авраами, а при верхней температуре по экспоненциальному закону. Энергия активации для Авраами равна в данном случае 19,1 кДж/ моль, а для экспоненциального закона равна 19,7 кДж/моль. Несмотря на различные механизмы реакции, энергии активации близки и константы скорости монотонно возрастают от 0,004483 мин⁻¹ до 0,017836 мин⁻¹. Повидимому, это связано с тем, что порядки реакции для Авраами оказались близки к 1 и приняли значения 0,86; 0,91; 0,96; 1,09 (см. рис. 2). Из сравнения уравнения Авраами с экспоненциальным законом очевидно, что при порядке, равном 1, уравнение Авраами переходит в экспоненциальный закон.

Температура, град.С	100	150	175	200	
Константа скорости, 1/мин	0,004483	0,007611	0,009873	0,017836	
Погрешность константы скорости, %	191	211	231	80	
Погрешность аппроксимации, %	1.	1	1	0	
Энергия активации, Дж/моль	19082	19082	19082	19672	
Механизм реакции	Авраами	Авраами	Авраами	Экспоненциальный	
Зона реакции	Переходная	Переходная	Переходная	Диффузионная	

Рис. 1. Вкладка Кинетика программы Кинетика с результатами расчета на примере реакции фторирования анортозитов гидродифторидом аммония

Синетика							- 0
д Кинетика Зона реакции Гр	овфики Статистика0 Статистика1 Статистика2 Статисти	ка3 Статистика4 Статис	тика5				
	Температура, град. С	100	150	175	200	ЭА, кДж/моль	Погрешность ЭА, %
	Константа скорости, мин-1	0,002285	0,002403	0,002729	0,002993	3839	147
Линейный	Свободный член	0,12	0,23	0,25	0,31		
	Погрешность КС, %	95,93	101,31	100,15	101,81		
	Погрешность СЧ, %	184	102	108	97		
	Погрешность аппроксимации, %	0,99	1,45	1,55	1,84		
	Константа скорости, мин-1	0,002863	0,004624	0,005249	0,006388	11585	136
Степенной	Порядок реакции	0,28	0,21	0,18	0,14		
	Погрешность КС, %	41,25	46,24	43,57	45,11		
	Погрешность ПР, %	104	149	158	208		
	Погрешность аппроксимации, %	2,94	2,76	2,99	4,09		
	Константа скорости, мин-1	0,004483	0,007611	0,009873	0,018311	19082	141
Авраами	Порядок реакции	0,86	0,91	0,96	1,09		
	Погрешность КС, %	190,9	210,85	230,8	285,86		
	Погрешность ПР, %	90	91	90	90		
	Погрешность аппроксимации, %	0,5	0,79	0,61	0,38		
	Константа скорости, мин-1	0.003942	0.005346	0.007637	0.017836	19672	153
Экспоненциальный	Погрешность КС, %	81.54	82.21	80.3	79.99		
•	Погрешность аппроксимации, %	0,87	1,55	1,16	0,25		
	Константа скорости, мин-1	0,014701	0,01516	0,017751	0,027948	7949	172
Праута-Томпкинса	Погрешность КС, %	96,32	102,67	97	86,06		
	Погрешность аппроксимации, %	4,38	5,56	6.39	7.69		

Рис. 2. Вкладка Кинетика программы Кинетика с результатами расчета на примере реакции фторирования анортозитов гидродифторидом аммония

 Таблица 2

 Статистическая проверка гипотез об адекватности моделей регрессии и о значимости коэффициентов регрессий по Снедекору – Фишеру и Стьюденту соответственно

Закон		Авра	аами		Эі	кспонен	циальнь	ый
Температура, °С	100	150	175	200	100	150	175	200
Коэффициент Стьюдента	2,01	2,01	2,01	2,01	1,94	1,94	1,94	1,94
Статистика для свободного члена	0,27	0,97	1,25	1,81	0,62	1,11	0,68	0,1
Статистика для углового коэффициента		2,21	2,22	2,23	2,38	2,36	2,42	2,43
Коэффициент Фишера		6,26	6,26	6,26	4,95	4,95	4,95	4,95
Статистика Фишера		1,25	1,09	1,17	4,73	2,67	2,12	1,52

В программе осуществляется статистическая проверка гипотез об адекватности регрессионной модели с использованием критерия Снедекора — Фишера и о значимости коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента (см. табл. 2).

Статистическая проверка показала адекватность моделей с j=2, 3, 4 при всех температурах. Модели с j=0 и 1 неадекватны при нижней температуре. Проверка значимости коэффициентов регрессии показала значимость угловых коэффициентов регрессий для моделей с j=0, 2, 3, 4 при всех температурах, с j=1 при нижней температуре. Свободные члены значимы только для степенного закона при верхней температуре.

Вернемся к рис. 1. Отобранные по минимуму погрешностей аппроксимаций механизмы, Авраами и экспоненциальный, подвергнем статистическому ана-

лизу. Заметим, что константы скоростей для Авраами вычисляются взятием экспоненты от свободного члена, который согласно t-критерию Стьюдента является статистически незначимым при всех температурах. По-видимому, нам следует считать, что механизмом реакции является экспоненциальный закон, в том числе при нижних и средних температурах. Энергия активации, следовательно, будет равна 19,7 кДж/моль при всех температурах, а константы скоростей будут иметь значения 0,003942; 0,005346; 0,007637; 0,017836 (см. рис. 2).

Программа **Кинетика** для расчета кинетических характеристик опробовалась на расчетах различных реакций в процессе комплексной фторидной переработки алюмосиликатного и силикатного сырья с извлечением полезных продуктов [1, 3].

Список литературы

- 1. Сорокин А.П., Римкевич В.С., Пушкин А.А., Еранская Т.Ю. Безотходные геотехнологии комплексной переработки алюмосиликатного и силикатного сырья Приамурья // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 11. С. 215–223.
- 2. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999. 528 с.
- 3. Пушкин А.А., Римкевич В.С. Установление зон гетерофазных реакций // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 03(57). Часть 3. С. 35–38.
- 4. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник. 2-е

- издание. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2014. 473 с.
- 5. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. М.: Химия, 1969.-620 с.
- 6. Дукин А.Н., Пожидаев А.А.. Самоучитель Visual Basic 2010. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 560 с.
- 7. Шевякова Д., Степанов А., Дукин А. Самоучитель Visual basic 2008. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 592 с.
- 8. Колемаев В.А., Староверов С.В., Турундаевский В.Б. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для экономических специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1991. 400 с.

УДК 004.65:378.146

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ВЫПУСКНИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Родионов А.В., Новгородцева Т.Ю., Иванова Е.Н.

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, e-mail: avr-v@yandex.ru

В статье рассматривается актуальная задача автоматизации формирования электронного портфолио учащихся и выпускников высших и средних учебных заведений, а также последующая оценка портфолио. Внедрение электронного портфолио позволяет повысить мотивацию обучающихся к участию в научных, творческих, общественных, спортивных мероприятиях и тем самым способствует лучшему формированию профессиональных и общекультурных компетенций. Электронное портфолио способствует формированию умения представлять себя и делиться результатами своей работы, что позволяет повысить конкурентоспособность выпускника на рынке труда. В качестве инструмента автоматизации в статье предлагается использование автоматизированной информационной системы «Внеучебная деятельность», делается обзор ее структуры, функций и требований. АИС «Внеучебная деятельность» позволяет автоматизировать основные процессы создания электронного портфолио: регистрация первичной информации, ведение базы данных, создание отчетов. Кроме этого, система позволяет проводить рейтинговую оценку достижений обучающегося (и самого портфолио) с использованием разработанной сбалансированной системы показателей. Также система способствует решению ряда административных задач учебного заведения: планирование внеучебной работы, учет и анализ ее результативности.

Ключевые слова: портфолио, внеучебная деятельность, информационная система, рейтинг

AUTOMATION OF CREATION AND ASSESSMENT OF ELECTRONIC PORTFOLIO OF GRADUATES OF EDUCATIONAL ORGANIZATION

Rodionov A.V., Novgorodtseva T.Yu., Ivanova E.N.

Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: avr-v@yandex.ru

The article deals with the actual task of automating the creation of an electronic portfolio of students and graduates of University and secondary school, as well as the subsequent assessment of the portfolio. The introduction of an electronic portfolio allows to increase the motivation of students to participate in scientific, creative, social, sporting events and thereby contributes to the better formation of professional and general cultural competencies. The electronic portfolio promotes the formation of the ability to represent oneself and share the results of their work, which makes it possible to increase the competitiveness of the graduate in the labor market. The article considers the information system «Extracurricular activities», its structure, functions, requirements for implementation. Information system «Extracurricular activities» allow you to automate the basic processes of creating an electronic portfolio: registration of primary information, maintaining a database, creating reports. In addition, the system allows you to conduct a rating assessment of the student's achievements (and the portfolio itself) using the developed balanced scorecard. Also, the information system contributes to the solution of a number of administrative tasks of the educational institution: the planning of extracurricular work, the recording and analysis.

Keywords: portfolio, extracurricular activities, information system, rating

Действующие на сегодняшний день федеральные образовательные стандарты высшего образования ставят перед учебными организациям ряд «инновационных» задач, среди которых следует выделить задачу построения электронной информационной образовательной среды организации. Электронная информационная образовательная среда должна выполнять следующие функции:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин, электронным образовательным ресурсам, в том числе электронным библиотечным системам;
- фиксацию хода и результатов освоения образовательной программы студентами;
- формирование электронного портфолио обучающегося;
- проведение различных видов занятий с применением электронного обуче-

ния и дистанционных образовательных технологий;

 взаимодействие между участниками образовательного процесса в сети Интернет.

В большинстве университетов уже много лет эксплуатируются информационные системы управления учебным процессом. Это могут быть как готовые системы «под ключ», например предложение от фирмы 1С «1С: Университет ПРОФ», проект «1С ВУЗ: Управление учебным процессом» [1], либо собственные разработки, примером которой может быть система, разработанная в ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет» [2]. Несмотря на существенные архитектурные различия, их функциональные возможности в целом совпадают. Рассмотрим систему, разработанную в БГУ. Она состоит из нескольких АРМов, автоматизирующих тот или иной аспект деятельности. В частности, автоматизировано составление расписания занятий, ведётся электронный каталог научной библиотеки университета и журнал учета нагрузки преподавателя, картотека методических и научных трудов, электронное личное дело студента, организационно-методическое обеспечение учебного процесса и т.п. Для проведения занятий в дистанционной форме в университете внедрена система «электронный университет» на основе ELMS Moodle, которая обеспечивает проведение занятий в дистанционной форме и взаимодействие участников образовательного процесса. В личном кабинете студент может посмотреть сведения из личного дела, оценки, расписание занятий, учебный план. учебно-методические материалы. Возможна загрузка выполненных обучающимися выпускных квалификационных работ. Однако одна из наиболее актуальных задач - формирование электронного портфолио – автоматизирована слабо и полного и всестороннего решения не имеет.

Понятие, содержание, порядок формирования студенческого портфолио активно обсуждается в современной литературе. Например, по мнению Е.В. Григоренко, «портфолио есть систематический и специально организованный сбор доказательств, который служит способом системной рефлексии на собственную деятельность и представления ее результатов в одной или более областях для текущей оценки компетентностей или конкурентоспособного выхода на рынок труда» [3, с. 40]. Можно сказать, что электронное портфолио - это информационная база, в котором обеспечивается сохранение достижений и работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны участников образовательного

процесса. И если ряд задач, например формирование регламента заполнения, выбор областей деятельности студента, включаемые в портфолио, являются тривиальными, то задача использования портфолио для оценки компетенций на текущий момент не решена. При этом следует учитывать, что материалы, составляющие портфолио, относится больше к внеучебной, чем к учебной деятельности студента.

Первым шагом к формированию электронного портфолио является создание инструмента, который позволял бы автоматизировать процесс формирования информационной базы. Таким инструментом может являться разработанная авторами информационная система «Внеучебная деятельность» [4]. Она внедрена в Байкальском государственном университете и обеспечивает:

- ведение полной базы мероприятий,
 студенческих клубов, секций и т.п.;
- интеграцию с другими подсистемами университета, с возможностью экспорта/ импорта;
- анализ динамики внеучебной деятельности в целом/по подразделениям/студентам и сотрудникам;
 - формирование отчётов;
- хранение документов по проведенным мероприятиям (положения и т.п.).

Структура информационной системы приведена на рис. 1.

Сервер Active Directory используется для предоставления сервисов авторизации и аутентификации пользователей системы. MS SQL сервер обеспечивает хранение и авторизованный доступ ко всем данным. После аутентификации приложение настраивается на контекст работы пользователя в соответствии с его ролью в системе.

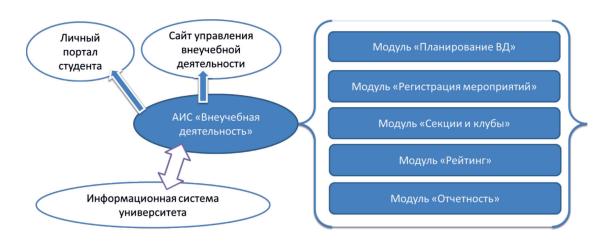


Рис. 1. Структура АИС ВД

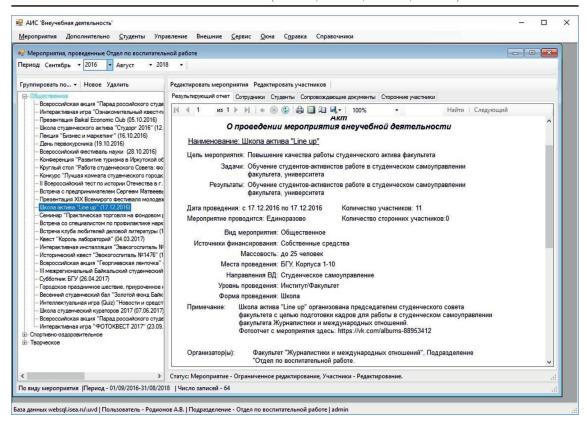


Рис. 2. Отчет о проведенном мероприятии

Система позволяет учитывать все мероприятия, которые проводятся в университете и за его пределами (научные, творческие, спортивные, общественные). Для каждого мероприятия заполняется учетная карточка: сведения о проведённом мероприятии; организаторы и участники из числа студентов университета; организаторы и участники из числа профессорскопреподавательского состав и сотрудники университета. Обеспечивается загрузка и хранение документов: положений, грамот и пр., служащими подтверждением проведения мероприятия и достигнутых студентами результатов. На основе введённой информации рассчитывается оценка «сложность мероприятия» [5]. Для этого разработана система, которая включает 5 оцениваемых показателей: {вид мероприятия, уровень проведения, форма проведения, количество участников, регулярность . Каждому показателю присвоен весовой коэффициент значимости p_{i} , а также для него существует ограниченное множество возможных значений, выраженных в лингвистической форме, и соответствующая этому значению оценка $X_{i,j} \in 0,1$. Процедуры построения шкал

и получения числовых значений весов/ оценок описаны в [5]. Например, для показателя «уровень проведения»: {факультет (0,2), университет (0,4), город/регион (0,6), страна (0,8), мир (1)}. Тогда «сложность мероприятия» рассчитывается по формуле

$$\mu_{\text{Mep}} = \sum_{i=1}^{5} p_i X_{i,j} ,$$

где p_i — весовой коэффициент значимости i-го показателя; $X_{i,j}$ — j-ое значение i-го по-

казателя. С учетом того, что $\sum_{i=1}^{3} p_i = 1$, то диапазон возможных значений оценки – от 0 до 1.

В результате заполнения информации о проведенном мероприятии формируется форма отчета (см. рис. 2).

При регистрации студентов – участников мероприятия указывается вид участия {автор, организатор, участник}, а также оценка за участие. Шкала оценки зависит от того, в каком виде мероприятие проводилось, и от вида участия студента в нем. Например, для участников спортивных мероприятий она принимает вид: {1 место,

2 место, 3 место, без призового места. На основе выставленных оценок система рассчитывает оценку «результат участия»:

$$\mu_{\text{pe}_3} = \sum_{i=1}^{2} p_i X_{i,j}$$
,

 $\mu_{\rm pes} = \sum_{i=1}^2 p_i X_{i,j} \; ,$ где p_i — весовой коэффициент значимости i-го показателя $\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$; $X_{i,j} - j$ -ое значение i-го показателя.

Тогда студент может получить за участие в одном мероприятии до 1 балла, а рейтинговая оценка за участие в мероприятиях студента рассчитывается по формуле

$$R_{vd} = \sum_{i=1}^{n} \mu_{\text{mep}i} * \mu_{\text{pes}i},$$

где R_{vd} — рейтинговая оценка внеучебной деятельности; n — общее число мероприятий, в которых принял участие студент; $\mu_{{}_{\mathsf{Mep}i}}$ – сложность i-го мероприятия; $\mu_{{}_{\mathsf{pe}3i}}$ – результативность участия студента в i-том мероприятии. Суммарная оценка за все мероприятия дает общую оценку портфолио (в части внеучебной деятельности).

В результате формируются рейтинговые листы студентов (по группе, факультету, уни-

верситету), а также само портфолио студента. Портфолио представляет собой сводный отчет о том, где, когда, в каких мероприятиях принимал участие студент во время обучения в университете и каких результатов он добился (см. рис. 3). Информация доступна пользователям АИС ВД (в соответствии с правами доступа), а также персонально студенту через его личный портал, наравне с информацией об учебной деятельности, которая поступает из соответствующих подсистем – АРМов.

Внедрение рассмотренной методики учета деятельности студента, а также программного комплекса АИС «Внеучебная деятельность» позволяют сделать портфолио студента более измеримым, прозрачным. Доступность просмотра своих достижений студентом в любое удобное время, а также возможность оценки своих достижений на фоне достижений других студентов группы (курса, факультета) однозначно повышает мотивацию студента к участию и организации крупных и значимых мероприятий, и, как следствие - развитию своих общекультурных компетенций. По окончании университета студент может предоставить свое портфолио будущему работодателю.

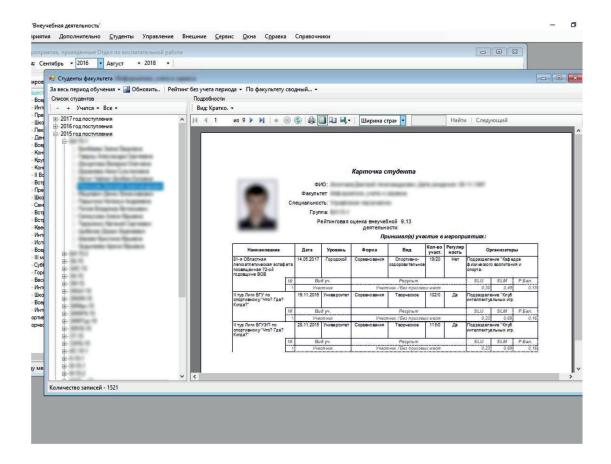


Рис. 3. Карточка студента

	Госуд арств енног о права и нацио нальн ой безоп аснос ти	Граж данск ого и предп рини мател ьског о права	Журн алист ики	Заочн ого обуче ния	тут	Инфо рмати ки, учета и серви са	Инфо рмац ионн о- гуман итарн ое отдел ение	эконо мики и госуд	Налог ов и тамо женн ого дела	Орган изаци	Очно го обуче ния	Судеб но- следс твенн ьій	челов	Уско ренно го обуче ния	- эконо миче	яи	1 1
Общественное направление	75	76	19	4	11	89	0	257	101	53	10	83	94	224	328	171	1595
Спортивно-оздоровительное направление	29	75	34	3	27	142	0	103	163	115	1	192	160	128	152	94	1418
Творческое направление	9	4	8	0	5	60	1	92	46	11	0	1	36	57	22	9	361
Всего	113	155	61	7	43	291	1	452	310	179	11	276	290	409	502	274	3374

Количество студентов факультетов, принявших участие в общеуниверситетских мероприятиях





Рис. 4. Анализ количества студентов, участвовавших в мероприятиях

Кроме этого, система решает и ряд административных задач учебного заведения: планирование внеучебной работы, учет и анализ ее результативности. Система позволяет строить множество аналитических отчетов в различных разрезах (по подразделениям, факультетам, по виду, форме, уровню проведенных мероприятий, по группам студентов и пр.), например см. рис. 4.

А с учетом того, что система формирует рейтинговые оценки внеучебных достижений учащихся, то появляется возможность их объединения с оценками за учебную деятельность и использования их для оценки компетенций студентов. Объединение этих оценок для получения итоговых оценок по компетенции может решаться несколькими методами. Итоговую оценку можно получить как средневзвешенную оценку компонент. Однако, если в рамках одной дисциплины этот подход вполне оправдан - оценивание проводит один и тот же преподаватель, то в отношении оценки компетенций такое усреднение может привести к искажению результата, потому что разные компоненты могут вкладывать разный смысл в одинаковые баллы, т.е. проводить измерения в разных шкалах, даже если они имеют одинаковые обозначения. Поэтому перспективным вариантом измерения сформированности компетенции является теория латентных переменных [6], успешно

применяемая для обработки результатов тестирования и исследований в социально-экономических системах. Увеличение количества текущих оценок увеличивает достоверность статистических выводов. Совокупность латентных параметров точнее описывает результаты обучения, чем усредненные баллы для каждого студента или усредненные баллы по студентам для каждого предмета.

Внедрение рассмотренной информационной системы возможно в любом учебном заведении. Для установки приложения необходимо развернуть базу данных (на текущий момент поддерживается MS SQL Server) и настроить синхронизацию учебных групп (прямая синхронизация с сервером базы данных, либо экспорт данных с использованием файлов csv/excel). Кроме этого, нужно задать структуру организации в той части, которая занимается внеучебной работой (институты, факультеты, отделы). АРМ не требует специальной установки и может быть размещен в сети организации. Аутентификация пользователя возможна как с использованием домена (ввод логина/ пароля не требуется, в системе указываются пользовали домена, имеющие право доступа к системе), так и без (внутренняя аутентификация, пользователи регистрируются администратором системы и авторизуются с помощью логина/пароля).

Список литературы

- 1. Актаева У.А. Модель проектирования корпоративной информационной системы «1С: вуз» управления учебным процессом // У.А. Актаева // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2008. № 4. С. 63–68.
- 2. Современные информационно-телекоммуникационные технологии в управлении социально-экономическими системами / под общ. ред. А.П. Суходолова. Иркутск: Издво БГУЭП, 2013. 196 с.
- 3. Григоренко Е.В. Портфолио в вузе: методические рекомендации по созданию и использованию / Е.В. Григоренко. Томск: Томский государственный университет НОЦ «Институт инноваций в образовании», 2007. 63 с.
- 4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014614914. Автоматизированная информационная система «Внеучебная деятельность» / А.В. Родионов, Т.Ю. Новгородцева, В.В. Братищенко // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. 2014.
- 5. Новгородцева Т.Ю. Модель рейтинговой оценки внеучебной деятельности / Т.Ю. Новгородцева, А.В. Родионов, Е.Н. Иванова, И.Н. Лесников // Наука и бизнес: пути развития. 2016. N2 6. С. 16–18.
- 6. Братищенко В.В. Модель с латентными параметрами для оценки компетенций // Новые информационные технологии в образовании и науке: Материалы X международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 27 фев.-03 мар. 2017 г.). Екатеринбург, 2017. С. 46–51.

УДК 629.33:539.422

СТРУКТУРНАЯ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ПРУЖИННО-РЕССОРНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗОНЕ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

^{1,2}Яковлева С.П., ¹Буслаева И.И., ²Махарова С.Н., ¹Левин А.И.

¹ФГБУН «Якутский научный центр СО РАН», Якутск, e-mail: spyakovleva@yandex.ru; ²ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН», Якутск, e-mail: spyakovleva@yandex.ru

Для решения задач обеспечения надежности элементов конструкций и деталей техники необходима оценка влияния условий эксплуатации на процессы накопления в материале структурных повреждений различной масштабности, приводящих к появлению макротрещин. Поскольку существует некоторое расхождение данных, получаемых при лабораторной имитации поврежденности и при реальных условиях эксплуатации, исследована структурная поврежденность пружинно-рессорной стали после работы в дорожноклиматических условиях криолитозоны. Выявлены два основных типа структурной поврежденности стали, различающихся по масштабному уровню: микроповрежденность, отражаемая параметром микротвердости, и мезоповреждений в виде пор различного диаметра (от нескольких до десятков микрометров). Проведено структурно-статистическое исследование значений микротвердости и оценены характеристики пористости трех групп образцов пружинно-рессорной стали, ранжированных по интенсивности действовавших на металл эксплуатационных нагрузок. Показано, что в зоне предразрушения наблюдается отклонение распределения значений микротвердости от закона Гаусса. Для рассмотренных условий эксплуатации установлена определяющая роль множественного присутствия мелких пор в снижении сопротивления усталостному разрушению по сравнению с наличием крупных пор. Результаты работы могут быть использованы при развитии методов получения и обработки информации по структурной поврежденности материалов и при прогнозировании ресурса деталей автотехники, работающей в зоне холодного климата.

Ключевые слова: пружинно-рессорная сталь, усталостное разрушение, структурная поврежденность, микротвердость, пористость

THE STRUCTURAL DAMAGE OF SPRING STEEL AFTER OPERATION IN THE COLD CLIMATE ZONE

^{1,2}Yakovleva S.P., ¹Buslaeva I.I., ²Makharova S.N., ¹Levin A.I.

¹Yakut Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, e-mail: spyakovleva@yandex.ru;

²Larionov Institute of Physicotechincal Problems of the North, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, e-mail: spyakovleva@yandex.ru

To solve the problems of ensuring the reliability of machinery parts, it is necessary to evaluate the influence of operating conditions on the structural damage accumulation processes in the material that leading to the appearance of macrocracks. Since there is some discrepancy between the data obtained during laboratory imitation of the damage and under real operating conditions, the structural damage to spring steel after working in the cryolithozone road-climatic conditions has been investigated. Two main types of structural damage to steel are identified, differing in scale: microdamage, reflected by the microhardness parameter, and meso-damages in the form of pores of various diameters (from several to tens of micrometers). A statistical study of the microhardness values was performed and the porosity characteristics of three groups of spring steel samples that ranked in terms of the intensity of the operating loads acting on the metal were estimated. It is shown that deviation of the microhardness values distribution from the Gaussian law is observed in the prefracture zone. For the operating conditions considered, the defining role of the multiple presence of small pores in reducing the resistance to fatigue failure in comparison with the presence of large pores was established. The results can be used in the development of methods for obtaining and processing information on the structural damage of materials and for service life forecasting of vehicle parts operating in the cold climate area.

Keywords: spring steel, fatigue failure, structural damage, microhardness, porosity

Потеря несущей способности и разрушение элементов металлоконструкций и деталей техники обычно обусловлены образованием в материале при эксплуатации локальных повреждений структуры, накопление и слияние которых приводит к зарождению и развитию микро- и макротрещин. Практически все свойства металлов являются структурно-чувствительными, в частности структурные особенности и их изменения контролируют сопротивление разрушению. Поэтому изучение накопле-

ния структурной поврежденности и ее влияния на механические и эксплуатационные свойства различных металлов и сплавов было и остается актуальной задачей материаловедения и наук о прочности. При этом необходимо проводить исследования повреждаемости материала с учетом условий нагружения для установления связей между показателями изменчивости его характеристик и эксплуатационными факторами. Оценка влияния различных факторов (в том числе природно-климатических) на надеж-

ность и безопасность технических объектов, разработка различных методов неразрушающего контроля текущего состояния их материала имеют важное научно-прикладное значение [1–3].

Как известно, в большинстве случаев детали машин испытывают повторные и знакопеременные нагрузки, которые приводят к возникновению и развитию усталостной поврежденности. Применительно к автотехнике Севера и Арктики, во избежание перехода усталостных трещин к спонтанному распространению по механизму хрупкого разрушения, одним из основных требований к металлу является сохранение достаточного уровня хладостойкости в течение периода эксплуатации. Следует отметить, что для деталей автотранспорта, работающего в жестких природно-климатических условиях северных территорий, исследования процессов накопления усталостных повреждений (вплоть до критического уровня) и их влияния на сопротивление хрупкому разрушению практически отсутствуют.

К числу деталей, лимитирующих надёжность грузовых автомобилей, являющихся основным средством перевозки грузов в сложных транспортных условиях Якутии, входят элементы подвески [4, 5], изготавливаемые из рессорно-пружинных сталей. Цель данной работы — анализ особенностей структурной поврежденности, сформировавшейся в зоне предразрушения пружиннорессорной стали при воздействии нагрузок, характерных для дорожно-климатических условий Севера. В дальнейшем планируется провести оценку влияния вида и уровня выявленных повреждений материала на его сопротивление хрупкому разрушению.

Материалы и методы исследования

Известен факт расхождения результатов, получаемых при испытаниях образцов с имитацией поврежденности в лабораторных условиях, и свойств реальных элементов конструкций и деталей, находившихся в эксплуатации. В данной работе в качестве материала исследований использована пружинно-рессорная сталь после работы в дорожно-климатических условиях Якутии – металл разрушившегося стандартного коренного листа рессоры передней подвески грузового автомобиля КАМАЗ-44108, эксплуатировавшегося преимущественно в зимнее время. На момент разрушения рессоры пробег машины составил ≈ 100000 км, то есть поломка произошла на стадии, соответствующей нормальному износу рессор. Трещина распространилась возле переднего кронштейна поперек листа рессоры (размеры листа 1675×75×10 мм) на расстоянии ≈ 170 мм от переднего конца, разделив лист на длинный и короткий фрагменты.

Из длинного фрагмента были изготовлены три группы продольных образцов с различным уровнем поврежденности (исходя из того, что места крепления рессор к мосту и к раме считаются наиболее на-

груженными). Образцы, обозначенные как гр. 1, выполнены из промежуточного между линией излома и центром рессоры участка, в котором действовали напряжения, более низкие по сравнению с напряжениями в местах крепления. Образцы из металла центра рессоры в зоне ее фиксации стремянками к мосту были обозначены как гр. 2, из металла зоны предразрушения (у излома вблизи переднего крепления рессоры) – как гр. 3.

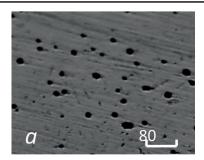
В настоящее время нет универсальных методов, позволяющих достаточно объективно и надежно оценить структурную поврежденность металла. В работе для изучения поврежденности были использованы такие показатели [6], как микротвердость (для описания микроповрежденности) и пористость (для описания мезоповрежденности). Присутствие пор (рис. 1, а), как характерного элемента структуры исследуемой стали, было подтверждено анализом металла аналогичной рессоры, эксплуатировавшийся в подвеске другого автомобиля КАМАЗ, и рессоры, не бывшей в эксплуатации. Поскольку в рассматриваемом случае невозможно дифференцировать начальную и внесенную эксплуатационным нагружением поврежденность, то образцы гр. 1 были приняты за условно исходные.

С целью минимизации влияния наклепа от разрезки и шлифования на точность замеров микротвердости микрошлифы подвергали трехкратной переполировке с травлением. Микротвердость H_{100} замеряли на приборе «ПМТ-3» при нагрузке на индентор 0,98 H (100 гс). Объем выборки для каждой зоны рессоры — около 1000 отпечатков. Статистический анализ проведен в программной среде EXCEL. Также для образцов всех трех групп рассчитывали коэффициент накопления структурной микроповрежденности $k_{\rm p}$ в соответствии с методикой, описанной в [7, 8] и использующей массив значений H_{100} .

Количество и суммарную площадь пор определяли на трех полях зрения площадью $2,0\times1,4$ мм каждое, наблюдаемых с помощью металлографического микроскопа «Neophot-32». По размерам поры условно были подразделены на мелкие (диаметр до 20 мкм) и крупные (диаметр наиболее крупных ≤ 40 мкм). Соответственно, объемные доли каждой группы пор обозначены как $V_{\rm M}$ и $V_{\rm K}$, а общая пористость как $V_{\rm обш}$.

Результаты исследования и их обсуждение

Микроструктура рессорно-пружинной стали. Поскольку в рессорах и пружинах не допускается остаточная деформация, важнейшее свойство сталей этой группы - высокое сопротивление малым пластическим деформациям. Необходимые показатели достигаются легированием кремнием и марганцем, влияющими на предел упругости, а также деформационным наклепом и термообработкой с мартенситным превращением и последующим отпуском. Исследованная кремнистая рессорно-пружинная сталь марки 60С2 (ГОСТ 14959-79) имеет следующий состав: Fe – 1,68 Si – 0,74 Mn – 0,63 C – 0,14 Cr – 0,09 Ni – 0,11 Cu, мас. %. Микроструктура стали представлена на рис. 1, б, и состоит из бейнита, мартенсита, феррита, небольших количеств остаточного аустенита.



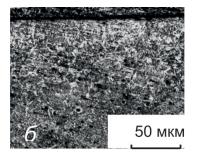


Рис. 1. Поры в металле рессоры (а) и его микроструктура (б)

Природа разрушения рессоры. При движении автомобиля в его подвесках возникают изменяющиеся в широком амплитудно-частотном диапазоне напряжения и зависящие прежде всего от микропрофиля дороги [9]. Листовые рессоры в основном испытывают циклическое нагружение изгибом, подвергаясь также растяжению, сжатию, кручению. Поэтому для рессор наиболее частым видом разрушения является усталостное; исследуемая рессора претерпела именно такое разрушение, что подтверждается характерными концентрическими линиями на ее изломе (рис. 2). Здесь необходимо отметить, что в силу высокой локальности процессов в вершинах усталостных трещин распространяющаяся трещина не могла оказать существенного влияния на уже сформированную поврежденность прилегающих объемов материала. Так, применительно к стали 60ГС2 результаты работы [10] показали, что влияние развивающейся усталостной трещины на структуру становится незаметным уже на расстоянии ~2,5 мм от поверхности излома. Этим подтверждается обоснованность определения образцов гр. 3 как образцов, соответствующих стадии предразрушения исследуемого материала.

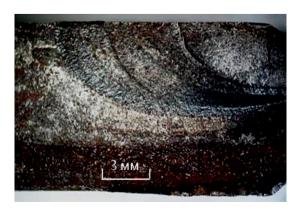


Рис. 2. Участок усталостного излома рессоры

О механизмах эксплуатационных повреждений пружинно-рессорных сталей. Выявление механизмов формирования повреждений в конструкционных материалах является одной из основных задач изучения развития и наступления в них предельных состояний. В данной работе, как отмечалось выше, были исследованы микроповреждения, отражаемые параметром микротвердости, и мезоскопические повреждения в виде пор. Явления и процессы, связанные с изменением микротвердости и развития пор, составляют предмет отдельных фундаментальных исследований и рассматриваются на стыке наук о металлах и прочности. Тем не менее следует подчеркнуть неразрывность их природы, базирующейся на протекании микродеформаций. Особенность их развития в рессорных сталях связана с уже упоминавшимся свойством высокого сопротивления малым пластическим деформациям. Это свойство должно исключить при работе рессор возникновение в металле неупругих явлений. Вместе с тем, даже на стадии упругого деформирования под влиянием длительно действующих напряжений, не превышающих предела текучести, в структуре металлов всегда возникает некоторая микроповрежденность [1, 11, 12]. По мере эксплуатации в «упругой области» достижение определенного уровня развития микроповрежденности переводит металл в область пластического деформирования, что сопровождается обычными явлениями деформационного упрочнения и последующего разупрочнения. В зависимости от стадии развития поврежденности образцы металла должны различаться количествами деформационно-упрочненных и деформационноразупрочненных кристаллитов, а также несплошностей в виде пор.

Коэффициент накопления поврежденности. Коэффициент k_p , предложенный в работах [7, 8], характеризует относитель-

ное увеличение плотности микроповрежденности материала при эксплуатации:

$$k_{p} = \frac{\sum_{i=1}^{m^{*}} a_{i}^{*} \cdot \frac{n_{i}^{*}}{N_{i}^{*}}}{\sum_{i=1}^{m} a_{i} \cdot \frac{n_{i}}{N_{i}}},$$

где n_i — число результатов, приходящихся на конкретный интервал микротвердости гистограммы для условно исходного состояния материала (в качестве которого был принят участок металла образцов гр. 1 с минимальной пористостью); N_i – полное число замеров при контроле микротвердости в условно исходном состоянии; n_i^* – число результатов, приходящихся на конкретный интервал микротвердости для трех групп образцов; N_{i}^{*} – полное число замеров при контроле микротвердости для трех групп образцов; i – номера интервалов микротвердости; m, m^* – число интервалов микротвердости, полученное на гистограммах, составленных для условно исходного состояния и для трех групп образцов; a_{i}, a_{i}^{*} – весовые коэффициенты, которые рассчитываются для каждого интервала микротвердости в пределах чисел интервалов m, m^* каждой гистограммы по формулам

$$a_i = 1 - (i-1)\frac{1,8}{m-1}$$
 для $i \le \frac{m+1}{2}$;

$$a_i = 1 - (m-i)\frac{1,8}{m-1}$$
 для $i > \frac{m+1}{2}$.

Характеристики поврежденности образцов. Вычисленные значения коэффициента $k_{\rm m}$ показаны в таблице. Там же приведены установленные характеристики пористости для всех трех групп образцов. Видно, что в образцах наблюдаются разные сочетания повреждений. Так, образцы гр. 1 из металла, в котором действовали более низкие напряжения по сравнению с напряжениями в двух других группах образцов, имеют промежуточные значения микротвердости и наименьшую объемную долю пор $V_{\text{общ}}$. Максимальные пористость и микротвердость выявляются в образцах гр. 2 (металл возле центрального крепления). Вблизи излома, то есть в образцах гр. 3, по объемной доле пористость мало отличается от пористости образцов гр. 1, микротвердость наиболее низкая.

Различия гистограмм, приведенных на рис. 3, указывают на разный уровень развития в образцах всех трех групп процессов упрочнения и разупрочнения металла. Для образцов гр. 1, несмотря на некоторую асимметрию гистограммы, не отвергается закон нормального распределения (при стандартном отклонении $s=265\,$ МПа значения H_{100}

укладываются в интервал \pm 3s). Распределения H_{100} металла гр. 2 и гр. 3 имеют большую дисперсию и асимметрию, причем в первом случае наблюдается смещение в сторону повышения микротвердости (процессы упрочнения не достигли насыщения, металл находится на стадии упрочнения), а во втором — в сторону снижения, то есть металл уже разуплотнен микроповреждениями.

Качественное изменение структурного состояния образцов третьей группы подтверждается изменением конфигурации гистограммы: вид гистограммы рис. 3, в, позволяет предполагать невыполнение закона Гаусса для выборки значений микротвердости металла в зоне предразрушения. Проверка статистической гипотезы нормального распределения по критерию \hat{c}^2 для эмпирического распределения дала значение $c^2 = 121$ при рассчитанном критическом значении $c^2_{\kappa p} = 16$, то есть $c^2 > c^2_{\kappa p}$; следовательно, гипотеза нормального распределения для микротвердости образцов гр. 3 действительно отвергается. Справедливо предположить, что физическими причинами отклонения закона распределения микроповрежденности от нормального в зоне предразрушения являются существенные изменения структуры, связанные с реализацией механизмов адаптации материала к воздействию внешних нагрузок. Авторы работы [10] при изучении усталостных изменений структуры стали 60ГС2 наблюдали разрушение структуры исходного пакетного мартенсита, а также мартенситное превращение остаточного аустенита (образовавшийся мартенсит, будучи концентратором напряжений, может стать источником микротрещин). Помимо изменений субструктуры и структурно-фазовых превращений, искажение закона распределения повреждений, очевидно, обусловлено нарушениями неразрывности материала в виде микропор [13, 14] (Как уже отмечалось, подробное выявление механизмов формирования повреждений в материалах является самостоятельной задачей).

Если рассматривать образцы гр. 2 и гр. 3 из металла зон наибольшей нагруженности рессоры, то видно (таблица и рис. 3), что при меньших значениях коэффициента накопления поврежденности $k_{\rm p}$ и объемной доли общей пористости $V_{\rm общ}$ разрушение произошло в зоне, характеризующейся:

- меньшим значением микротвердости (вследствие процессов разупрочнения);
- отклонением закона распределения микротвердости от нормального;
- значительным преобладанием количества мелких пор (на \approx 47%);
- существенно меньшим количеством крупных пор (на \approx 45%).

Коэффициент накопления микроповрежденности, средняя микротвердость
и характеристики пористости металла трех групп образцов

Параметр	Номер группы образцов						
	гр. 1	гр. 2	гр. 3				
$k_{_{\mathrm{p}}}$	1,89	2,07	1,95				
<i>H</i> ₁₀₀ , МПа	3720	3796	3590				
$V_{\text{общ}} = V_{\text{M}} + V_{\text{K}} / $ количество	1,8/1081	2,2 /1021	1,9 / 1348				
$V_{_{\rm M^2}}\%$ / количество	0,9 / 980	0,8 / 857	1,2 / 1258				
V_{κ_s} % / количество	0,9 / 101	1,4 / 164	0,7 / 90				

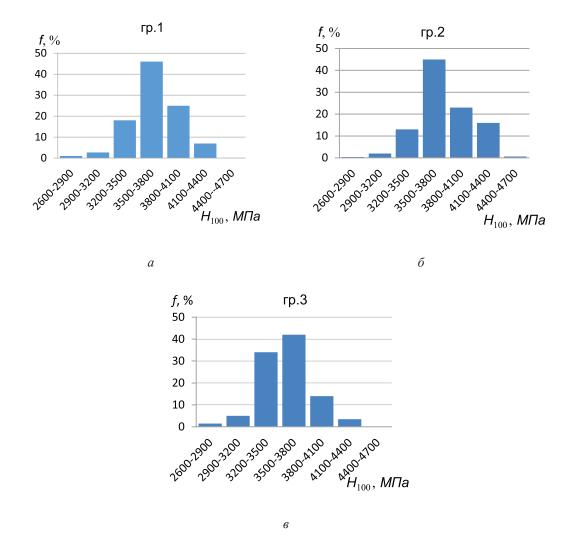


Рис. 3. Распределение микротвердости: а – образцы гр. 1; б – образцы гр. 2; в – образцы гр. 3

Отсюда следует, что множественные мелкие поры так же, как и субструктурное разупрочнение, вносят вклад в накопление рассеянной усталостной повреждённости и системное разрыхление исследуемой рессорно-пружинной стали, проявляющееся в изменении характера распределения пара-

метра микротвердости, на который влияют как особенности структуры, так наличие микронесплошностей.

Безусловно, что усталостная прочность определяется влиянием ряда факторов (частота нагружения, концентрация напряжений, асимметрия цикла, температура и т.д.);

тем не менее реализующиеся усталостные изменения структуры материалов по сути являются результатом интегрального воздействия этих факторов. Так, в рассматриваемом случае особенности возникших в массовой рессорно-пружинной стали 60С2 структурных дефектов объективно обусловлены в первую очередь влиянием дорожно-климатических факторов криолитозоны. Полученные данные по изменению микротвердости и ее распределения свидетельствуют о снижении возможности реализации пластических свойств материала в его локальных объемах, что должно приводить к потере общего запаса пластичности. В силу высокой вероятности внезапного хрупкого разрушения усталостно-поврежденного металла в этих условиях при случайном воздействии высоких динамических нагрузок, полученные результаты являются необходимой основой для последующего анализа влияния характера и уровня выявленной усталостной поврежденности на хрупкую прочность. Кроме того, представляет интерес изучение влияния особенностей пористой структуры на зарождение и развитие трещин. Поэтому далее планируется исследовать роль выявленных эксплуатационных микро- и мезоповреждений в сопротивлении стали 60С2 зарождению и развитию хрупкого разрушения при низких климатических температурах.

Выводы

- 1. Выявлено, что наступлению локальных предельных состояний и усталостному эксплуатационному разрушению массовой рессорно-пружинной стали 60С2 в условиях воздействия дорожно-климатических условий Севера предшествовало формирование системы объемных рассеянных повреждений структуры различного масштабного уровня от микроповреждений на уровне субструктуры до мезоповреждений в виде мелких и крупных пор размером от нескольких до ≈40 микрометров.
- 2. Результаты структурно-статистического анализа микротвердости и оценка пористости образцов исследованной пружинно-рессорной стали, подвергавшихся с разной интенсивностью действию дорожно-климатических нагрузок, показали, что зона предразрушения при промежуточных значениях коэффициента накопления микроповрежденности и объемной доли общей пористости характеризуется:
- меньшим значением микротвердости (вследствие процессов разупрочнения);
- отклонением закона распределения микротвердости от нормального;
- значительным преобладанием количества мелких пор;

- существенно меньшим количеством крупных пор.
- 3. При рассмотренных условиях эксплуатации сочетание субструктурных повреждений с множественными мелкими порами явилось критическим видом дефектности с более неблагоприятным влиянием на сопротивление исследуемого материала развитию усталостного разрушения по сравнению с фактором присутствия крупных пор.

Таким образом, для характеризации рассеянной поврежденности, накопленной в рессорно-пружинной стали при эксплуатации в условиях зоны холодного климата, наряду с применением параметра микротвердости необходим учет фактора пористости.

Результаты исследований могут быть использованы при развитии методов получения и обработки информации по структурной поврежденности материалов, при прогнозировании ресурса деталей автотехники, работающей в криолитозоне.

Список литературы

- 1. Ботвина Л.Р. Разрушение: кинетика, механизмы, общие закономерности. М.: Наука, 2008. 334 с.
- 2. Матвиенко Ю.Г. Моделирование и критерии разрушения в современных проблемах прочности, живучести и безопасности машин // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2014. № 3. C. 80–89.
- 3. Sangid M.D. The physics of fatigue crack initiation // Int. J. of Fatigue. $-\,2013.-V.\,57.-P.\,58-72.$
- 4. Ишков А.М., Кузьминов М.А., Зудов Г.Ю. Теория и практика надежности техники в условиях Севера / Отв. ред. В.П. Ларионов. Якутск: ЯФ ГУ «Изд-во СО РАН», 2004. 313 с.
- 5. Кузьмин В.Р., Ишков А.М. Прогнозирование хладостойкости конструкций и работоспособности техники на Севере. М.: Машиностроение, 1986. 304 с.
- 6. Волегов П.С., Грибов Д.С., Трусов П.В. Поврежденность и разрушение: обзор экспериментальных работ // Физическая мезомеханика. -2015. Т. 18, № 3. С. 11-24.
- 7. Зорин Е.Е. Разработка метода оперативной диагностики и прогнозирования остаточного ресурса, основанного на регистрации накопленной поврежденности металлом конструкции в процессе длительного нагружения // Изв. МГТУ «МАМИ». 2013. Т. 4, № 1(15). С. 142–148.
- 8. Зорин Е.Е., Зорин Н.Е. Оперативная диагностика на базе процесса микровдавливания механических характеристик сварных конструкций в процессе длительной эксплуатации // Сварка и Диагностика. 2009. № 5. С. 25–29.
- 9. Kim H.S., YimH.J., Kim.M. Computantional durability of body structure in prototype vehicles // Int. J. of automotive technology. -2002. N₂ 3 (4). P. 129–136.
- 10. Сучкова Е.Ю., Ивахин М.П., Громова А.В. и др. Анализ поверхности усталостного разрушения закаленной стали $60\Gamma C2$ // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2005. № 1. С. 68–69.
- 11.Одесский П.Д. О деградации свойств сталей для металлических конструкций // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. -2003. T. 69, № 610. C. 86-92.
- 12. Dodds R.H., Anderson T.L., Kirk M.T. A Framework to Correlate a/W Effects on Elastic-Plastic Fracture Toughness (Jc) // Int. J. of Fracture. 1991. Vol. 48. Is.1. P. 1–22.
- 13. Панин В.Е., Елсукова Т.Ф., Попкова Ю.Ф. Роль кривизны кристаллической структуры в образовании микропор и развитии трещин при усталостном разрушении технического титана // Доклады АН. 2013. Т. 453, № 2. С. 155–158.
- 14. Bhat S., Patibandla R. Metal Fatigue and Basic Theoretical Models: A Review. Alloy Steel Properties and Use, Dr. E.V. Morales (Ed.). INTECH Open Access Publisher. 2011. P. 203–236.

УДК 336.64

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА

¹Анопченко Т.Ю., ¹Чараева М.В., ²Евстафьева Е.М., ²Парада Е.В.

¹ΦΓΑΟУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: davidova@mail.ru, mvcharaeva@mail.ru; ²ΦΓБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», Ростов-на-Дону, e-mail: 2982232@mail.ru, hicrhodus@mail.ru

Актуальность исследуемой проблемы обусловлена необходимостью совершенствования инструментов формирования стратегии развития коммерческой организации в условиях нестабильной внешней среды. Целью статьи является разработка рекомендаций для совершенствования процедуры создания стратегии развития коммерческой организации на основе различных критериев и факторов, влияющих на деятельность предприятия. В ходе проведения исследования использовались теоретические методы (анализ; синтез; обобщение; конкретизация; метод аналогий); диагностические (метод задач и заданий); эмпирические (изучение нормативной документации и опыта российских предприятий по формированию собственных стратегий развития); экспериментальные (констатирующий, формирующий); методы статистики и графического изображения результатов. Выявлены проблемы, препятствующие реализации эффективной стратегии развития коммерческих предприятий, такие как ограниченность доступных внешних источников финансирования, недостаточное внимание менеджмента предприятия к контролю финансовых потоков, неготовность руководства внедрять инновационные методы или принципиально менять сложившуюся на предприятии организационную и финансовую архитектуру. Разработанные рекомендации будут способствовать подготовке и принятию эффективных управленческих решений по вопросам формирования стратегии развития отечественных предприятий.

Ключевые слова: стратегия развития, определение эффективности стратегии, сбалансированная система показателей

FORMATION OF THE DEVELOPMENT STRATEGY OF THE COMMERCIAL ORGANIZATION ON THE BASIS OF SET OF CRITERIA

¹Anopchenko T.Yu., ¹Charaeva M.V., ²Evstafeva E.M., ²Parada E.V.

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: davidova@mail.ru, mvcharaeva@mail.ru; ²Rostov State Economic University (RINH), Rostov-on-Don, e-mail: 2982232@mail.ru, hicrhodus@mail.ru

The relevance of the studied problem is caused by need of improvement of instruments of formation of the development strategy of the commercial organization in the conditions of the unstable external environment. The purpose of article is development of recommendations for improvement of the procedure of creation of the development strategy of the commercial organization on the basis of various criteria and factors influencing activity of the enterprise, during a research theoretical methods were used (the analysis; synthesis; generalization; specification; method of analogies); diagnostic (method of tasks and tasks); empirical (studying of standard documentation and experience of the Russian enterprises for formation of own development strategies); experimental (stating, forming); methods of statistics and graphic representation of results. The problems interfering implementation of the effective development strategy of the commercial enterprises such as limitation of available external sources of financing, insufficient attention of management of the enterprise to control of financial flows are revealed, unavailability of the management to introduce innovative methods or to essentially change the organizational and financial architecture which has developed at the enterprise. The developed recommendations will promote preparation and adoption of effective administrative decisions on formation of the development strategy of the domestic enterprises.

Keywords: development strategy, determination of efficiency of strategy, balanced system of indicators

Стратегия для предприятия — единственный способ выжить в условиях экономического роста. В условиях жесткой конкуренции и с активным приходом в регион иностранных предприятий перед фирмами встает необходимость планировать свою деятельность на долгосрочную перспективу. Стратегия компании, если она соотнесена с реальными действиями, позволяет понять, какие тактические шаги необходимо предпринимать для эффективного достижения целей.

Первоочередная задача, стоящая перед компаниями, ориентированными на долгосрочную перспективу, — собственно разработка стратегии. По сути, владельцы бизнеса и топ-менеджмент всегда придерживаются определенного пути развития, даже когда он документально не формализован. В его основе может быть развитие или сохранение тех результатов, которые уже достигнуты. Однако для того, чтобы увязать ожидаемые цели с текущей деятельностью, необходимы ресурсы, которых у компаний зачастую нет.

 Таблица 1

 Характеристика основных бизнес-стратегий коммерческих организаций

Классификационный признак	Типы стратегий		
Конкурентные стратегии по Юданову	Коммутантная стратегия		
	Патиентная стратегия		
	Экспрелентная стратегия		
	Виолентная стратегия		
Классификация стратегий по М. Ковени	Корпоративная стратегия		
	Стратегия бизнес-уровня		
	Функциональная стратегия		
Стратегии международного развития корпораций	Стратегия экспорта		
(по А. Томпсон – мл. и А. Стрикленд III)	Стратегия лицензирования		
	Стратегия франчайзинга		
Стратегии с учетом намечаемого роста фирмы	Стратегия низких издержек		
(по Портеру)	Стратегия дифференциации		
	Стратегия «ниши» (или стратегия фокусирования или узкой специализации)		
Стратегии на различных фазах жизненного цикла	Начальная выжидательная стратегия		
экономического субъекта	Стратегия роста – наступательная стратегия		
	Стратегия стабилизации		
	Стратегия выживания – оборонительная стратегия		
Корпоративная стратегия	«паттерн принятия решений, который определяет и раскрывает задачи и цели фирмы»		
Международные стратегии	Национальная стратегия.		
	Многонациональная стратегия		
	Стратегии глобализации		
Стратегии диверсификации	продвижение в другие отрасли путем покупки действующих компаний, слияний и поглощений		
Экономическая стратегия	товарная стратегия, стратегия ценообразования, стратегия взаимодействия фирмы с рынками производственных ресурсов и т.д.		
Антикризисные стратегии	Стратегии, оптимизирующие поведение корпораций в условиях спада в отрасли		
Стратегии изменений (по Торли и Уирдениусу, 1983)	Директивная стратегия		
	Стратегия, основанная на переговорах		
	Нормативная стратегия		
	Аналитическая стратегия		
	Стратегия, ориентированная на действие		

Нередко между собственниками и топменеджерами компании существуют разногласия по поводу содержания стратегии. Иногда первые откровенно мешают развитию организации. Найти общую цель, которая учитывала бы личные интересы всех сторон и самого бизнеса, — первостепенная задача специалиста, который будет заниматься разработкой стратегии развития компании.

После разработки стратегии возникает вопрос ее реализации. Здесь существует множество подходов, наиболее популярные из которых — стоимостное управление, процессное управление и сбалансированная система показателей. Если первые два в основном финансово ориентированы, то по-

следний позволяет полностью наладить систему стратегического управления — увязать стратегию с оперативной деятельностью сотрудников и контролировать степень ее достижения [1, с. 15].

Стратегия развития формируется для того, чтобы получить достоверное представление о вариантах и сценариях развития коммерческой организации, определить методы и инструменты, которые необходимо применять в процессе стратегического управления. Это позволит обеспечить определенную сбалансированность управленческих действий и будет способствовать грамотной разработке основных направлений развития компании в перспективе [5, с. 135].

Ta	аблица
Характеристика основных базовых стратегий в зависимости от жизненного ци	икла
развития коммерческой организации	

$N_{\underline{0}}$	Стратегия	Стадия цикла	Инструменты реализации
п/п			
1	Рост	Стадия роста (рост объемов	• проникновение на рынок;
		продаж и прибыли)	• развитие рынка;
			• разработка товара;
			• диверсификация.
2	Стабилизация	Стадия нестабильности (паде-	• экономия;
		ние объемов продаж и прибыли)	• структурная перестройка.
3	Выживание	Стадия выживания	• перестройка всех сфер деятельности (марке-
		(угроза банкротства)	тинг, финансовое производство, управление)

Характеристика основных бизнес-стратегий коммерческих организаций представлена в табл. 1 [2, с. 55].

При этом базовую стратегию развития менеджмент предприятия выбирает в зависимости от того, на какой стадии жизненного цикла находится компания – «зарождение / становление» - «развитие / зрелость» -«упадок / ликвидация». В табл. 2 представлены основные стратегии, соответствующие им стадии жизненного цикла, а также те инструменты реализации стратегии, которые используются на каждом соответствующем этапе.

Выбор стратегии также находится под влиянием достаточно большого количества

- вида бизнеса и специфики отрасли, в которой работает организация;
 - экономической конъюнктуры;
- менталитета руководства компании и тех целей, которые оно ставит для своей организации;
 - уровня всех видов рисков;
- внутренней структуры организации, ее сильных и слабых сторон;
- достаточности финансовых ресурсов для развития и т.д.

Комплекс мероприятий для реализации выбранной стратегии разрабатывается с опорой на различные виды информационного обеспечения, а качество самой информации будет непосредственно влиять на степень эффективности реализуемой стратегии [3, с. 1600]. Ключевые характеристики эффективной стратегии коммерческой организации включают в себя следующие направления: алгоритм осуществления стратегии, ее соответствия внешней среде, реальность реализации стратегии, степень соответствия стратегии интересам стейкхолдеров, наличие в стратегии преимуществ по сравнению со стратегиями, реализуемыми конкурентами.

Оценку эффективности стратегии развития на основе данных стратегического учета можно производить с помощью системы сбалансированных показателей, а также с помощью системы производных балансовых отчетов. BSC позволяет перевести стратегические цели компании на операционный уровень, понять, как отдельные подразделения, проекты и сотрудники влияют на достижение поставленных целей. Когда в хорошо организованную компанию встраивают точно разработанную систему показателей, измеряющих ее деятельность, работы эффективность увеличивается в среднем на 10-20°%.

Основа любой BSC – четко определенная стратегия компании. Если она выбрана неправильно или набор показателей, ее определяющих не точен, результата не будет. В современных условиях компании ежедневно собирают и анализируют огромные объемы информации. Но в BSC должны войти только важнейшие приоритетные показатели, напрямую завязанные на достижение цели. Иначе произойдет «перегрев», система не сможет продуктивно работать. Еще одна существенная ошибка - недопущение менеджеров среднего звена к разработке BSC. Успешная реализация стратегии основана именно на учете и согласовании интересов всех направлений деятельности компании.

К особенностям внедрения сбалансированной системы показателей для оценки эффективности стратегии можно отнести то, что сначала разрабатываются стратегические карты - строится миссия компании, выделяются цели. К ним добавляются релевантные показатели эффективности, методика расчета, и каждый из них закрепляется за подразделениями. Обязательно должны присутствовать мотивация и контроль сотрудников, иначе система будет безжизненной. Глубина детализации показателей зависит от внутренней культуры предприятия, тщательности делового оборота.

Непосредственно при внедрении стратегии возникает вопрос оптимизации производственных работ. Очень часто в процессе реализации проекта возникают проблемы неэффективного использования инструментов, которые не позволяют быстро получить результат. Даже если он и достигается быстро, очень много усилий тратится на форматирование, взаимоувязывание различных аспектов информации. Как результат – затягивание сроков, удорожание результата, ошибки формализации и коррекции в процессе описания ситуации, выводов и решений, низкий уровень тиражированности и доступности результата для сотрудников предприятия. В данном случае помогают различные программные проекты, которые позволяют связать логику всего предприятия в различных аспектах.

Для успешного внедрения стратегии и его контроля на каждом этапе недостаточно использовать только универсальные системы, общие для всех. Необходимо учитывать внутренние особенности компаний, такие как жизненный цикл ее развития, и человеческий фактор. Изменения в первую очередь коснутся людей - именно им работать с новой или значительно преобразованной моделью бизнеса и вести компанию к достижению долгосрочной цели. По убеждению многих экспертов, работающих в консалтинговых агентствах и занимающихся проблемами разработки стратегии развития для коммерческих предприятий, основная причина низкой эффективности внедрения в том, что при этом не учитыфундаментальные особенности мышления при моделировании программы изменений. Часто само руководство предприятия сопротивляется происходящему, потому что у них есть определенные страхи перед изменениями, а специалист внедряет систему, основанную лишь на объективных законах и документообороте. Любые серьезные инициативы по изменениям конфликтуют с текущей системой управления, а у специалистов по разработке стратегии, особенно если это внешние, наемные консультанты, часто нет методики адаптации нововведений и постепенной замены одной системы на другую. Следствие - впечатляющее число незаконченных проектов. Однако не всегда это говорит о некомпетентности специалиста. В практике количество проектов, не доведенных до конца с первого раза, весьма значительно, однако со второго или третьего они не только оказываются успешными – на порядок растет их результативность.

При внедрении стратегии на предприятии необходимо быть готовым к ее постоянным доработкам и даже серьезным изменениям. Это является объективным фактором,

потому что на начало работы информации никогда не хватает — она и не может появиться до тех пор, пока не была начата реализация проекта. Более того, отсутствие изменений говорит о том, что вовремя не были внесены изменения в те процессы, которые нуждались в корректировке.

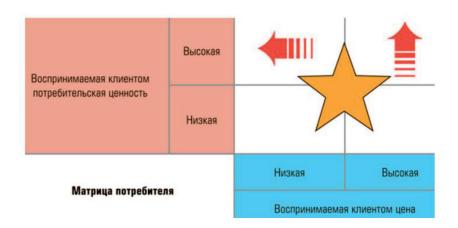
Другой принципиальный момент – объективная невозможность реализовать стратегическое мероприятие собственными силами компании, так как у квалифицированного работника, который выполняет должностную инструкцию, просто может не быть времени на участие в проектной деятельности. Поэтому возможный компромисс здесь – сокращать число обязанностей или растягивать сроки реализации стратегии.

Посткризисная стратегия предприятия, разработка которой становится актуальной в настоящее время для большой части отечественных предприятий, должна подразумевать разработку путей устойчивого развития, которое можно измерить и оценить с помощью такого показателя, как свободный денежный поток - если он демонстрирует рост, то стратегия выполняет свои функции. Фундаментальной стоимости компании присущи долгосрочные перспективы роста, в том случае, если можно наблюдать те признаки, которые дают компании явные конкурентные преимущества. В качестве таких признаков можно назвать знания, ключевые компетенции, способности или стратегические активы.

С точки зрения образования активов при формировании стратегии компании можно назвать четыре этапа:

- определение стратегических активов, имеющихся в распоряжении организации;
 - определение рынка сбыта продукции;
- определение активов, которые понадобятся для выстраивания успешной конкурентной борьбы на новых рынках;
- определение финансовых средств, необходимых для приобретения и развития требуемых ресурсов.

Отправная точка при определении стратегических активов – выяснение факторов, за счет которых бизнес добивается положительных результатов. Сделать это можно, только понимая, как клиенты принимают решение о покупке. Единственный способ получить достоверную информацию об этом – диалог с ними. Это может быть сделано посредством профессионально организованных фокус-групп, при помощи которых можно узнать о восприятии и мотивации клиентов, а также через обычные взаимодействия.



Матрица потребителя [4, с. 44]

Процедуры, в которых компания регулярно контактирует с клиентами, могут использоваться, чтобы получить представление, как выглядят организация и ее конкуренты в глазах потребителя. Такой метод, как правило, эффективен при продажах корпоративным клиентам. Стоит отметить, что подобная разведка может проводиться на низких уровнях организации. Следовательно, процесс формулировки конкурентной стратегии может потребовать вовлеченности операционного, торгового, обслуживающего персонала, потому что запрашиваемая информация может находиться именно на этих уровнях, а не на уровне высшего руководства.

Чтобы получить заказ, фирма должна предложить продукт, который станет лучшим альтернативным предложением, с оптимальным соотношением цены и качества. Выбор покупателями будет осуществляться на основе разницы между ценой, которую они готовы отдать за продукт, и наименьшей существующей на рынке ценой. Эта разница называется потребительским излишком, который позволяет оценить соотношение «цена – качество». Для оценки излишка потребителя строится матрица потребителя (рисунок), которая используется и для оценки стратегий конкурентов, и для оценки потребительской ценности продукта, выступая тем самым в роли аналитического инструмента.

В случае снижения цены на товар конкуренты в случае необходимости могут подражать этой стратегии скачкообразно и достаточно интенсивно. Вторая основная стратегия, обозначенная в матрице потребителя, – движение на север, то есть обретение преимущества с помощью добавления воспринимаемой потребительской ценно-

сти по той же самой цене, что и конкуренты. Проводя мониторинг потребностей клиента и его восприятия продукта, компании могут выявить, что является для потребителя наиболее ценным в продуктах и услугах, а что требует изменения для того, чтобы повысить воспринимаемую потребительскую пенность.

Как и в случае со стратегией снижения цены, ключевой вопрос, стоящий перед фирмой, которая намерена добиться увеличения воспринимаемой потребительской ценности, – легкость, с которой конкуренты могут состязаться при движении на север. Поскольку фирма направляется на север, увеличивая спрос скорее, чем ее конкуренты, это должно быть сопряжено с увеличением ее доли рынка. Продолжительность этих процессов будет зависеть от того, насколько легко растет воспринимаемая потребительская ценность по сравнению с конкурентами. Поскольку на рынке непрерывно происходит конкурентная борьба, всегда будут лидер и те, кто идет за ним, вследствие чего средний уровень потребительской ценности все растет и растет. Вследствие этого в большинстве отраслей промышленности минимально приемлемые стандарты постоянно стремятся вверх. Например, антиблокировочная тормозная система и подушки безопасности - комплектующие автомобилей, которые однажды были применены в машинах класса «премиум», теперь стали обязательным атрибутом массовых моделей. Данные активы, ранее дававшие конкурентное преимущество, на сегодняшний день – активы входа.

Если компания предлагает более высокую воспринимаемую потребительскую ценность, но требует при этом и большую цену за нее, то этот продукт перемещается

в северо-восточную часть матрицы. Успех такой стратегии зависит от наличия группы покупателей, готовых больше платить за более высокую ценность товара, а также от легкости, с которой ВПЦ могут быть преодолены конкурентами. Еще одно замечание, которое следует сделать, – при движении на северо-восток фирма может переместиться в новый сегмент рынка, где уже существуют свой лидер, свои планки и своя целевая аудитория, возможно, с другими характеристиками. Поэтому продвижение в этом направлении может быть достаточно рискованным.

При выборе восточного направления растет цена, но ВПЦ остается неизменной, и подобная стратегия поведения может преуспеть, если конкуренты последуют этому примеру, в результате чего будет увеличена доходность. В противном случае доля компании на рынке упадет.

Движение на юго-запад снижает цену и ВПЦ, что может привести к перемещению фирмы в новый сегмент рынка, чреватому новыми рисками. Единственное направление, которое гарантированно обеспечит увеличение доли рынка, - северо-западное: увеличение потребительской ценности и сокращение затрат. Компания должна обладать низкими производственными издержками и должна быть в состоянии работать быстрее, чем конкуренты. Однако, как правило, конкурирующая фирма будет идти на север, первоначально увеличивая ВПЦ, а затем, когда другие станут подражать этой стратегии, начнет движение на запад, понижая цену. Преимущества, полученные при движении на север, могут позволить снизить производственные издержки за счет достижения эффекта масштаба, в результате чего уменьшение цен и станет возможным. Так, стратегия перемещения в северо-западную часть матрицы может быть выполнена при смещении сначала на север, а потом на запад.

Движения в матрице потребителя определены изменениями в восприятии клиентом цены и потребительской ценности товара и услуги. Изменения положения продуктов в матрице могут произойти, даже когда фирма ничего не предпринимает. Это возможно, если конкурент перемещает свой продукт на север, увеличивая ВПЦ: его действия вызывают эффект подталкивания продуктов конкурирующих фирм на юг в восприятии потребителя.

При разработке стратегии развития, очень большое внимание необходимо уделять финансовой стратегии, так как отсутствие грамотно построенной системы управления и контроля за финансовыми

потоками может легко погубить любое начинание. По мнению экспертов, формирование финансовой модели бизнеса должно начинаться тогда же, когда возникает сама его идея — это существенно снизит степень нереализуемости проектов.

Если у предприятия отсутствует финансовая модель развития, то рост, даже если и случится, с серьёзной долей вероятности не только будет неустойчивым, но и может привести компанию к краху. Поэтому финансовая модель, ориентированная на развитие, и грамотно построенный учёт — насущная необходимость для любого бизнеса, если он собирается просуществовать какойто значимый срок.

Выживание предприятий напрямую зависит от наличия в компании стратегии развития и контроля за достижением поставленных целей. Часто, особенно в сегменте малого и среднего бизнеса, встречаются предприниматели, которые просто погрузились в бизнес и работают, не имея чёткой концепции развития, не понимая, к чему хотят прийти. Весь их план действий заключается в их чутье, он формируется по мере движения и нигде не зафиксирован. На этапе становления бизнеса все отношения внутри компании базируются на доверии – нет жёстких планов, нет контроля выполнения задач, в том числе и потому, что нет видения конца пути. Для многих этот этап становится и концом пути - они останавливаются в развитии и не перерастают в более крупные предприятия. Те же предприниматели, которые понимают, что стратегия необходима, распространяют её внутри компании, на своих сотрудников, а потом уже выражают на бумаге чёткие инструкции, списки задач и конкретные точки контроля – у них есть будущее, и они, как правило, вырастают сначала в малые, а затем и в средние компании.

Кроме того, для успешного развития мало понимания того, что финансовая модель и оперативный контроль нужны [6, с. 24]. Важным вопросом является и выбор инструментов финансирования роста. С одной стороны, сейчас становятся всё более доступны банковские кредиты: финансовая доступность на самом деле повысилась, и сейчас процентные ставки для бизнеса даже ниже, чем в докризисный период. Дело в том, что на фоне шока 2014–2015 гг. банки снизили свою коммерческую активность и занимались привлечением денег в депозиты в надежде сформировать «подушку ликвидности» на случай ещё больших потрясений. Однако потрясений не произошло, а подушка осталась, и сейчас она стала бременем для банков: средства ведь привлекаются на заёмной основе, и эту «подушку» надо обслуживать, поэтому банки занялись активным поиском предпринимателей, которые выжили и сохранили интерес и волю к развитию.

Но с другой стороны, не все банкиры настроены по отношению к кредитам оптимистично. Даже если речь идёт об инвестиционном кредитовании, без которого обойтись при реализации проектов по масштабированию бизнеса сложно, специалисты советуют максимально широко вписывать

или возобновления роста в посткризисный период, представляется необходимой разработка для каждой из категории предприятий стратегии, учитывающей в качестве основного критерия его стадию жизненного цикла, причем, по нашему мнению, необходимо совместное применение сразу нескольких взаимодополняющих стратегий, которые позволят предприятию выйти на прежние темпы роста и успешно конкурировать на рынке. Для этого нами была разработана матрица стратегий, которая приведена в табл. 3.

 Таблица 3

 Стратегии развития для коммерческих организаций в посткризисный период

Стадия жизненного	Стратегия	
цикла	с учетом жизненного цикла	дополнительные стратегии
Рост	Стратегия дифференциации	Стратегия диверсификации
	или лидерства по издержкам	
Стабилизация	Стратегия дифференциации	Стратегия диверсификации
	в сочетании со стратегией «ниши»	или стратегия сокращения
Выживание	Стратегия низких издержек	Стратегия сокращения в сочетании
	или стратегия «ниши»	с антикризисной стратегией

в финансовую модель развития некредитные инструменты, так как банковская процентная ставка по кредиту в любом случае — один из самых дорогих составляющих при обслуживании проектов по развитию — если говорить об инвестиционном кредитовании. Использование инструментов другого рода: банковских гарантий, аккредитивных форм расчёта, любых отсрочек платежа поставщикам — всё это поможет снизить ваши риски при осуществлении проекта с точки зрения банка.

Таким образом, если предприятие собирается занять уверенные позиции на рынке, его внимание должно быть сосредоточено на будущем этого сегмента. Рынки постоянно развиваются: изменяются потребности клиентов, конкуренты улучшают свои позиции, новые фирмы выходят на рынок. Задача менеджеров – сформировать представление о возможном характере и направленности изменений в каждом из своих сегментов рынка, определить собственные стратегические активы, стратегические активы конкурентов, а также определить финансовые ресурсы, с помощью которых будет происходить развитие компании. На основе полученных знаний и опыта представляется возможным определение точек возникновения конкурентных преимуществ, которые и могут стать фундаментом будущей стратегии.

В период, когда перед отечественными предприятиями стоит задача выживания

Так, в период роста предприятию следует сосредоточиться на завоевании новых рынков, так как, если компания достаточно сильная и демонстрирует рост даже не в очень благоприятной экономической обстановке, у нее есть неплохие шансы отвоевать долю рынка у своих конкурентов и занять лидирующие позиции, поэтому самыми подходящими в этот период для нее будут стратегия лидерства по издержкам (в том числе предприятие может проводить в рамках нее демпинговую политику на рынке), а также стратегии дифференциации и диверсификации, позволяющие вести бизнес по многим направлениям и найти для себя новые рынки сбыта и новые источники капитала.

В период стабилизации предприятие в зависимости от своего финансового состояния может либо осуществлять процессы диверсификации, либо сосредоточиться исключительно на своей нише и сориентировать свою деятельность на предоставлении большей пользы потребителям путем предложения товаров высокого качества с высоким уровнем сопутствующих услуг по оправданно высоким ценам. В случае нестабильного финансового состояния есть смысл воспользоваться стратегией сокращения, которая позволит минимизировать риски предприятия.

Если речь идет о выживании, то предприятию необходимо сочетать нишевую

стратегию со стратегией низких издержек, что позволит сделать продукт для потребителя наиболее привлекательным (особенно для тех товаров, где спрос является эластичным), а также разрабатывать антикризисные стратегии, которые, возможно, будут предполагать стратегию сокращения в случае дефицита у предприятия финансовых ресурсов.

Список литературы

- 1. Державец Р. На сто шагов вперед // Эксперт-Сибирь. 2008. № 17–18. С. 13–19.
- 2. Евстафьева Е.М. Теория и методология формирования учетно-аналитического обеспечения управления соб-

- ственным капиталом коммерческих организаций / дис. ... докт. экон. наук по специальности 08.00.12. Бухгалтерский учет, статистика. 2012 г.
- 3. Комплексный подход к исследованию сущности, принципов и методов финансового планирования на предприятиях в экономической системе / Л.И. Юзвович, Е.А. Юдина // Фундаментальные исследования. -2014. -№ 9-7. -C. 1596-1601.
- 4. Коростылева И. Рыночный передел // $D^{,}-2010.-N_{2}$ 3. С. 43–52.
- 5. Корпоративные финансовые решения. Эмпирический анализ российских компаний (корпоративные финансовые решения на развивающихся рынках капитала): Монография / Под ред. Ивашковской И.В. М.: ИНФРА-М, 2013. 281 с.
- 6. Чумичев А. Почему финансовая модель снижает смертность бизнеса // Эксперт-Юг. 2017. № 5. С. 23–28.

УДК 339.92:314

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ РЫНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИЙ НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Ахметов Т.Р.

Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра Российской академии наук, Уфа, e-mail: leo2929@yandex.ru

Статья раскрывает механизмы работы рынка интеллектуальной собственности в зависимости от модели экономики: англосаксонская, континентальная, азиатско-тихоокеанского региона (АТР), Показывая роль каждого его участника, особенности функционирования и взаимодействия элементов, составляющих единое целое системы формирования национальных рынков интеллектуальной собственности. Установлены причинно-следственные связи работы рынков в зависимости от модели и особенности работы НИС – продвигающих национальные интересы, через достижение технологической независимости и обеспечивая, таким образом, конкурентоспособность национальной экономики. Описывается отечественная модель рынка интеллектуальной собственности, дана её чёткая характеристика и определение ряда группы стран, к которой её относят специалисты в области исследований инновационной тематики. Даны направления совершенствования инфраструктуры рынка интеллектуальной собственности и инновационной сферы России. В диагностике рынка интеллектуальной собственности и особую роль приобретает государственная поддержка инноваций, диагностика рынка включает анализ этой поддержки.

Ключевые слова: инновации, эволюция, национальная инновационная система (НИС), эволюционная модель с инновационной доминантой, цикл идеи, цикл продукта, цикл инновации, модели поддержки рынка интеллектуальной собственности

CONCEPTUAL FRAMEWORK AND MODELS TO SUPPORT THE MARKET OF INTELLECTUAL PROPERTY AND INNOVATION AT THE NATIONAL LEVEL

Akhmetov T.R.

Institute of socio-ekonomicheskih research, Ufa scientific center, Russian Academy of Sciences, Ufa, e-mail: docant73@mail.ru

The article reveals the mechanisms of the market of intellectual property, depending on the model of the economy: the Anglo-Saxon, continental, Asia Pacific. Revealing the mechanisms of the market, the role of each participant, features of functioning and interaction of elements that make up a whole system of formation of national markets intellectual property. Established causality in the markets, depending on the model and features of the NIS – promote national interests through the achievement of technological independence and ensuring, thus, the competitiveness of the national economy. Describes the domestic market model of intellectual property, given its precise characterization and determination of several groups of countries to which it will assign experts in the field of innovation studies topics. This direction of improving the infrastructure of the market of intellectual property and innovation sphere in Russia. In the diagnosis of the intellectual property market, the special role of public innovation support, diagnostics market includes an analysis of this support.

Keywords: innovation, evolution, national innovation system (NIS), evolutionary model of innovation dominance, the cycle of ideas, the product cycle, the cycle of innovation support models market that intellectual property

Основной оборот ОИС в мире осуществляется через торговлю акциями высокотехнологичных компаний на фондовых рынках, в частности NASDAC, более 85%. Из 11 тыс. регистрируемых патентов и изобретений только в одном из американских патентных бюро до реального воплощения доходят 3 [1], рынок патентов большой, а реальный выход на практику мал. Тем не менее поддержка рынка ОИС заключается в создании условий и поддержке научнообразовательной и инновационной сферы. Выделяется четыре подхода государственной поддержки развития рынка интеллектуальной собственности: англосаксонский (страны глобального центра), континентальный подход (европейская модель), региона ATP (страны абсорбенты существующих технологий), развивающихся стран (периферийные страны).

Англосаксонская модель (глобального центра) включает в себя страны и объединения, такие как США, ЕС, Канада, Израиль, предполагает наличие развитых фондовых рынков и постоянно растущий спрос на новшества, появление новшеств само по себе становится поводом для вложения в них средств частного и государственного капиталов [2]. Важнейший вид таких вложений, выпуск ценных бумаг малых инновационных предприятий, которые начинают выходить на рынок с предложением готового продукта, имеют патент и самостоятельны [3]. Такие предприятия первоначально создаются в ис-

следовательских центрах или специальных свободных зонах при университетах, и прежде чем обрести юридическое оформление самого предприятия, происходит оформление исключительных прав. Университеты и исследовательские центры иногда участвуют в доле таких патентов, получая выплаты от использования изобретения в промышленности. Ценные бумаги таких предприятий ожидаемы фондовыми и финансовыми рынками, создаётся ажиотажный спрос или даже завышенные ожидания рынка на интеллектуальную собственность [4, 5]. В центре внимания оказывается владелец исключительного права, он выступает как «шоумен» – рекламный агент своей собственности, и общество отвечает спросом на ценные бумаги его предприятия. Чем дольше предприятие находится под защитой университета или исследовательского центра, тем больше возможностей популяризации изобретения и выше цена акций предприятия [6].

Эта модель предполагает значительный государственный заказ на рынке интеллектуальной собственности, государством финансируются исследования как военного, так и гражданского назначения. Государство выступает одним из основных финансовых агентов, обеспечивая стабильный спрос на патенты и изобретения, особенно в периоды рецессии экономик. В 2000 г. доля государственных ассигнований составляла 3–5% от ВВП, в 2013 г. – 7–11% [7, 1].

Данная модель предполагает широкое международное участие в научных разработках и втягивание, таким образом, в круг своих интересов учёных всего мира. Абсорбировав патентоспособные исследования, доводят их до коммерческого использования уже у себя. Работа учёных, благодаря этому, становится коммерчески выгодной и полезной, а значит, востребованной рынком стран глобального центра. В модели необходимо отметить роль частных фондов и корпоративных агентов, осуществляющих совместное с государством финансирование исследований по всему миру [8].

Результатом становится выпуск акций компании на фондовые рынки, принадлежащей инвесторам, изобретателям-исследователям, университетам и исследовательским центрам, бизнес-инкубаторам, государству и т.д. Все риски, связанные с реализацией проекта развития продукта, ложатся на приобретателей акций этой компании, чем лучше рекламная акция в выпуске IPO, тем ниже риски инновационной системы получить убыток. Другими словами, чем лучше сработают СМИ в рекламировании новых акций высокотехнологичной компании, тем меньше потери всех прежних участников, реализовавших проект создания новации.

Континентальная модель ся чётким целеполаганием исследований, разрабатываются крупные перспективные направления исследований. Эти исследования передаются крупной промышленной агломерации на внедрение и ведение патентной работы. Модель предполагает непосредственное участие государства в финансировании науки и инноваций, крупная промышленность обеспечивает стабильный спрос на результаты научно-исследовательских работ, является гарантом стабильности в научно-образовательной сфере, развивает сотрудничество с академической наукой, постоянно создавая новые исследовательские институты отраслевой науки.

Такой подход характеризуется глубокой переработкой уже имеющихся у других стран научно-технических достижений, чем и объясняется структура такой национальной модели: крупные академические институты (носители фундаментальных знаний) на пике пирамиды, университеты и институты (решающие крупные отраслевые задачи) – средний уровень пирамиды, отраслевые институты, лаборатории и университетские центры, бизнес-икубаторы и инжиниринговые центры в основании пирамиды, более гибко и целенаправленно решающие прикладные задачи. В целом модель носит догоняющий характер, её придерживаются страны северной Европы, ФРГ, до недавнего времени Россия, некоторые страны бывшего СЭВ, но в результате реформ на постсоветском пространстве её дефрагментировали и привели в нерабочее состояние. Дезинтеграция национальных академий и отраслевой науки, закрытие университетских исследовательских центров и лабораторий в 1990-е гг. породили кризис инновационных систем, науки и образования. Произошёл массовый переход стран советского лагеря в ранг стран глобальной периферии. Страны – приверженцы континентальной модели не только не утратили отраслевую и академическую науку, но и значительно усилили её, добавив элементы англосаксонской модели. Развивая инновационные пояса (технопарков, бизнес-инкубаторов, научных парков) вокруг научно-образовательных учреждений, давая частной инициативе, благодаря многочисленным льготам и преференциям, реализовать на практике достижения науки уже по самому широкому спектру исследований и сделав заказ рынка на исследования основой «новой континентальной европейской модели». Примеры Швеции, Финляндии, Дании и ещё целого ряда североевропейских стран показывают трансформацию континентальной модели в зависимости от нахождения специализации страны.

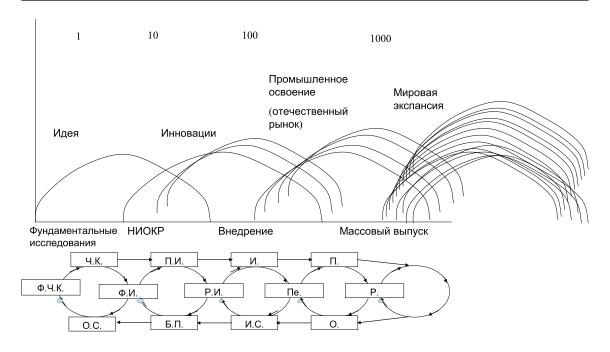


Рис. 1. Модель позитивной трансформации общественных отношений страны и её ТСЭС: Ф.Ч.К. – формирование высоких качеств человеческого капитала; Ч.К. – реализация высоких качеств человеческого капитала; О.С. – формирование новой картины мира и ожиданий социума; Ф.И. – формирование дефицитных факторов и осуществление фундаментальных исследований; П.И. – применение дефицитных факторов высшего порядка через прикладные исследования; Р.И. – маркетинг применения факторов высшего порядка и рыночные исследования; Б.П. – формирование картины мира будущего и будущих потребностей; И. – применение новаций в практической деятельности и инновации; Пе. – потребление результатов применения новаций; И.С. – результаты изменения на рынках потребления от появления новации и последующее изменение спроса; П. – начало применения новации в промышленных масштабах и производство новой продукции; Р. – масштабная экспансия нового продукта на мировые рынки; О. – активный обмен новшества на эквиваленты стоимости и обмен

Модель региона мировой экономики АТР (классическая догоняющая модель) реализована через сеть университетов и исследовательских центров, но концентрируется на улучшении уже существующих технологий и изобретений. Исследовательский центр университета создаётся вокруг ТНК, и его исследования направлены на технологическое развитие корпорации. В такой модели все исключительные права принадлежат корпорации, и рынок патентов и изобретений является обменом между корпорациями. Очень часто какое-либо подразделение корпорации становится частью другой корпорации с переходом исключительного права. Государство, финансируя разработки и исследования во всех исследовательских центрах и университетах, развивает технологии, которые будут доминировать в будущем, подталкивая не просто к улучшению уже используемого в практической деятельности корпорации, а к технологическому развитию и независимости в будущем [9, 10]. Иными словами, главным инноватором является государство, которое за свой счет заботится о своих корпорациях, обеспечивая так же и государственный заказ на исследования прорывного характера [11]. Государство устанавливает завышенные требования к качеству промышленной продукции и само же финансирует доводку и доработку продукции до соответствия своим же стандартам.

Корпоративный сектор прикладывает значительные финансовые усилия для привлечения зарубежных учёных в разработки приоритетного для корпорации характера и закупает зарубежные патенты, в том числе для их доработки и улучшения, патентной очистки путём значительного совершенствования. Такие приёмы в деловом обороте на рынке интеллектуальной собственности присущи и англосаксонской модели.

Модель развивающихся стран (периферийная модель) характеризуется большим

объёмом устаревающих завозимых технологий и расширяющимся на их основе серийным производством без доработок и совершенствования. Государственный сектор постоянно сокращает объёмы финансирования на науку, образование и исследования прикладного характера. Отечественные исследователи стремятся реализоваться в моделях описанных выше (утечка мозгов), в основном участвуют в международных проектах и грантах. Условия работы исследователей неконкурентоспособны, научные исследования приобретают непостоянный, разовый характер, изобретатели стремятся вывезти из страны своё изобретение и патентовать его не на родине. Отечественный бизнес враждебен к новациям, инновационная культура отсутствует в деловых кругах, преобладает сырьевой экспорт и импорт готовой продукции. Представители первых двух моделей, описанных выше, даже не стремятся патентовать свои изобретения для рынка развивающихся стран, уверены в коммерческой бесполезности даже копирования своих изобретений, на рынке действуют заниженные ГОСТы и стандарты.

Таким образом, необходимо представить следующие результаты исследования:

1. Сформулирована новая категория – качество инновационного роста – позитивная трансформация общественных отношений, изменяющая рынки на основе нематериальных активов (НМА) резидентов страны и её территориальных социально-экономических систем (ТСЭС), приводящее к развитию инновационной подсистемы страны и территории (к.э.н. Ахметов Т.Р.).

В зависимости от степени глобальных вызовов качество инновационного роста может трансформироваться от понятия скорости разрушения рынков инновационной подсистемой территориальной социально-экономической системы реализующей НМА своих резидентов, в случае сильного внешнего воздействия, до эффективности разрушения рынков инновационной подсистемой страны и ТСЭС на основе реализации НМА его резидентов, среднее воздействие, и эффективного взаимодействия элементов инновационной подсистемы ТСЭС разрушающее рынки и ускоряющее амортизацию НМА её резидентов, слабо-среднее внешнее воздействие.

Периферийный тип экономики РФ

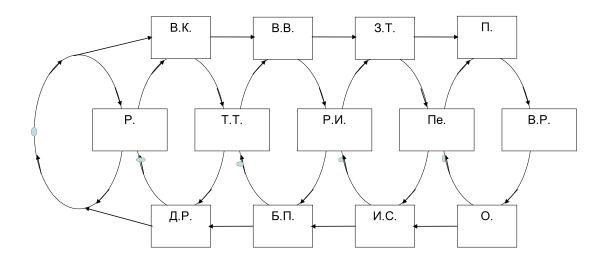


Рис. 2. Закрепившаяся периферийная модель экономики России: В.К. – ввоз зарубежных новшеств и капитала; Т.Т. – передача технологий производства; Д.Р. – трансформация внутреннего рынка под интересы зарубежных компаний; В.В. – формирование новых элит под интересы иностранных ТНК; Р.И. – исследования внутреннего рынка для развития бизнеса иностранных ТНК; Б.П. – формирование спроса и потребительского поведения; З.Т. – доминирование импортных технологий и их распространение; Пе – расширение потребления; И.С. – рыночные исследования спроса; П. – расширение производственной программы; Р. – усиление трансформации мировым рынком ТСЭС в сторону углубления специализации; В.Р. – трансформация внутреннего рынка; О. – обмен на эквиваленты стоимости

Механизм позитивной трансформации общественных отношений страны и её ТСЭС представлен на рис. 1.

В модели (рис. 1) выделяются циклы идеи – последующих от неё инноваций – затем цикл активного промышленного освоения и мировая экспансия.

В зависимости от стройности и соблюдения соотношений оборота в каждом из циклов, формируется само качество общественных отношений, их взаимозависимость и комплементарность отражается на специализации ТСЭС на мировых рынках. Товарная структура экспорта и импорта определяет технологическое развитие и зрелость общественных отношений. Взаимоувязанность циклов определяет устойчивость и конкурентоспособность подсистем ТСЭС, её целостность и эмерджентность становятся определяющими факторами развития. Качество инновационного развития включает в себя именно позитивную трансформацию общественных отношений ТСЭС, всеобъемлющий характер позитивной трансформации определяет будущее развитие ТСЭС и грядущую трансформацию рынков.

2. Механизм формирования приоритетов развития инновационной подсистемы ТСЭС заключается в диагностике общественных отношений по эволюционной модели с инновационной доминантой. Относительно к российским условиям развития страны и территориальных социально-экономических систем (ТСЭС) как глобальной периферии механизм формирования приоритетов развития инновационной подсистемы подчинён следующей схеме (рис. 2): из конкурирующих ТСЭС ввозится новшество в виде капитала (В.К.), производится замена отечественных технологий на зарубежные в виде трансферта технологий (Т.Т.), общественные изменяются отношения в сторону предпочтений зарубежной технологической культуры. Заменяются свои механизмы формирования приоритетов развития инновационной подсистемы ТСЭС на чужие, имеющие иностранное происхождение. Заменяются все составляющие элементы механизма формирования приоритетов развития инновационной подсистемы обозначенные на рисунке, происходит трансформация внутреннего рынка (Д.Р.).

Догоняющая модель 10 100 1000 Промышленное Мировая освоение экспансия (отечественный Абсорбция рынок) заимствованной Инновации технопогии НИОКР Массовый выпуск Фундаментальные Внедрение исследования ΠИ Н.И. Р.И. И.С Б.П

Рис. 3. Модель общественного развития догоняющих TCЭC: А.Т. – абсорбция заимствованной технологий и фундаментальные исследования; О.С. – трансформация общественных отношений в сторону ожидания социума от отечественных исследований; Н.И. – углублённые исследования с целью замены зарубежных НМА на отечественные; П.И. – исследования эффективности применения отечественных НМА в практической деятельности; Р.И. – исследования ёмкости рынков для отечественного НМА; Б.П. – формирование образов и способов потребления отечественного новшества; И. – применение новации в практике; Пе. – непосредственное пробное потребление новшества; И.С. – происходящее изменение спроса в результате потребления новшества; П. – развитие производственной программы; Р. – позитивная трансформация рынков; О. – обмен на эквиваленты стоимости

Тем не менее в федеральном бюджете средства на науку и образование составляют не более 1,1% от ВВП РФ, то есть декларативность законов, стратегий и концепций элитами страны определена изначально, расходы на инновации и инновационные пояса научных и учебных учреждений не предусмотрены в принципе. Такие пояса начинают формироваться региональными и муниципальными властями с 2005 г. в Татарстане, Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Нижнем Новгороде и т.д., такие пояса действуют по настоящий период времени, но масштабы их деятельности очень малы, а примеры создания успешных стартапов единичны. То есть, генерация массивного потока стартапов не произошла до сих пор, имеющиеся их объёмы не формируют качественный экономический рост. Одна часть государства старается сохранить науку и образование, а другая, исходя из зарубежных рецептов и схем, стремится их сократить и урезать.

Россия при сужающихся возможностях формирования и реализации масштабных планов и реализации приоритетов инновационного развития как страны глобального центра, рискует не справиться с задачами развития её ТСЭС как глобальных центров. Без этапа догоняющего развития может происходить распыление дефицитных ресурсов на глобальные цели. Конкуренция с ведущими ТСЭС стран с развитой экономикой, при неготовности к преследованию целей заявленных в научно-технологической инициативе (НТИ), может привести к неустойчивости всей экономики в целом.

Данное исследование выполнено в рамках госзадания ИСЭИ УНЦ РАН по теме «Формирование и реализация стратегических приоритетов территориальных социально-экономических систем в условиях глобальных вызовов» (№ гос. регистрации АААА-А17-117021310211-8).

Список литературы

1. Кунсткамера // Наука и жизнь. – 2015. – № 11. – С. 71.

- 2. Levine R., Zervos S., Berthelemy J. C., Varoudakis A. Models of Financial Divelopment and Grows: Stock Markets,, Banks and Economic Growth // American Economic Review. 2016. Vol. 88. № 3. P. 537–558.
- 3. Сахапова Г.Р. Межуровневое распределение финансовых ресурсов бюджетной системы РФ // Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. 316 с.
- 4. Чернуха Д.С. Инновации в структуре туристскорекреационного хозяйства // Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. – 316 с.
- 5. Шмакова М.В. Совершенствование методов регионального стратегирования: финансовый аспект // Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. 316 с.
- 6. Sttiglitz J. The role of the State in financial markets //
 Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development economics. 1993. Wash. World Bank. 1994. – P. 19–52.
- 7. Гарипова З.Ф., Гарипов Ф.Н. Формирование импульсов развития на основе повышения эффективности воспроизводства первых жизненных условий человека // В сборнике: Региональная экономика: взгляд молодых Гайнанов Д.А. сборник научных трудов молодых учёных и специалистов. Учреждение Российской академии наук, Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра РАН; редкол.: Д.А. Гайнанов и др. Уфа, 2009. С. 45–56.
- 8. Тютюнникова Т.И. Оплата труда как индикатор критической зоны территориальных финансов // Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. 316 с. С. 153–155.
- 9. Гарипова З.Ф., Гарипов Ф.Н. К проблеме социальноэкономического развития общества и человека // В сборнике: Региональная экономика: взгляд молодых Гайнанов Д.А. сборник научных трудов молодых учёных и специалистов. Учреждение Российской академии наук, Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра РАН; редкол.: Д.А. Гайнанов и др. — Уфа, 2010. — С. 43–58.
- 10. Singh A. Financial Liberalization, Stockmarkets and Economic Development // The Economic Journal. 2014. Vol. 107. P. 771–782.
- 11. Сильвестрова С.Н. Инновационная экономика России: научно-инновационные и структрно-инвестиционные проблемы. Под редакцией Н.А. Новицкого. М.: Наука, 2010. С. 121.

УДК 338.46:659.235

К ВОПРОСУ О РОЛИ КОНСАЛТИНГА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Базаров Р.Т., Аппалонова Н.А., Муртазина Г.Р., Сюркова С.М.

НОУ ВПО Университет Управления «ТИСБИ», e-mail: rustam.baz.ru@mail.ru, Казань, napetruhina@mail.ru, gulamur@mail.ru

В данной статье рассмотрен вопрос о роли консалтинга в современных условиях, его влиянии на сложившуюся ситуацию. Проанализированы виды консалтинга, которые применяются в Российской Федерации. Далее были выявлены проблемы консалтинговой деятельности и самих клиентов. Проведен анализ видов консультационных услуг, предоставляемых самими консалтинговыми фирмами за анализируемый период с 2014 по 2016 гг. Определены самые крупные по численности и экономическому результату консалтинговые фирмы. Также в данной статье были рассмотрены основные причины, по мнению самих клиентов, которые повлияли на рост численности и экономического результата консалтинговых фирм. В заключении данной статьи были представлены несколько дополнительных услуг и критерии оценки для специалистов по социальному консалтингу, которые необходимо применять в консалтинговой системе страны.

Ключевые слова: консалтинг, специалист по консалтингу, аудиторский консалтинг, юридический консалтинг, инвестиционный консалтинг, финансовый консалтинг, управленческий консалтинг, консалтинг малого бизнеса, IT-консалтинг

TO THE QUESTION OF THE ROLE OF CONSULTANCY IN MODERN CONDITIONS

Bazarov R.T., Appalonova N.A., Murtazina G.R., Syurkova S.M.

University of Management «TISBI», Kazan, e-mail: rustam.baz.ru@mail.ru, napetruhina@mail.ru, gulamur@mail.ru

In this article, the question of the role of consultancy in modern conditions, its impact on the situation. Analyzed the types of consulting services that apply in the Russian Federation. Further problems have been identified the consulting activities and the clients themselves. The analysis of the types of consulting services provided by consulting firms for the analyzed period from 2014 to 2016, the most populous and economic result of the consulting firm. Also in this article were considered the main reasons in the opinion of the clients that influenced the growth of population and economic outcomes consulting firms. In conclusion, this article presented several additional services and evaluation criteria for professionals in social consulting, which need to be applied in a consulting system.

Keywords: consulting, specialist in consulting, auditing consulting, legal consulting, investment consulting, financial consulting, management consulting, consulting small business, IT consulting

В настоящее время консалтинг как вид управленческой деятельности занимает все больше места в экономической жизни государства. Многие предприятия на сегодняшний день не тратятся на создание консультативной службы в своем штате, а, соответственно, обращаются в различные консалтинговые фирмы по различным вопросам, связанным с экономическими и технологическими рисками и другими кризисными процессами развития бизнеса. Соответственно, в реальности каждое предприятие и каждая компания хотят быть первой и в лидирующих позициях, тем самым, обращаясь в консалтинговые фирмы, делают их услуги популярными. Область консалтинговых фирм до сих пор не определена и на сегодняшний день она очень обширна, начиная с новых технологий и финансовой деятельности крупных предприятий и заканчивая бытовыми проблемами мелких фирм. Консалтинг в переводе с английского означает консультирование [1].

Основная цель любой консалтинговой фирмы – это формирование и оптимизация процессов, которые приведут к повыше-

нию эффективности деятельности клиентов и получению максимальной выгоды за минусом затрат на предоставление услуг консалтинговой фирмы. Иначе нет смысла обращаться за консультированием, если затраты на обращение к ним будут выше, чем сама выгода от данного обращения [2].

Консалтинговые компании обычно предоставляют свои виды консультационных услуг во всех сферах экономики, такие как [3]:

- анализ финансово-хозяйственной деятельности,
- диагностика производственной и экономической деятельности,
- ревизия контрольно-счетной документации.
- прогнозирование финансовых результатов на будущую перспективу,
- обоснование финансовых показателей перспектив развития,
- тренинги и мастер-классы для сотрудников и специалистов данной компании.
- В любой консультационной услуге, предоставляемой консалтинговой фирмой, должна быть практическая составляющая, то есть сотрудники должны не только на

бумаге предоставить перечень решений той или иной проблемы, но и продемонстрировать данные решения в практической жизни, что позволит клиентам лучше понять суть этих решений [4].

Еще одна проблема, с которой сталкиваются клиенты, которые обращаются в консалтинговую компанию, это решения своих проблем через связи консалтинговой фирмы или связей сотрудников в мире бизнеса и экономики. То есть взятие с клиента определенной суммы за решение так называемой проблемы. Практика, к сожалению, показывает, что такие проблемные ситуации иногда создает сама консалтинговая фирма или же специально находят таких клиентов. Таким образом, сотрудники консалтинговой фирмы должны с максимальной отдачей и без личной выгоды оказывать свои консультационные услуги. Сотруднику консалтинговой фирмы необходимо иметь не только одно высшее образование, а лучше два или даже три высших образования, что позволит оказывать консультационные услуги в несколько раз быстрее и тем самым извлекать большую выгоду для работодателя. Консультант консалтингового агенства должен быть оперативным, коммуникабельным и ответственным специалистом, владеть информацией как в экономической, так и в юридической деятельности предприятий или компаний и быть связующим звеном между проблемой и получаемым результатом [5].

Цели обращения клиентов в консалтинговые фирмы могут быть различными, например [6]:

- новая потребность фирм-клиентов в свежих идеях, зарубежном опыте и уникальных знаниях, которые позволят им конкурировать на рынке;
- выход из сложившийся кризисной ситуации и, соответственно, повышение жизненного цикла своей компании;
- отсутствие высококвалифицированных специалистов в данной конкретной области;
- помощь в завершении и разработке новых бизнес-проектов компаний-клиентов;
- выявление и завоевание новых долей рынка.

Есть только один нюанс в деятельности консалтинговых фирм: консультанты не несут ответственности за конечный результат деятельности фирм-клиентов, так как их не допускают к внутренним процессам во время решения данной проблемы и ситуации. Тем самым напрашивается решение данной проблемы, таким образом, чтобы фирмы-клиенты допускали консультантов консалтинговых фирм. Потому что могут возникнуть непредвиденные ситуации или обстоятельства, которые могут помешать

конечному прогнозному результату. Чтобы такие ситуации не возникали, клиентам надо обращаться в консалтинговую компанию не тогда, когда у них возникли сложности или они достигли критической ситуации, а тогда, когда у клиентов стабильное финансовое и экономическое положение и надо, наоборот, улучшать и развивать деятельность своих фирм и предприятий, которые позволят получать больший экономический результат и отдаляться все больше от кризисной точки спада.

В Российской Федерации существует очень много устойчивых разновидностей консалтинговых услуг в различных сферах экономики и бизнеса.

Рассмотрим основные из них [7]:

- аудиторский консалтинг;
- производственный консалтинг;
- юридический;
- стратегический консалтинг;
- инвестиционный;
- финансовый;
- налоговый консалтинг;
- управленческий консалтинг;
- консалтинг малого бизнеса;
- информационный консалтинг;
- IT-консалтинг.

Наглядно динамику разновидностей консалтинговых услуг в Российской Федерации за 2014—2016 гг. представим в табл. 1.

Анализируя рынок консалтинговых фирм, мы наблюдаем, что основную долю данного рынка занимают два вида консалтинговых услуг, это ІТ-консалтинг и управленческий консалтинг. Оба этих вида услуг занимают больше половины всего рынка консалтинговых услуг. А именно в 2014 г. их доля составила 59%, в 2015 г. доля составила уже 67%, а в 2016 г. составила 74%. Это объясняется тем, что фирмы-клиенты сталкиваются с управленческими проблемами и проблемами в ІТ-технологиях.

Что касается остальных видов консалтинговых услуг, мы видим в основном отрицательную динамику за анализируемый период, кроме информационного консалтинга и консалтинга малого бизнеса, которые с каждым годом понемногу набирают свои обороты. Так доля информационного консалтинга 2014 по 2016 г. выросла на 3 %, а доля консалтинга малого бизнеса за анализируемый период увеличилась на 2 %.

За анализируемый период у фирмклиентов снизился интерес к аудиторскому юридическому и инвестиционному консалтингу. Данное снижение можно объяснить тем, что у фирм-клиентов есть в штате такие сотрудники, как аудитор, юрист и специалист по развитию и модернизации производства [8].

Таблица 1 Динамика разновидностей консалтинговых услуг в Российской Федерации за 2014—2016 гг., доля в %

Виды консультационных услуг	Год		Изменение,%		
	2014	2015	2016	2015/2014	2016/2015
Аудиторский консалтинг	6	3	2	-3	-1
Юридический консалтинг	8	3	4	-3	1
Инвестиционный консалтинг	7	3	2	-4	-1
Финансовый консалтинг	1	2	1	1	-1
Управленческий консалтинг	23	27	29	2	2
Консалтинг малого бизнеса	4	5	6	1	1
ІТ-консалтинг	36	40	45	4	5
Информационный консалтинг	2	4	5	2	1
Маркетинговый консалтинг	5	3	2	-2	-1
Производственный консалтинг	4	3	2	-1	-1
Стратегический консалтинг	2	3	1	1	-2
Налоговый консалтинг	2	4	1	2	-3
Итого	100	100	100	_	_

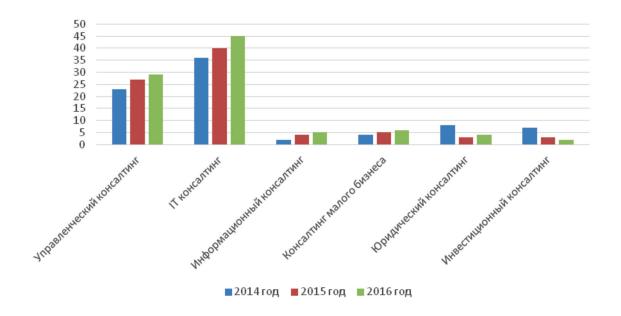


Рис. 1. Динамика консультационных услуг за 2014–2016 гг.

Представим наглядно виды консультационных услуг в стране за анализируемый период с 2014 по 2016 г. (рис. 1).

Таким образом, в Российской Федерации за анализируемый период с 2014 по 2016 г. пользуются спросом с основном на рынке ІТ-технологий и рынке управленческого консалтинга. Для более достоверного анализа рынка консалтинга необходимо рассмотреть стоимость консультационных услуг в России. Анализ стоимости рынка консалтинговых услуг в России за 2015 г. представлен в табл. 2.

Анализ стоимости рынка консалтинговых услуг в России за 2015 г. показал, что на первом месте стоит консалтинговая фирма «ЛАНИТ» с прибылью в размере 12 604 159 руб. и численностью персонала в количестве 1492 человека. Таким образом, прибыль на одного работника данной фирмы составила 8 448 руб. На втором месте расположилась консалтинговая фирма «Компьюлинк» с прибылью в размере 7 989 879 руб. и количеством персонала 1236 человек. Таким образом, прибыль на одного работника составила 6464 руб. На

третьем месте расположилась консалтинговая фирма «КРОК» с прибылью в размере 6 555 155 руб. и количеством персонала 911 человек. Таким образом, прибыль на одного работника составила 7195 руб. На четвертом месте расположилась консалтинговая фирма «Интерком-Аудит» с прибылью в размере 967 841 руб. и количеством персонала 703 человека. Таким образом, прибыль на одного работника составила 1376 руб. На пятом месте расположилась консалтинговая фирма «КСК групп» с прибылью в размере 623 809 руб. и количеством персонала 667 человек. Таким образом, прибыль на одного работника составила 935 руб.

Анализ стоимости рынка консалтинговых услуг в России за 2016 г. представлен в табл. 3.

Анализ стоимости рынка консалтинговых услуг в России за 2016 г. выявил, что на первом месте стоит консалтинговая фирма «ЛАНИТ» с прибылью в размере 11 768 590 руб. и численностью персонала в количестве 1561 человека. Таким образом, прибыль на одного работника данной фирмы составила 7539 руб. На втором месте расположилась консалтинговая фирма «Компьюлинк» с прибылью в размере 8 536 196 руб. и количеством персонала 1265 человек. Таким образом, прибыль на одного работника составила 6748 руб. На третьем месте расположилась консалтинговая фирма «КРОК» с прибылью в размере 7 140 692 руб. и количеством персонала 986 человек. Таким образом, прибыль на одного работника составила 7242 руб. На четвертом месте расположилась консалтинговая фирма «Интерком-Аудит» с прибылью в размере

1 021 664 руб. и количеством персонала 725 человека. Таким образом, прибыль на одного работника составила 1409 руб. На пятом месте расположилась консалтинговая фирма «КСК групп» с прибылью в размере 666 115 руб. и количеством персонала 697 человек. Таким образом, прибыль на одного работника составила 956 руб.

Самым главным заказчиком на рынке консультационных услуг остается попрежнему само государство. Например, строительство автомагистралей, железных дорог и других объектов инфраструктуры и развития населения, в сфере жилищнокоммунального хозяйства и социальной сфере. Далее рассмотрим факторы, которые повлияли на рост численности и экономического результата в консалтинговых фирмах.

Таким образом, основными причинами данного роста, по мнению самих клиентов, стало появление на рынке так называемых «непрофессионалов», которые, к сожалению, не соответствуют той квалификации или должности, на которой они работают, тем самым не оправдывают результаты работодателя. На втором же месте расположились две причины - это рост спроса на данные услуги и, к сожалению, недобросовестная конкуренция. Среди населения все больше начинает набирать обороты и социальный консалтинг, то есть населению не хватает социальной грамотности в решении тех или иных вопросов. Само же население готово к тому, чтобы спрос на социальный консалтинг возрастал все больше и больше, так как они в этом очень нуждаются.

Таблица 2 Анализ стоимости рынка консалтинговых услуг в России за 2015 г.

Наименование компании	Прибыль от реализации	Количество работников, чел.	Место по России
«ЛАНИТ»	12 604 159	1492	1
«Компьюлинк»	7 989 879	1236	2
«КРОК»	6 555 155	911	3
«Интерком-Аудит»	967 841	703	4
«КСК групп»	623 809	667	5

Таблица 3 Анализ стоимости рынка консалтинговых услуг в России за 2016 г.

Наименование компании	Прибыль от реализации	Количество работников, чел.	Место по России
«ЛАНИТ»	11 768 590	1561	1
«Компьюлинк»	8 536 196	1265	2
«КРОК»	7 140 692	986	3
«Интерком-Аудит»	1 021 664	725	4
«КСК групп»	666 115	697	5

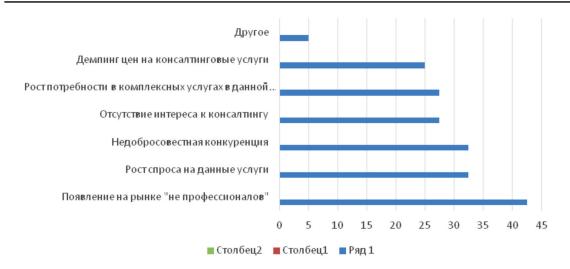


Рис. 2. Основные причины роста численности и экономического результата консалтинговых фирм в 2016 г.

В заключение приходится констатировать, что консалтинг в социальной сфере востребован, но гораздо менее разработан в отличие от других видов консалтинговых услуг в России. С течением времени социальный консалтинг станет не только услугой консалтинговых организаций по решению тех или иных социально-экономических проблем, но предопределит роль социального партнерства трех главных составляющих социального рынка: государства, бизнеса и некоммерческих организаций.

Список литературы

1. Базаров Р.Т. Индекс потребительской уверенности: место и роль в российской экономики // Актуальные про-

блемы гуманитарных и естественных наук. – М.: Институт Стратегических исследований, 2013. – С. 151–154.

- 2. Базаров Р.Т. Особенности инновационного процесса в банковской системе // Сегодня и завтра российской экономики. М.: ЗАО Издательство «Экономическое образование», 2013.-N 6. С. 86—91.
- 3. Посадский А.П. Основы консалтинга: Пособие для преподавателей экономических и бизнес-дисциплин. М.: ГУ ВШЭ, 2013. С. 120.
- 4. Дудченко В.С. Основы инновационной методологии. М.: Институт социологии РАН, 2014. С. 310.
- 5. Управленческое консультирование: В 2 т. Т. 2. М.: Интерэксперт, 2013. С. 256.
- 6. Макхэм К. Управленческий консалтинг. М.: Дело и сервис, 2015. С. 400.
- 7. Алешникова В.И. Использование услуг профессиональных консультантов. М., 2013. С. 700.
- 8. Маккальская М.Л., Пирожкова Н.А. Некоммерческие организации в России: Создание, права, налоги, учет, отчетность. М.: Изд. «Дело и Сервис», 2015. С. 450.

УДК 338.22.01/.45

ПРИРОДА, СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ

Бархатов В.И., Дьяченко О.В.

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», Институт экономики отраслей, бизнеса и администрирования, Челябинск, e-mail: zam@csu.ru, dyachenko@csu.ru

Сложилась некоторая зависимость как экономической науки от государственной экономической политики, так и последней от результатов научных исследований. В зависимости от того, насколько глубоко проработан теоретико-методологический инструментарий, можно будет ожидать эффективности и адресности проводимой политики. Таким образом, думаем, что пристальное внимание к проблеме теоретического определения «государственной промышленной политики» обусловлено, во-первых, возрастающей ее актуальностью в обосновании целей, задач и инструментов в развитии российской экономики; во-вторых, неудовлетворительно низким уровнем развития теоретической базы данного раздела экономической науки. Исходя из этого, в данной статье будет предпринята попытка, во-первых, систематизировать и описать различные точки зрения на определение термина «государственная промышленная политика»; во-вторых, проследить эволюцию трактовок российских и зарубежных исследователей категории «государственная промышленная политика»; в-третьих, описать проблемы, появляющиеся на пути исследователя, изучающего данный феномен. Исследуемая терминологическая единица анализируется с позиции нормативной и позитивной экономической теории.

Ключевые слова: государство, институты, государственная промышленная политика, экономическая политика, нормативная экономическая теория, позитивная экономическая теория

NATURE, CONTENT OF STATE INDUSTRIAL POLICY Barkhatov V.I., Dyachenko O.V.

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, e-mail: zam@csu.ru, dyachenko@csu.ru

There is certain dependence of economic science on the state economic policy as well as the latter on the results of scientific research. Depending on the degree of elaboration of the theoretical and methodological tools, it will be possible to expect effectiveness and targeting of the policy. Thus, we think that close attention to the problem of the theoretical definition of «state industrial policy» is caused firstly, by its growing relevance in justifying the goals, tasks and tools in the development of the Russian economy; second, by the unsatisfactory low level of development of the theoretical basis of this section of economic science. Proceeding from this, in this article will be made an attempt, first, to systematize and describe various points of view on the definition of the term «state industrial policy»; second, to retrace the evolution of interpretations of Russian and foreign researchers in the category «state industrial policy»; third, to describe the problems that appear in the way of the researcher studying this phenomenon. The terminological unit under investigation is analyzed from the position of normative and positive economic theory.

Keywords: state, institutions, state industrial policy, economic policy, normative economic theory, positive economic theory

Степень разработанности проблемы

В современной экономической науке, пожалуй, нет более дискутируемого понятия, чем «экономическая политика». Борьба в отстаивании «истинного» описания и актуальных форм ее реализации ведется в различных направлениях, начиная от вопроса ее природы, опыта эффективного управления экономическим механизмом, ее структуры и прочего. Каждый аспект феномена «экономическая политика» вызывает спор. В качестве одного из таких дискуссионных аспектов выступает термин «государственная промышленная политика». Данная область экономической науки с каждым годом вызывает все больший интерес как у отечественных ученых, так и у западных экономистов. Тем не менее рост внимания к данной научной сфере не приводит к столь же стремительному росту производительности труда в промышленности, развитию инновационных форм, эффективному применению различных стимулирующих инструментов развития промышленности, т.е. в целом к эффективной реализации государственной промышленной политики. Причину этому можно искать в различных направлениях, начиная от банальной теоретической необоснованности данной сферы государственного управления, на что мы в данной статье ставим акцент, до незаинтересованности различных хозяйственных и политических групп внутри и вне страны в ее актуализации и реализации.

Содержание государственной промышленной политики многогранно. Она включает в себя следующие важнейшие звенья:

- 1) разработку научно обоснованной концепции развития промышленности (государственного управления развитием промышленности);
- 2) определение основных направлений тактического и стратегического развития промышленности;

3) реализация практических действий. Исходя из этого, от того, насколько качественно будет отработан методологический

базис, т.е. 1 пункт, будет зависеть адекватность оценки текущего состояния и перспективы развития промышленности и, как следствие, эффективность государственно-

го участия в этом процессе.

На сегодняшний день в научной экономической литературе присутствует достаточно большое количество точек зрения на природу государственной промышленной

Большинство представленных исследователей склонны трактовать «industrial policy» как мероприятия правительства, направленные на экономику в целом либо на отдельные отрасли (отраслевая политика) с целью достичь определенной необходимой их структуры. Тем самым «industrial policy» может подразумевать, например, поддержку индустрии моды, индустрии кино, военной индустрии и прочего, что расходится с отечественным пониманием термина «промышленность». Изучая феномен ГПП, отечественные ученые в поисках ответов на самые разные вопросы обращаются к интеллектуальным наработкам иностранных ученых. Отечественные специалисты окунаются в труды экономистов XIX века, отмечая, что первоначально именно в европейских государствах возник термин «industrial policy». И.П. Данилов отмечает, что в это же время «схожие процессы, способствовавшие формированию понятия, развивались и в Российской империи» [1]. Здесь акцентируем внимание на двух факторах, которые создают трудности для российских экономистов в расширении и обеспечении методологического аппарата исследуемой темы. Во-первых, на сегодняшний день до конца не осознанным является опыт российских реформаторов XIX века при проведении мероприятий по развитию промышленного производства, а также опыт «Сталинской индустриализации». Во-вторых, многие экономисты отмечают трудности в переводе данного термина «industrial policy» с английского на русский язык.

На наш взгляд, мы сегодня сталкиваемся с проблемой фактически отсутствующей методологической базы исследования феномена «государственная промышленная политика», неработающим рекомендательным и прогностическим механизмом в этой сфере государственного управления (слабо проработанная система стратегического планирования), как следствие вторичной ролью инструментов данного типа политики перед инструментами монетарного регулирования экономики. В силу того, что в период становления в Российской Федерации либерально-рыночной модели экономики в ее неоформленную институциональную «ткань» был плотно привит «институт заимствования (трансплантации)». Тем самым вторичная роль в обеспечении экономического роста промышленной политики в немалой степени объясняется ее необоснованностью. В свою очередь ее необоснованность является следствием:

- а) отсутствия осознанности исторического собственного опыта при проведении государственной промышленной политики;
- б) желания применить наилучший мировой опыт реализации государственной промышленной политики без осознания условий, в которых она проводилась.
- в) более проработанной и менее рискованной, краткосрочной финансовой политики

Ученые долго будут вести интеллектуальную борьбу за поиск истины, т.е. за поиск более «отточенного» описания содержания исследуемого объекта. Для того чтобы проанализировать термин и категорию «государственная промышленная политика», необходимо определить, с позиции нормативной или позитивной экономической теории будет проходить анализ.

Трактовка ГПП с позиции нормативной экономической теории

С позиции нормативной экономической теории следует определить содержание государственной промышленной политики через призму ее состояния в настоящее время. На данном этапе проявляется проблема. В силу преобладания как либерально-рыночной риторики и управленческих решений при реализации экономической политики, так и в силу несовершенства и неполноты использования инструментов при осуществлении государственной промышленной политики в нашей стране, объективное научное содержание последней в качестве научного описательного термина может отражаться как «система мероприятий государства, ориентированных на рост показателей промышленности, за счет применения либерально-рыночных инструментов».

Оценивая с точки зрения нормативной экономической теории то, что сегодня предпринимается органами государственного управления как на федеральном, так и региональном уровнях в отношении стимулирования развития промышленности, достаточно сложно трактовать однозначно. Одни специалисты предлагают именовать данный научный объект исследования как «инновационную политику», другие рекомендуют употреблять для описания термины «политика реструктуризации», «отраслевая политика», «инфраструктурная политика», «структурная политика», «конкурентная политика» и пр. Например, в статье G. Dosi, P. Llerena, M.S. Labini пишут, что в настоящее время в силу активно формирующейся новой технологической парадигмы целесообразно говорить лишь об инновационной политике, поэтому термин «промышленная политика» себя изжил [2].

Трактовка ГПП с позиции позитивной экономической теории

С позиции позитивной экономической теории трактовка государственной промышленной политики должна представлять из себя совокупность различных базовых характеристик, наиболее прогрессивных, которые когда-либо наблюдались в практике государственного управления. С.А. Толкачев отмечает, что «определение промышленной политики может быть дано только на основе развернутой типологии и рассмотрения различных случаев экономической практики последнего времени в различных странах» [3]. В результате изучения различных теоретико-методологических подходов к описанию сущности государственной промышленной политики у нас возникли следующие размышления.

Экономика – динамичная система отношений, постоянно находящаяся в процессе непрерывного развития. Часть хозяйственных процессов поддается контролю, другая часть хозяйственных процессов протекает, что в большей степени характерно

для экономических систем с рыночной моделью координации, хаотично. Государство, проводя свою экономическую политику посредством административных мероприятий, «покрывает» их воздействием только часть процессов/отношений между субъектами. Поскольку система находится в динамичном состоянии - процессы трансформируются, следовательно, государственные методы управления также адаптируются под изменяющиеся условия. Происходит это с той целью, чтобы, вопервых, не «отпускать» из внимания ряд процессов, и, во-вторых, соблюдать исполнение функций, возложенных на институциональные рамки. Таким образом, видим, что государство, реализуя тот или иной вид политики, учитывая нарабатываемый опыт, выстраивая стратегические планы и пытаясь их исполнить, воплощая заказ избирателей на дальнейшую траекторию стратегического развития, т.е. в целом выполняя свои управленческие функции, год от года меняет подходы к решению экономических задач, - эволюционирует экономическую политику. Исходя из этого возникает вопрос, что в смысловой нагрузке содержания категории «государственная экономическая (промышленная) политика» изменяется, а что остается в качестве константы; что представляет из себя концептуальное ядро данной научной сферы, а что выступает в качестве «надстройки»?

С целью показать множество точек зрения на сущность ГПП, разложим определение на базовые элементы, которые встречаются практически у каждого автора, занимающегося исследованием этого вопроса.

ГОСУДАРСТВО	ОБЪЕКТ	ЦЕЛЬ
 Набор правительственных мер Правительственная инициатива Государственное вмешательство Меры государственного регулирования Программа действий государства 	промышленность	Структурные изменения Конкурентоспособность Промышленный рост Рост производительности Рост инновационной активности

Рис. 1. Вариативные структурные элементы термина «Государственная промышленная политика»

	СУБЪЕКТЫ		ОТНОШЕНИЯ ПО ПОВОДУ	ИНСТРУМЕНТЫ	ЦЕЛЬ
Государственные и муниципальные органы власти	Организации и предприятия различных форм собственности, осуществляющие деятельность в сфере промышленности	Научные институты; Гражданские институты.	— Формирования структурно- сбалансированной и конкуренто- способной промышленности — Исполнения положений документов стратегического планирования развития промышленности	 Административные; правовые; экономические; программно-целевые. Макроэкономические; ресурсные; институциональные; информационные; Постановления Правительства № 3, № 1312; СПИК; Фонд развития промышленности 	Обеспечение инновационног о типа развития Развитие промышленног о потенциала; В целях социально-экономическог о развития и обеспечения обороны и безопасности РФ; Обеспечение занятости и повышение уровня жизни населения.

Рис. 2. Вариативные структурные элементы категории «Государственная промышленная политика»

На рис. 2 изображены структурные элементы категории «Государственная промышленная политика. В эти структурные элементы нами были включены: «субъекты», «отношения по поводу», «инструменты», «цель».

Если можно наблюдать некоторое расхождение в трактовках с позиции нормативного и позитивного экономического подходов, то можно отмечать и некоторую динамику в содержании государственной промышленной политики, например, реформенного периода и современного. Из этих допущений можно предположить, что существуют родовые характеристики, остающиеся постоянными, а также те характеристики, которые трансформируются с течением времени, изменением международной конъюнктуры, внутренней экономической политики страны, трендов технологического развития и др. Если это имеет место, то думаем, что содержание государственной промышленной политики может эволюционировать в разрезе следующих характеристик:

- объекта поддержки;
- инструментов;
- целей.

О приоритетности государства как активного субъекта в реализации промышленной политики

Попробуем рассмотреть с двух точек зрения природу государственной промышленной политики. С одной стороны, в экономической литературе встречаются мнения о том, что промышленная полити-

ка генерируется не только государством, но и хозяйствующими субъектами. Другая часть экономистов отстаивает точку зрения о том, что государство в лице профильных министерств и ведомств является единственным субъектом, реализующим государственную промышленную политику. Рассмотрев данный аспект, можно будет уточнить сущность государственной промышленной политики.

Можно предположить, что если основным источником формирования российского ВВП выступают доходы от предприятий 3-4 технологического уклада, то при реализации государственной промышленной политики именно крупнейшие предприятия создают институциональную среду (конкурентную, инвестиционную, правовую и пр.). В условиях рыночной экономики, когда главенствующей формой собственности является частная собственность, при реализации имеет место проявление множества противоречий между государственным вмешательством и частным хозяйственным интересом. С целью сглаживания данного противоречия государство теоретически может допустить то, что частные предприятия будут являться наравне с государственным аппаратом генераторами промышлен-Государственно-частное политики. партнерство такой феномен допускает. Более того, государственная промышленная политика в материальном выражении представляет собой совокупность документов стратегического, правового характера, которые разрабатывают и принимают различные представители как органов власти, так и промышленности, общественных объединений и др.

А.И. Татаркин, предлагая раскрывать трактовку ГПП через «отношения», безусловно, наиболее точно отражает ее содержание с позиции того, как должно быть [4]. Однако автор и не указывает, что предприятия выступают наравне с государством инициаторами такой политики. Предприятия могут формировать заказ на ту или иную стратегию у государства, инициировать лоббирование различных аспектов при разработке нормативной базы, искажать или обходить административные ограничения, корректируя вектор проведения промышленной политики и прочее. Тем не менее хозяйствующие субъекты, группы интересов в большинстве случаев, как правило, преследуют собственные, а не общественные интересы.

Другая, классическая точка зрения акцентирует внимание на то, что единственным генератором и активным субъектом промышленной политики является государство. Ф.Ф. Рыбаков, рассматривая принятый закон «Об основах промышленной политики Санкт-Петербурга», отмечает следующее: «...Промышленная политика, как сказано в статье 3 упомянутого Закона, осуществляется правительством Санкт-Петербурга. Иначе и быть не может, поскольку в противном случае была бы нарушена сама суть промышленной политики» [5].

Мы разделяем данную точку зрения. Только государство, в лице уполномоченных органов власти (хотя и при участии различных групп интересов), должно определять общественные приоритеты; выступать распорядителем государственных и муниципальных финансовых ресурсов; разрабатывать, принимать и реализовывать законы. Это все сфера монопольного решения вопросов развития государством. Феномен частного интереса при постановке и решении общегосударственных вопросов развития никуда, безусловно, не девается. Это, к сожалению, неэффективная работа различных институтов судебной, правоохранительной, законодательной сферы. Из этого видно, что не государство при помощи инструментов государственной промышленной политики, вмешиваясь в хозяйственные отношения, провоцирует возникновение так называемый «провалов государства», а напротив, частный лоббистский интерес искажает реакции государства.

Исходя из этого можно сделать следующие выводы:

- 1. Если трактовать государственную промышленную политику через призму вышеупомянутого, с точки зрения нормативной теории получим определение, которое дается большинством авторов, где государство единственный активный субъект промышленной политики.
- 2. Однако небеспочвенна точка зрения на то, что государство не единственный субъект промышленной политики, хотя и обладающий наибольшим инструментарием ее регулирования. Если трактовать государственную промышленную политику с позиции позитивного экономического подхода, то получим следующий вариант. «Государственная промышленная политика - это комплекс правовых, экономических мероприятий, генерируемых государством совместно с профессиональными заинтересованными сообществами, направленных на создание условий для прогрессивного развития национального промышленного производства». Как экономическая категория «государственная промышленная политика» может быть представлена следующим образом: «это отношения между государственными органами власти на федеральном, региональном и местном уровнях власти, с одной стороны, с финансовыми, научными, производственными и иными организациями с другой, по поводу разработки, генерации, исполнения и поддержания частно-государственных инициатив, направленных на прогрессивное технологическое развитие экономики».

Список литературы

- 1. Данилов И.П. Промышленная политика: российский опыт обобщения результатов научного поиска [Текст] / И.П. Данилов, С.Ю. Михайлова, Н.В. Морозова / Вестн. Экономики, права и социологии. -2014. -№ 4. C. 46–49.
- 2. Dosi G., Llerena P., Labini M.S. Evaluating and Comparing the innovation performance of the United States and the European Union / Expert report prepared for the Trend Chart Policy Workshop 2005. June 29, 2005. P. 36.
- 3. Промышленная политика в условиях новой индустриализации: [Текст]: монография / Авт. кол.: Андрианов К.Н. и др.; Под ред. Толкачева С.А. М.: МАКС Пресс, 2015. 252 с.
- 4. Татаркин А.И. Промышленная политика: генезис, региональные особенности и законодательное обеспечение [Текст] // А.И. Татаркин, О.А. Романова / Экономика региона. 2014. N $\!\!_{2}$ 2. C. 9–21.
- 5. Рыбаков Ф.Ф. Промышленная политика: уроки прошлого и задачи современности [Текст] / Ф.Ф. Рыбаков // Альтернативы. 2010. № 3. C. 163.

УДК 657.1.012.1

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ УЧЕТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМ СУБЪЕКТОМ

Булычева Т.В., Бушева А.Ю., Завьялова Т.В.

АНОО ВО ЦС РФ «Российский университет кооперации», Саранский кооперативный институт (филиал), Саранск, e-mail: m-tatyana@list.ru

Настоящая статья посвящена роли управленческого и стратегического учета в повышении эффективности управления затратами предприятия. Как свидетельствует мировая практика, в системах стратегического менеджмента и стратегического управленческого учета особое внимание уделяется качественным нефинансовым показателям. В этой связи в рамках стратегического управленческого учета в начале XXI века появились новые разработки в области организации учета затрат и калькулирования себестоимости продукции. На современном этапе основная роль стратегического подхода в управленческом учете по отношению к оперативному (тактическому) становится все более явной. В рамках стратегического направления появляются новые разработки в области системной организации учетных управленческих процессов, позволяющих оценить результаты функционирования предприятия в долгосрочной перспективе. Стратегический подход вынуждает организацию обратить внимание на организацию системы управления, ее эффективность, повышает интерес менеджеров к стратегическому управленческому учету, его правильной и рациональной организации

Ключевые слова: управленческий учет, стратегический учет, учет затрат и калькулирование себестоимости продукции, стратегия управления, «таргет-костинг», целевая себестоимость

STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING SYSTEM ECONOMIC ENTITIES

Bulycheva T.V., Busheva A.Yu., Zavyalova T.V.

Saransk Cooperative Institute (branch) ANO VPO Central Union of the Russian Federation «Russian University of Cooperation», Saransk, e-mail: m-tatyana@list.ru

This article is devoted to the role of management and strategic accounting in improving the efficiency of cost management of the enterprise. As the world practice in strategic management systems and strategic management accounting focuses on high-quality non-financial indicators. In this regard, within the framework of strategic management accounting in the beginning of XXI century there were new developments in the field of cost accounting and calculation of production costs. At the present stage, the primary role of strategic approach in management accounting in relation to operational (tactical) becomes more and more obvious. In the framework of strategic directions, new developments in the systemic organization of account management processes, allowing to estimate results of operation of the business in the long term. A strategic approach forces the organization to pay attention to the management system, its efficiency, increases the interest of managers to the strategic management accounting, its proper and rational organization.

Keywords: managerial accounting, strategic accounting, cost accounting and calculation of production costs, management strategy, «target costing», the target costs

Для того чтобы руководство компании могло сформировать долгосрочную стратегию развития, а затем успешно реализовать ее на практике, необходима информация о различных аспектах деятельности бизнеса. Зачастую менеджеры принимают эффективные управленческие решения, полагаясь лишь на собственную интуицию и опыт. Но даже самому успешному руководителю необходимо знание научных основ стратегии управления, экономического анализа и управленческого учета.

В российской практике у руководства организаций все чаще появляется необходимость в получении информации, подготовленной специальными методами по принципам, отличающимся от принципов бухгалтерского финансового учета. В итоге объекты учета, принципы, методы и концепции ведения управленческого и финансового учета оказываются различными.

Современные экономические условия отмечены обостряющейся конкуренцией, ускорением научно-технического прогресса и повышением его эффективности. И в этих условиях управленческий учет не может ограничиваться традиционными приемами и способами производственного учета. Необходимо применять иной инструментарий для подготовки информации для принятия управленческих решений [1].

Эти обстоятельства приводят к необходимости развития новых экономических отношений, характеризующих совокупность фундаментальных научных представлений и терминов формирования управленческого учета, как самостоятельной науки. Появилась необходимость в рассмотрении и изучении различных вариантов организации управленческого учета и развития научной концепции стратегического управленческого учета, сформированной исходя из существующих экономических реалий.

В современных условиях все более актуальным становится объединение бухгалтерского управленческого учета и менеджмента. Их взаимодействие, а именно менеджмента, как системы управления, и управленческого учета, как информационной базы для поддержки этой системы, создает дополнительные возможности для снижения риска при принятии управленческих решений. А владение дополнительной информацией, формируемой по данным управленческого учета, позволяет руководству организации принимать не только обоснованные управленческие решения, но и оценивать их последствия с экономической точки зрения. Управленческий учет призван «помогать» менеджменту на всех его стадиях, в связи с этим формируется такой уровень управления, как стратегический менеджмент, который предполагает разработку совместной стратегии, направленной на получение наилучших результатов деятельности организации и формирования устойчивого финансового положения, как всего предприятия в целом, так и отдельных его сегментов.

Стратегический уровень управления предполагает принятие долгосрочных управленческих решений, касающихся развития бизнеса, расширения действующих производств, разработки новых направлений. В зависимости от уровня информационного обеспечения системы управления бухгалтерский управленческий учет подразделяется на тактический и стратегический.

Для оценки преимуществ стратегии управления затратами необходимо проанализировать деловую активность организации, ее управленческий, производственный и финансовый потенциал, а также необходимо рассчитывать показатели конкурентоспособности.

При изучении сущности стратегического управленческого учета необходимо обратить внимание на следующие его особенности: стратегический управленческий учет направлен на учет неопределенности, стратегию управления риском; принимает во внимание не только внутренние, но внешние факторы макросреды; служит основой для принятия обоснованных управленческих решений.

Основной задачей стратегического управленческого учета является информационная поддержка стратегического менеджмента в организации. Если объектом тактического управленческого учета являются текущие затраты организации и ее структурных подразделений, а именно — центры ответственности; результаты хозяйственной деятельности как в целом

организации, так и отдельных структурны подразделений; внутренняя отчетность организации, — то объектом стратегического управленческого учета являются капитальные затраты организации, имеющие долгосрочный характер; будущие результаты хозяйственной деятельности организации в целом и отдельных сегментов бизнеса; стратегическое планирование и формирование прогнозных планов деятельности организации.

Основными принципами тактического управленческого учета являются: оперативность предоставления информации; конфиденциальность; полезность, гибкость системы управленческого учета; экономичность информации; принцип контролируемости внутренней отчетности. В то время как основными принципами стратегического управленческого учета являются - непрерывность деятельности организации; прогнозность системы управленческого учета; формирование отчетной информации; планирование деятельности всех подразделений с составлением бюджетов с управлением отклонений и, прежде всего, оценка результатов деятельности.

Среди основных критериев оценки бизнеса при тактическом управленческом учете главным образом можно выделить финансовые показатели, в то время как стратегический управленческий учет наряду с финансовыми показателями использует и нефинансовые количественные и качественные показатели, например такие, как степень удовлетворенности покупателей и заказчиков; доля в сегменте рынка; вероятность будущих рисков; скорость исполнения заказов.

К методам и концепциям, используемым стратегическим управленческим учетом, относятся: анализ цепочки ценностей; системы сбалансированных показателей; калькулирование себестоимости продукции на основе движения продукта, по стадиям жизненного цикла. Как свидетельствует зарубежная практика, в системе стратегического менеджмента и стратегического управленческого учета именно эти показатели требуют особого внимания, понимания, совершенствования и оценки.

При учете факторов, влияющих на деятельность организаций текущий управленческий учет главным образом концентрируется на внутренних процессах, а именно регулирование, нормирование, калькулирование, анализ и контроль. При стратегическом управленческом учете происходит концентрация на внешних факторах: прогнозирование, планирование, анализ и контроль.

Одним из новых направлений стратегического управленческого учета является стратегический подход к планированию и калькулированию себестоимости готовой продукции. В рамках стратегического направления появились новые разработки в области системной организации учетных управленческих процессов: учет затрат по функциям АВС, расчет целевой себестоимости «таргет-костинг», система непрерывного совершенствования «кайзен-костинг», калькулирование полного жизненного цикла товара, комплексные системы управления бизнес-процессами. Далее некоторые из методик будут рассмотрены подробно [2].

Изучая затраты на разных стадиях жизненного цикла товара, можно заметить, что период, в течение которого продукт последовательно проходит стадии жизненного цикла, позволяет разделить управленческий учет на учет инноваций, производства и продажи. Система «калькулирование затрат полного жизненного цикла товара» (Total-Life-Cycle Costing – TLCC) предполагает оценивать состав и объем затрат понесенных не только в процессе производства, но и возникающих на этапе проектирования и разработки нового товара и его послепродажного обслуживания. Эта информация необходима, прежде всего, при принятии решений о разработке нового продукта или о снятии с производства товара, не пользующегося спросом. Данная методика предполагает, что калькуляция полных затрат жизненного цикла продукта объединяет следующие стадии:

- исследование, разработка, проектирование;
 - производство;
- послепродажное обслуживание и вывод продукта с рынка.

Разбивка затрат по каждой стадии зависит от особенности отрасли и специфики производимой продукции. А понимание того, какова сумма затрат полного жизненного цикла, будет способствовать облегчению выявления экономичных проектов [2].

Решающим моментом при формировании стратегии организации является ориентация основного потенциала про товар или услуги, по которым она имеет конкурентное преимущество, в том числе и при формировании товарной корзины, которая должна быть сбалансирована, т.е. в нее должны входить продукты, находящиеся на разных стадиях жизненного цикла предприятия.

В современных условиях основным фактором финансовой устойчивости и конкурентоспособности организации являются инновационные продукты. Но технологический прогресс не стоит на месте, техноло-

гии меняются настолько быстро, что в этой связи появляется необходимость в разработке системы учета затрат и калькулирования себестоимости инновационных продуктов (метод калькулирования целевой себестоимости «таргет-костинг»). Данная система была разработана в Японии и предусматривает расчет себестоимости по заранее установленной цене реализации инновационного продукта, которая определяется с помощью маркетинговых исследований, т.е., по сути, является ожидаемой рыночной ценой товара.

Данный метод применяют известные американские и европейские производители, примерно 80% крупных японских корпораций, в которых постоянно разрабатываются новых виды продукции.

Преимущество данного метода заключается в том, что он гарантирует принятие управленческих решений на основе параметров рыночного окружения, способствует мотивации поведения сотрудников, формирует целевую себестоимость. При определении целевой себестоимости большое значение отводится маркетинговым исследованиям и стадии разработки и проектирования продукта. В составе целевой себестоимости учитывается не только начальная цена производства, но и затраты на эксплуатацию, обслуживание и утилизацию товара.

Целевая себестоимость — это разница между целевой ценой реализации и целевой прибылью [2]. Целевая прибыль основывается на показателе целевой рентабельности продаж. Выделяют следующие факторы, влияющие на процесс достижения целевой себестоимости: внутренняя среда (проектирование, реинжиниринг, итеративное совершенствование) и внешняя среда (маркетинговые исследования, создание концепции нового продукта).

Существует две особенности целевого калькулирования. Во-первых, так как всем процессом руководят профессиональные команды, состоящие из сотрудников различных сфер деятельности, то применение командного подхода обеспечивает равновесие между интересами различных групп, отвечающих за будущий продукт. Во-вторых, необходимы изменения во взаимоотношениях с поставщиками и привлечение их представителей к решению проблемных вопросов.

Данная система ориентирована на стратегию снижения затрат на стадии проектирования товара, т.е. является стратегическим инструментом. И именно в этом его преимущество, но также и ограничение в области применения.

В современных условиях развития экономики существенно изменяется и структура производственных затрат, происходит увеличение доли накладных расходов. Это связано с усложнением задач управления и ростом численности управленческого персонала, а также увеличением затрат на маркетинговые исследования и проектированием новых видов продукции. Все это приводит к возникновению новых, современных, более точных методов распределения косвенных затрат и включения их в себестоимость продукции. Названные обстоятельства и способствовали появлению метода учета затрат по функциям, или метода AB-costing. Принципиальное отличие метода AB-costing от других систем калькулирования себестоимости заключается в порядке распределения накладных расходов. В рамках данного метода исчисляют затраты по видам деятельности, а потом проводят их до конкретных продуктов через систему носителей затрат. Объектом учета затрат при данном методе является отдельный вид деятельности (функция или операция), а объектом калькулирования – вид продукции, работ, услуг.

Одной из приоритетных целей использования метода AB-costing является получение точной информации о себестоимости продукции и затратах, связанных с определенным видом деятельности. Применение метода AB-costing позволяет хозяйствующим субъектам совершенствовать производственные процессы и максимально точно определять прибыльные зоны покупательского рынка.

В результате усложнения промышленного производства, возрастания требований к качеству продукции повышаются и требования к управлению производственными процессами.

Одним из перспективных направлений совершенствования учета затрат является система «точно в срок». Это метод производства, при котором продукция изготавливается только в том случае, когда есть заказ на нее. Данная система получила развитие в Японии и в настоящее время широко используется во многих промышленно развитых странах.

При методе учета затрат «точно в срок» используется поточное производство, при котором нет задержек после начала производственного процесса и составляется жесткий график поставки сырья и материалов. При этом необходимое сырье и комплектующие поставляются на предприятие в момент, когда они необходимы для нормального осуществления производственного процесса, как правило, не более чем за несколько часов

до их использования. Соответственно, для использования такой системы необходима высокая степень слаженности действий производителей с потребителей, отделов продаж, снабжения и производственными цехами, коммерческой службой и финансовым отделом предприятия [5].

Преимущества при внедрении данной системы очевидны. И в первую очередь это гибкость в реагировании на запросы потребителей. Особенность данного метода заключается в сокращении числа поставщиков, уменьшении времени на заключение долгосрочных контрактов, уменьшении документооборота при размещении заказов. В результате данный метод позволяет повысить эффективность распределения ресурсов предприятия, что приводит к снижению себестоимости продукции. А эффективная политика управления запасами заключается в распределении усилий по контролю за наличием и движением определенных групп запасов в соответствии с их значением для результата деятельности предприятия.

Современные условия хозяйствования характеризуются высокой конкуренцией, ускорением технического процесса и повышением его эффективности. Поэтому управленческий учет не может больше ограничиваться традиционными принципами, системами и методами производственного учета. Появляется необходимость в новых методах и приемах сбора и формирования информации для выработки управленческих решений, направленных на перспективу. Стратегических подход к планированию, учету и анализу затрат представляет собой высший уровень учетно-аналитической системы организации, именно на нем происходит выбор основного показателя, влияющего на величину затрат.

На современном этапе деятельности организаций роль стратегического планирования и стратегического подхода в управленческом учете становится все более актуальной [3].

Как свидетельствует мировая практика, в системах стратегического менеджмента и стратегического управленческого учета особое внимание уделяется качественным нефинансовым показателям. В этой связи в рамках стратегического управленческого учета в начале XXI века появились новые разработки в области организации учета затрат и калькулирования себестоимости продукции: учет затрат по функциям ABC; системы управления Orgware, Workflow; Jit – философия (точно в срок); теория ограничения (Drum-Buffer-Rope schecduling), которая предполагает увеличение и планирование пропускной способности центров

затрат; система «таргет-костинг» и «кайзен-костинг». Данные системы позволяют оценить результаты деятельности производственной организации в долгосрочной перспективе.

Эффективный стратегический учет состоит из следующих основных элементов: расчет затрат и объемов производства, ориентированный на управление предприятием; инвестиционный расчет; финансовый расчет. Кроме того, система учета, ориентированная на управление предприятием, должна обеспечивать возможность контроля успешности реализации решений. По принятым решениям должны быть определены однозначные целевые показатели и на их основе, путем сопоставления фактических значений и анализа возможных отклонений, выявляется необходимость и возможность корректирующих мер [4].

Стратегический подход вынуждает организацию обратить внимание на организацию системы управления, ее эффективность, повышает интерес менеджеров к стратегическому управленческому учету, его правильной и рациональной организации.

Это ставит точку в вопросе формирования и раскрытия информации в стратегической отчетности, позволяющей пользователям оценить характер и последствия деятельности организации, а также стратегические перспективы и приоритеты [3].

Список литературы

- 1. Булычева Т.В., Завьялова Т.В., Богданова А.Р. Роль стратегического управленческого учета в управлении предприятием // Studium. -2014. -№ 3 (32). C. 3.
- 2. Вахрушина М.А. Стратегический управленческий учет: полный курс МВА / М.А. Вахрушина, М.И. Сидорова, Л.И. Борисова. М.: Рид Групп, 2011. 192 с.
- 3. Концепция контроллинга: Управленческий учет. Система отчетности. Бюджетирование / Horvath & Partners; Пер. с нем. 3-е изд. М.: Альпина Бизнес Бук, 2008. 269 с.
- 4. Коровина В.В. Диалектика взаимосвязи стратегического управленческого учета и стратегического планирования // Инновационное реформирование экономики и общества в условиях глобальной нестабильности. Материалы II Международной научно-практической конференции. Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, Саратов. 2016. С. 79—83.
- 5. Цыганова И.Ю. Управленческий подход к формированию и раскрытию информации по сегментам в стратегической отчётности организации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (44). С. 152–156.

УДК 331:65.01

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАДРОВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

¹Ващилло А.А., ²Ветрова Е.Н.

¹AO «Светлана-полупроводники», Санкт-Петербург, e-mail: vashchillo@svetpol.ru; ²Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, e-mail: vetrovaelenik@gmail.com

Актуальность государственной политики импортозамещения для российской промышленности в условиях ужесточения мирового рынка существенно возрастает. В значительной степени это касается высокотехнологичного сектора промышленности, где велика значимость исследований и разработок, в т.ч. радиоэлектронной промышленности, продукция которой востребована на рынках как гражданской, так и военной продукции. За годы реформ ресурсный потенциал отрасли значительно пострадал. В большей степени это касается кадрового обеспечения, состояния научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, технических и технологических возможностей существующих крупных компаний. Малые и средние промышленные предприятия могли взять на себя решение отдельных задач в цепочках крупных компаний. При этом следует отметить отсутствие единой позиции научного, образовательного, политического и практического сообществ на процессы импортозамещения и проблемы с ними связанные. В данной статье делается попытка обосновать потенциал малых и средних предприятий радиоэлектронной промышленности с точки зрения эффективности технической и кадровой политики в условиях импортозамещения.

Ключевые слова: импортозамещение, радиоэлектронная промышленность, малые и средние предприятия, эффективность технической и кадровой политики, нечеткие множества

ABOUT OF THE EFFECTIVENESS OF PERSONNEL AND TECHNICAL POLICIES OS SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN THE RADIO ELECTRONIC INDUSTRY UNDER CONDITIONS OF IMPORT SUBSTITUTION

¹Vaschillo A.A., ²Vetrova E.N.

¹Joint-stock company «Svetlana-semiconductors», Saint-Petersburg, e-mail: vashchillo@svetpol.ru ²St. Petersburg State University of Economics Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, e-mail: vetrovaelenik@gmail.com;

The relevance of the state policy of import substitution for the Russian industry in the context of the world market tightening is substantially increasing. To a large extent, this applies to the high-tech sector of the industry, where the importance of research and development is high, including a radio-electronic industry, whose products are in demand on the markets of both civil and military products. Over the years of reforms, the resource potential of the industry has suffered significantly. Largely, this applies to staffing, research and development, the technical and technological capabilities of existing large companies. Small and medium-sized industrial enterprises could take on individual tasks in chains of large companies. At the same time, it should be noted that there is no single position of the scientific, educational, political and practical communities on the processes of the import substitution and the problems associated with them. This article attempts to substantiate the potential of small and medium-sized enterprises of the electronic industry in terms of the effectiveness of technical and personnel policy under conditions of the import substitution.

Keywords: import substitution, electronics industry, small and medium enterprises, the effectiveness of technical and personnel policy, fuzzy sets

В современных условиях в промышленном секторе экономики России возрастает значимость государственной политики импортозамещения, в том числе в радиоэлектронной промышленности (РЭП), продукция которой востребована на рынках как гражданской, так и военной продукции. За годы реформ ресурсный потенциал отрасли значительно пострадал, что особенно касается кадрового и технического обеспечения крупных компаний, состояния научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, состояние

технических и технологических возможностей которых неудовлетворительное. Малые и средние промышленные предприятия (МСП) могли взять на себя решение отдельных задач в цепочках крупных компаний. Цель исследования: обосновать потенциал малых и средних предприятий радиоэлектронной промышленности с точки зрения эффективности технической и кадровой политики в условиях импортозамещения. В качестве методов исследования использованы методы системного анализа, метод нечетких множеств.

Материалы и методы исследования

Под импортозамещением будем понимать экономический процесс, обеспечивающий выпуск продукции, востребованной внутренним платежеспособным потребителем, не уступающей по своим параметрам импортируемой продукции, силами внутренних производителей. Импортозамещение может носить как преактивный характер – препятствие проникновению на рынок импортной продукции, так и реактивный характер - замещение существующей импортной продукции. При этом предпосылками запуска процессов импортозамещения по любому из вариантов могут служить как обычные рыночные механизмы, так и административные, направленные в основном на повышение безопасности функционирования различных отраслей экономики (в том числе и прямым запретом ведения деятельности в отношениях с зарубежными компаниями).

Далее представлены результаты исследований особенностей и проблем процессов импортозамещения на предприятиях РЭП. Современная РЭП является одной из новейших отраслей экономики, в рамках которой осуществляется проектирование, разработка и производство электро-радиокомпонентов, электронных приборов и систем военного и гражданского назначения. Это наукоемкая отрасль, предприятия которой расположены в больших промышленных центрах, обеспечены высококвалифицированными кадрами и образовательными центрами. Основными особенностями современной РЭП являются:

- существенное техническое и технологическое отставание продукции и предприятий отрасли от передовых иностранных компаний;
- проблемы с кадровым обеспечением предприятий РЭП;
- разрывы в цепочках полного производственного цикла, в большей степени это касается положения с исследованиями и разработками;
- высокий уровень значимости фундаментальной и прикладной отраслевой науки;
- существенное влияние продукции отрасли и состояния промышленности на качество жизни населения в пелом:
- политизированность отрасли в силу ее высокой военной значимости;
- высокая степень влияния продукции отрасли на уровень развития современных средств вооружения, военной и специальной техники, обеспечивающих национальную безопасность.

Основная проблема импортозамещения в РЭП заключается в том, что за первую половину 1990-х гг. отрасль отстала от лидеров мирового рынка на несколько поколений, что привело к масштабному внедрению зарубежной электронной компонентной базы (ЭКБ) во все отрасли (в гражданской и военной продукции). С изделиями микроэлектроники для ВВСТ ситуация складывается еще более серьезная - доля ввозимых из-за рубежа микросхем и другие узлов и деталей приближается к 90%. Элементная база национального производства устарела морально и физически. По нашему мнению, причина доминирования импортной ЭКБ заключается в повсеместном использовании зарубежных систем проектирования. Предлагая разработчику создание унифицированных комплексных моделей различных процессов, протекающих в радиоэлектронных системах (РЭС), зарубежные программные продукты строятся на единых постоянно актуализирующихся базах ЭКБ, основных и вспомогательных материалах и т.д. зарубежного производства. Эти базы не попадают в отечественную номенклатуру перечня Минпромторга [1].

Решение проблемы импортозамещения в РЭП невозможно рассматривать отдельно от программы создания отечественной САПР радиоэлектронных устройств. Только в том случае, когда проектировщик и/или разработчик приборов и систем будет закладывать российскую ЭКБ, пойдет реальный процесс импортозамещения. Это вопросы технической политики. В свою очередь, без специалистов, способных работать с такой САПР, процесс импортозамещения также невозможен, и, наконец, импортозамещение не произойдет, если российские промышленные предприятия не будут укомплектованы производственными мощностями, способными удовлетворять современные потребности разработчиков. Это вопросы кадровой политики.

Следует отметить, что в рамках государственного регулирования предпринимаются отдельные шаги по решению перечисленных проблем с реализацией политики импортозамещения в РЭП. Так принят основополагающий документ «Развитие электронной и радиопромышленности на 2013-2025 годы» [2], признавший отставание в отрасли и определяющий основные тенденции пути исправления ситуации и дальнейшего развития отрасли. В рамках исполнения Указа Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса» [3] предпринимаются попытки создания вертикально интегрированной системы автоматизированного проектирования (ВИСАП) радиоэлектронных средств (РЭС). Принято Постановление № 968 «Об ограничениях и условиях допуска отдельных видов радиоэлектронной продукции, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [4], которое, безусловно, будет способствовать увеличению доли закупок различной радиоэлектронной продукции у российских производителей. Кроме того крупнейшие производственные концерны («Алмаз-Антей», «Ростехнологии», «КРЭТ» и др.), а также министерство промышленности и торговли создали свои собственные координационные советы и рабочие группы, которые на регулярной основе (и достаточно успешно) занимаются вопросами импортозамещения.

Однако предпринятых шагов явно недостаточно без объединения потенциалов фундаментальной и поисковой науки РАН, профильных НИИ и вузов, крупных производственных предприятий, малых и средних предприятий, занятых научно-технологическим и внедренческим бизнесом. Именно последняя группа имеет значительный потенциал в преодолении существующих проблем в отрасли при условии активного взаимодействия с другими участниками рынка. Для предприятий РЭП вопросы эффективной технической и кадровой политики являются приоритетными, поскольку именно в их рамках происходит развитие. И часть описанных проблем предприятий отрасли может быть решена посредством повышения их эффективности [5]. Поэтому далее более детально рассмотрим роль МСП в решении проблем импортозамещения в отрасли в ракурсе технической и кадровой политики.

Техническая и кадровая политика тесно связаны между собой, поскольку являются основой реализации стратегии предприятия. В современных условиях приоритет следует отдать кадровой политике, обеспечивающей реализацию технической.

Техническая политика решает три основные задачи: адаптацию производства к постоянно меняющимся условиям конкретных рынков; внесение коррективов в текущие и среднесрочные планы; корректировка ресурсов в связи с изменением планов [6]. Эта политика разрабатывается по трем важнейшим направлениям: ориентация производства на выпуск новых товаров; ориентация производства на техническое обновление выпускаемой продукции и ориентация производства на выпуск традиционных товаров, пользующихся спросом на отдельных рынках.

Кадровая политика предприятия — совокупность целей и принципов, которые определяют направление и содержание работы с персоналом и служат основой реализации задач технической политики.

РЭП, являясь наукоемкой отраслью, тяготеет к размещению в крупных производственных, научных и образовательных центрах, где формируется образовательное пространство и рынок труда. В современных условиях существенно растет спрос на выпускников технических вузов, но на рынке труда таких недостаточно, поскольку нет четкой взаимосвязи между промышленным бизнесом, наукой и образованием. Кроме того, выпускники технических вузов зачастую имеют значительные академические знания, в то время как предприятиям необходимы специалисты с конкретными компетенциями, умениями и навыками, со знанием прикладных программ, инженеры-исследователи, проектировщики и разработчики, конструкторы и технологи. Чрезвычайно важны специалисты смежных профессий, занятых обслуживанием основных процессов, вспомогательных, обеспечивающих и процессов управления (экспертов СМК, специалистов МТС, инженеровметрологов и т.д.). Кроме того, существует проблема и с повышением квалификации. В условиях инновационного развития, как неотъемлемой части процессов импортозамещения, необходимы специалисты широкого профиля, способные выполнять функции конструктора, технолога, организатора производства, экономиста, руководителя с обязательным знанием иностранного языка. К сожалению, современные образовательные программы вузов не всегда отвечают требованиям профессиональных стандартов и рынков.

Деловое и образовательное сообщество предпринимает конкретные практические шаги в решении этой проблемы. Так, существует концепция STEM-образования, направленная на развитие новых технологий, инновационное мышление, обеспечение потребности в хорошо подготовленных инженерных кадрах (STEM — Science, technology, engineering, mathematics) [7]. Часть предложенных принципов STEM подготовки, а именно адаптация академических концепций к реальным проблемам производства, гендерный подход, повышение значимости и репутации исследователей, инженеров-технологов и ряд других, были использованы при формировании как набора критериев, так и соответствующих значений в предложенной нами методике оценки эффективности технической и кадровой политики.

Для оценки эффективности кадровой и технической политики различных предприятий применительно к задачам импортозамещения в радиоэлектронной промышленности авторы использовали методику, построенную на теории нечетких множеств [8, 9]. Для этого была разработана трехмерная матрица размером 12х4х5, по оси X которой размещены критерии оценки, по оси Y виды предприятий, а по оси Z – схемы организации (модели предпринимательская, технологическая, стратегическая, институциональная, кластерная). Тремя группами экспертов (по 7 экспертов в каждой), представляющих различные отрасли народного хозяйства (руководители промышленных предприятий, кадровых агентств, профессорско-преподавательский состав высших учебных заведений, представители консалтинговых компаний и т.д.), было предложено указать значимость критериев применительно к разным конфигурациям предприятий и моделей, заполнив таблицу по определенной форме. Количество критериев оценки составило 12 показателей (х1... хі... х12). Оценка альтернативности по критерию хі является многозначной и характеризуется функцией принадлежности Х, принимающей значения на множестве (0-1) т.е. факт принадлежности элемента нечеткому множеству утверждается лишь с некоей степенью уверенности, измеряемой числом от 0 (наверняка не принадлежит) до 1 (наверняка принадлежит). Количество видов предприятий У, предложенных экспертам к оценке составили 4, а количество моделей организации процессов Z – 5.

Рассуждая о типе предприятий, способных наиболее рационально принять на себя бремя импортозамещения, из всего многообразия классификаторов авторами использована классификация по размерам: индивидуальное, малое, среднее и крупное.

Далее, мы рассмотрели 5 моделей организации процессов: предпринимательская — для обоснования роста инновационной активности; технологическая — для выбора направлений инновационного развития; стратегическая — для выбора стратегии инновационного развития; кластерная модель — для определения механизмов построения бизнес-процессов между участниками; институциональная — для выбора институтов для реализации стратегии развития, в частности государственно-частное партнёрство (ГЧП).

В качестве критериев оценки рациональности кадровой и технической политики были приняты следующие:

1) кадровая политика: физический (энергетические ресурсы, физические способности и возможности); культурно-моральный (мировоззрение и мироощущение); квалификационный (образование, опыт, квалификация); интеллектуальный (способность анализировать и принимать решения); инновационный (способность обучаться, креативность); социальнопсихологический (ценности и потребности) потенциал и направления его развития;

2) техническая политика: уровень соответствия технологии планируемому типу производства; степень использования существующих технологий и оборудования; настоящий и будущий баланс производственных мощностей; логистика уникальных материалов и комплектующих изделий; доступность всех видов обеспечивающих ресурсов; гибкость производства (способность к освоению новой продукции).

Результаты обработки полученных результатов оценки методом нечетких множеств представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 Оценка кадровой и технической политики по типам предприятий

Вид предприятия/критерий	Обобщенный критерий кадровой политики	Обобщенный критерий технической политики
Малые и средние (МСП)	0,8	0,6
Крупные предприятия	0,5	0,7

Примечание. Под обобщенным критерием понимается свертка последовательностей численных значений критериев. Мелкотоварное производство выпало из рассмотрения, поскольку эксперты поставили крайне низкие значения критериев оценки. МСП объединены в один вид в соответствии с принятой терминологией. Институциональная модель рассматривалась только в разрезе ГЧП.

Таблица 2 Оценка модели бизнеса по типам предприятий

Модель организации процесса/вид предприятия	МСП	КП
Предпринимательская	0,7	0,5
Технологическая	0,6	0,7
Стратегическая	0,5	0,7
Кластерная	0,7	0,8
Институциональная	0,8	0,7

Результаты исследования и их обсуждение

После обработки результатов методами теории нечетких множеств видно, что МСП имеют лучший показатель по эффективности кадровой и технической политики в сравнении с крупными предприятиями. С другой стороны, крупные предприятия видят выход по решению проблемы в первую очередь через кластерную модель, с построением бизнеспроцессов между всеми участниками того или иного кластера.

МСП при достаточно высокой оценке эффективности взаимодействия (и/или развития) через предпринимательскую и кластерную модели, отдают предпочтение партнерству с государством, рационально полагая, что административные предпосылки к импортозамещению будут превалировать над рыночными. В силу этих причин мы полагаем, что именно инновационные МСП станут точками прорывного роста в процессах импортозамещения в РЭП. При этом ГЧП МСП в рамках импортозамещения подразумевает целенаправленное финансирование фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержку проектов инновационного бизнеса, имеющего хороший кадровый и технический потенциал, в основе которых лежит эффективная кадровая и техническая политика при устойчивых взаимовыгодных связях с прикладной наукой и учебными заведениями.

Выволы

Инновационные МСП могут стать драйверами процессов импортозамещения в РЭП. При этом мы полагаем, что ГЧП МСП в предметной области исследования должно осуществляться в виде целевого финансирования фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержку проектов инновационного бизнеса, имеющего эффективную кадровую и техническую политику при устойчивых взаимовыгодных связях с прикладной наукой и образовательными центрами.

Список литературы

- 1. Перечень электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники. Минпромторг. М.: Циклон-Тест, 2016.
- 2. Государственная программа «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы». Федеральный закон от 19.12.2016 № 415-ФЗ (ред. от 01.07.2017) [Электронный ресурс]. URL: http://government.ru/programs/249/events/ (дата обращения: 03.10.2017).
- 3. О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603 [Электронный ресурс]. URL: http://www.garant.ru/hotlaw/federal/396480/ (дата обращения: 03.10.2017).
- 4. Об ограничениях и условиях допуска отдельных видов радиоэлектронной продукции, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд. Постановление Правительства РФ от 26.09.2016 № 968 (ред. от 06.07.2017) [Электронный ресурс]. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71400660/ (дата обращения: 03.10.2017).

- 5. Ветрова Е.Н., Гуторова Н.В. Анализ направлений развития стратегического потенциала промышленного предприятия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2011. № 1 (114). С. 92—98.
- 6. О науке и государственной научно-технической политике. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 23.05.2016 с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ (дата обращения: 03.10.2017).
- 7. Тумарова Т.Г., Трифонова Н.В., Фомичева Н.М. Stem перспективы развития российской системы магистер-
- ской подготовки в области экономики и управления // Сборник лучших докладов VI Международной межвузовской научно-практической конференция Института магистратуры «Инновационные направления устойчивого развития экономики и общества» 20–21 апреля 2017 г. Часть 1. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017 С. 38–43.
- 8. Ветрова Е.Н., Ващилло А.А. Бизнес-культура в управлении инновационным развитием промышленного предприятия: ресурсный подход // Научный журнал НИУ ИТМО Серия «Экономика и экологический менеджмент». $2017.- N \odot 2(29).- C. 40-47.$
- 9. Zadeh L.A. Fuzzy sets / Information and Control. 1965. No 3. P. 338–353.

УДК 338.516.4:332.87

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ТАРИФОВ В СФЕРЕ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Гленкова Е.О., Лускатова О.В., Шалова В.А.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, e-mail: oluskatova@mail.ru

Данная статья посвящена разработке нового методического подхода к расчету тарифов в сфере холодного водоснабжения. Данная сфера имеет огромное влияние на качество жизни людей. Однако оборудование, эксплуатируемое ресурсоснабжающими организациями для оказания услуги холодного водоснабжения, имеет высокую степень износа, что влечет за собой частую аварийность и заставляет организации вкладывать собственные средства для устранения неполадок, что отрицательно сказывается на финансовом состоянии указанных организаций. При этом стоит отметить, что в настоящее время в законодательстве, которое регулирует сферу жилищно-коммунального хозяйства, имеются пробелы. С целью совершенствования модели расчета, приведенной в текущем законодательстве, предложена оптимизация расчета необходимой валовой выручки водоснабжающих организаций, которая учитывает необходимость модернизации основных фондов и реконструкции водопроводных сетей. Использование указанного подхода позволит повысить качество оказываемых услуг ресурсоснабжающими организациями региона.

Ключевые слова: ресурсоснабжающая организация, необходимая валовая выручка, инвестиционная программа, тариф

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE CALCULATION OF TARIFFS IN THE SPHERE OF MUNICIPAL WATER SUPPLY

Glenkova E.O., Luskatova O.V., Shalova V.A.

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

This article focuses on the development of the methodical approach to the calculation of tariffs for water supply. This sphere has a huge impact on people's quality of life. However, equipment operated by resource suppliers for the provision of water supply has a high degree of wear. This entails frequent accident causes and organizations to invest their own funds for troubleshooting, adversely affecting the financial condition of these organization. It should be noted that at present, there are gaps in the legislation regulating the sphere of housing and communal services. For the purpose of improvement of the model of calculation given in the legislation the optimization of the calculation of the necessary gross profit of the water supply organizations which takes into account the necessity of the fixed assets' modernization and the reconstruction of the water supply system is proposed. The usage of this approach will allow to improve the quality of the services of the resource supplying organizations of the region.

Keywords: organization, necessary gross proceeds, the investment program, tariff

Одной из наиболее важных отраслей в сфере жилищно-коммунального хозяйства является водоснабжение, так как от качества потребляемой воды напрямую зависит здоровье населения страны.

Водоснабжение — комплекс организационно-технических мероприятий для обеспечения потребителей водой из поверхностных или подземных источников. Совокупность инженерно-технических сооружений, используемых для поставки питьевой воды (либо воды требуемого качества для использования в промышленности) от источника водоснабжения до потребителя через систему наружных и внутренних коммуникаций, называется водопроводом [1].

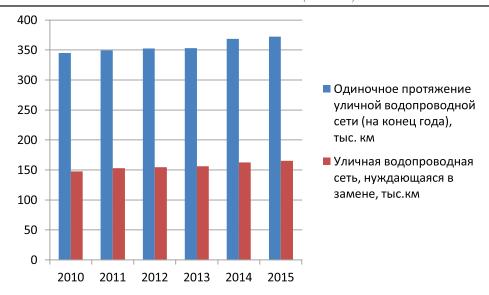
Предприятия, работающие в сфере водоснабжения и водоотведения, характеризуются следующими общими признаками:

- сложная инженерная инфраструктура (сети водопровода, канализации);
 - непрерывность процесса производства;

- невозможность потребителей отказаться от получения данной услуги на значительный срок;
- невозможность компенсации недопроизводства одной отрасли за счет включения затрат в другие отрасли;
- тесная взаимосвязь производственных процессов от местных условий.

Рассматривая полученные теоретические данные, необходимо отметить, что качество жизни населения напрямую зависит от качества поставляемых ресурсов организациями коммунального комплекса. Однако в России состояние основных фондов водоснабжающих организаций можно считать удовлетворительным.

Таким образом, в России в 2015 г. около 45% сетей нуждаются в замене. Во Владимирской области ситуация складывается худшим образом, на данной территории необходимо заменить более половины оборудования водоснабжения [3].



Соотношение общего количества водопроводных сетей и сетей, нуждающихся в замене

Чаще всего организации эксплуатируют оборудование водопроводно-канализационного хозяйства, датированное 1975—1980 гг. выпуска, что ведет к низкому уровню качества питьевой воды, поставляемой потребителям. В соответствии с результатами федерального государственного санитарноэпидемиологического надзора за качеством питьевой воды в субъектах Российской Федерации, доля источников и водопроводов, не отвечающих санитарным нормам и правилам, во Владимирской области составляет 24,53%, тогда как в Ивановской области — 4,28%, в Нижегородской — 7,36% [4].

Также необходимо отметить, что использование оборудования с высокой степенью износа ведет к возникновению частых аварий. Устранение указанных неполадок требует от ресурсоснабжающей организации дополнительных затрат на ремонт, а также на заработную плату работников, что значительным образом влияет на ее финансовое состояние и лишает организацию возможности развиваться и реновировать оборудование постепенно.

Основным выводом, исходя из представленных данных, является то, что организациям, осуществляющим водоснабжение населения, необходимо осуществлять масштабное обновление оборудования. Однако большинство ресурсоснабжающих организаций Владимирской области находятся на грани банкротства, таким образом, капитальный ремонт или замену оборудования они могут осуществить только путем включения данных затрат в тариф для потребителей их услуг.

Устанавливаются тарифы органами государственной власти субъектов Российской Федерации и согласовываются местными органами самоуправления в определенном законом порядке, при этом рост тарифов на питьевую воду и водоотведение в среднем по субъекту не должен превышать установленных предельных индексов изменения размера вносимой гражданами платы за коммунальные услуги в муниципальных образованиях. Указанные индексы устанавливаются ежегодно высшим должностным лицом субъекта Российской Федерации (руководителем высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации), однако могут быть повышены после согласования на муниципальном уровне [2].

Рассмотрим основную методику расчета тарифов на холодную воду. Стоит отметить, что, оплачивая подачу холодной воды, потребитель платит не только за саму воду, но и за организацию ее подачи.

В стоимость воды могут входить:

- 1) расходы на энергоресурсы;
- 2) затраты на приобретение материалов для очистки воды, которые требуются для соответствия воды нормам СанПиН;
- 3) затраты на проведение лабораторных исследований качества воды;
- 4) оплата труда сотрудников организации, включая отчисления на социальные нужды;
- 5) аренда необходимого оборудования для оказания регулируемой услуги;
- 6) расходы на содержание оборудования, проведение текущего и капитального ремонта;

7) налоговые платежи (такие как налог на прибыль или налог по УСНО, водный налог, налог на имущество организации и др.);

8) прочие расходы, например затраты на оформление лицензий и разрешений, утилизацию отходов, экологию и прочее.

Все затраты считаются строго в соответствии с установленными законом нормами для каждой ресурсоснабжающей организации в соответствии с ее индивидуальными особенностями. При этом тарифы в разных муниципальных образованиях одного региона могут отличаться. Это происходит по той причине, что в каждом муниципальном образовании есть своя ресурсоснабжающая организация. Каждая такая организация отличается от других размером и качеством эксплуатируемого имущества, а также условиями, в которых она осуществляет свою деятельность. Чем сложнее условия и обширнее имущественный комплекс для оказания услуг холодного водоснабжения, тем больше затрат будет заложено в тариф.

При установлении тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения применяются следующие методы [5]:

а) метод экономически обоснованных расходов (затрат).

Указанный метод используется для новых организаций. В соответствии с данным методом анализируются экономически обоснованные расходы (затраты), необходимые для реализации производственных программ (при наличии – инвестиционных программ);

б) метод доходности инвестированного капитала.

В ходе установления тарифов учитываются возврат инвестированного капитала и получение дохода, равного доходу от его инвестирования в другие отрасли, деятельность в которых осуществляется в аналогичных условиях.

в) метод индексации;

Данным методом расчет осуществляется на долгосрочный период в течение трех лет для новой организации. Расчет производится с учетом изменения цен на материалы, работы и услуги, которые были использованы на предыдущий год регулируемого периода;

г) метод сравнения аналогов.

В ходе установления тарифов указанным методом производится анализ деятельности различных организаций, осуществляющих регулируемую деятельность в сопоставимых условиях.

Приказом Федеральной службы по тарифам от 27 декабря 2013 г. № 1746-э были утверждены Методические указания по расчету регулируемых тарифов в сфере водо-

снабжения и водоотведения. Именно этими указаниями руководствуются органы регулирования при расчете тарифов для ресурсоснабжающих организаций.

Общая формула расчета тарифа согласно методике имеет следующий вид:

$$T_i = \frac{\text{HBB}i}{Qi},$$

где T_i — тариф, устанавливаемый для ресурсоснабжающей организации на i-ый год (руб./куб. м);

 ${
m HBB}i$ — необходимая валовая выручка регулируемой организации, включающая все затраты, относящиеся на регулируемый вид деятельности (руб.);

Qi — объем реализации воды (принимаемых сточных вод) потребителям ресурсоснабжающей организации (куб. м).

Для того, чтобы рассчитать затраты организации, понесенные ей для осуществления регулируемой деятельности, используется такой показатель, как необходимая валовая выручка, которая включает все затраты организации за указанный период. При имеющихся фактических данных о работе предприятия в предыдущие годы данный показатель может быть рассчитан по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \mathrm{HBB}_{i}^{\,\,\varphi} &= \mathrm{OP}_{i}^{\,\,\varphi} + \mathrm{HP}_{i}^{\,\,\varphi} + \mathrm{P}\mathcal{F}_{i}^{\,\,\varphi} + \Pi\mathrm{P}_{i}^{\,\,\varphi} + \Delta\mathrm{Pe3}_{i}^{\,\,\varphi} + \\ &\quad + \Delta\mathrm{HP}_{i}^{\,\,\varphi} + \Delta\Pi_{i} + \Delta\Pi\Pi_{i} + \Delta\Pi\Gamma\mathrm{O}_{i}, \end{aligned} \tag{1}$$

где $\mathrm{OP}_i^{\,\Phi}$ — операционные расходы, определенные на *i*-й год исходя из фактических значений параметров расчета (указанные расходы не подлежат пересмотру в течение долгосрочного периода регулирования);

 ${\rm HP}_i^{\, \varphi}$ — неподконтрольные расходы в *i*-м году, фактически понесенные регулируемой организацией и документально подтвержденные материалами, представленными в соответствующем тарифном деле. К ним относятся расходы, которые связаны с изменениями требований в законодательстве, корректировкой состава активов, необходимых для осуществления регулируемой деятельности а также иные расходы, на которые организация не может повлиять;

 ΠP_{i}^{Φ} — фактическая прибыль, определяемая на *i*-й год с применением фактической ставки налога на прибыль в *i*-м году;

 $\Delta \text{Pes}_{i}^{\Phi}$ — величина, учитывающая результаты деятельности регулируемой организации до начала очередного долгосрочного периода регулирования, в том числе до перехода к определению тарифов на основе долгосрочных параметров регулирования, определяемая на i-й год;

 $P \hat{\Theta}_{i}^{\Phi}$ – расходы на приобретение энергетических ресурсов, а также холодной воды

в рассматриваемом году, определенные исходя из фактических значений объема потребленных энергоресурсов, а также цены на них;

 ΔH_i — величина отклонения показателя ввода объектов системы водоснабжения и (или) водоотведения в эксплуатацию и изменения инвестиционной программы, тыс. руб.;

ΔЦП – степень исполнения регулируемой организацией обязательств по созданию и (или) реконструкции объектов концессионного соглашения, по эксплуатации объектов по договору аренды централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения, отдельных объектов таких систем, находящихся в государственной или муниципальной собственности, по реализации инвестиционной программы, производственной программы при недостижении регулируемой организацией утвержденных плановых значений показателей надежности и качества объектов централизованных систем водоснабжения и (или) водоотведения, тыс. руб.

 $\Delta \dot{\Pi} \Gamma O i$ — корректировка, связанная с изменением доходности долгосрочных государственных обязательств по сравнению с уровнем, учтенным при установлении регулируемых тарифов в предыдущем регулируемом году, тыс. руб.;

В целях расчета HBB_i^{Φ} за 1-й и 2-й год долгосрочного периода регулирования при расчете показателей, ΔHP_i^{Φ} , ΔU_i , ΔUII_i , ΔQIO_i учитываются результаты деятельности регулируемой организации соответственно в предпоследнем и последнем годах предшествующего долгосрочного периода регулирования в соответствии с фактическими данными, представленными организациями.

Вторым наиболее важным показателем при расчете тарифа является объем реализации услуги, так как его снижение напрямую влияет на рост тарифов. Расчет объема реализации услуг осуществляется по следующим формулам:

$$Q_i = Q_{i-2} * (1 + t_i)^2 + Q_i^{H\Pi} - \Delta Q_i^{H}, \qquad (2)$$

$$t_{i} = \frac{1}{3} \times \sum_{\kappa=2}^{4} \frac{Q_{i-k} - Q_{i-k}^{\text{HII}} - \Delta Q_{i-k}^{\text{H}}}{Q_{i-k-1}},$$
 (3)

где Q_i — объем реализации воды, отпускаемой потребителям (планируемой к отпуску) в году i (тыс. куб. м);

 $Q_i^{\text{нп}}$ — расчетный объем воды, отпускаемой новым абонентам, подключившимся к централизованной системе водоснабжения в году i, за вычетом потребления воды абонентами, водоснабжение которых прекращено (планируется прекратить) (тыс. куб. м).

Указанная величина может принимать в том числе отрицательные значения;

 $\Delta Q_i^{\rm H}$ — планируемое в регулируемом году изменение объема реализации воды, отпускаемой гарантирующей организацией абонентам по отношению к предыдущему регулируемому году, связанное с изменением нормативов потребления воды (тыс. куб. м). Указанная величина может принимать как положительные, так и отрицательные значения:

 t_i — темп изменения реализации воды. В случае, если отсутствуют данные об объеме отпуска воды в предыдущие годы, указанный показатель рассчитывается без учета отсутствующих данных. Темп изменения потребления воды не должен превышать 5% в год.

Авторы предлагают усовершенствовать и дополнить формулу расчета необходимой валовой выручки (1), так как она не охватывает всех аспектов деятельности предприятия.

$$\begin{aligned} & \text{HBB} = \text{OP}_{i}^{\phi} + \text{HP}_{i}^{\phi} + \text{P}_{i}^{\phi} + \text{A}_{i}^{\phi} + \text{H}\Pi_{i}^{\phi} + \\ & + \Pi\Pi_{i}^{\phi} + \text{B}\Pi_{i}^{\phi} + \Delta\Pi_{i} + \Delta\Pi\Pi_{i} + \Delta\Pi\Gamma\text{O}_{i}, \end{aligned} \tag{4}$$

где A_i^{ϕ} – амортизация,

 $H\Pi^{\phi}$ – нормативная прибыль,

 $\Pi\Pi_{i}^{'\phi}$ — расчетная предпринимательская прибыль (для гарантирующей организации), В Π_{i}^{ϕ} — недополученные или излишне полученные доходы организации.

Предлагаемая формула(4) является более простой и ёмкой. В нее добавлены такие факторы, как амортизация, нормативная прибыль, предпринимательская прибыль (для гарантирующей организации), недополученные или излишне полученные доходы организации.

Использование формулы (4) позволит сделать расчет расходов регулируемых организаций экономически обоснованным, также позволит регулирующему органу включать в необходимую валовую выручку все затраты, которые необходимы предприятиям для успешного функционирования.

Любой ресурсоснабжающей низации для того, чтобы оказывать качественную услугу потребителям, необходим определенный уровень затрат, заложенный в тариф. При недостаточном включении расходов предприятия в необходимую валовую выручку возникает необходимость экономии и отсутствует возможность реконструкции и модернизации основных фондов, то есть водопроводных сетей. Однако органу регулирования при установлении тарифов стоит соблюдать баланс интересов потребителей и продавцов, так как завышение тарифов может негативно сказаться на потребителях. Таким образом, качество подаваемой воды может быть улучшено при выверенном подходе к ценообразованию на услуги водоснабжающих предприятий.

Список литературы

- 1. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «О водоснабжении и водоотведении» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.09.2017).
- 2. Постановление Правительства РФ от 13.05.2013 № 406 (ред. от 28.10.2016) «О государственном регулировании тарифов в сфере водоснабжения и водоотведе-

- ния» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.09.2017).
- 3. Приказ ФСТ России от 27.12.2013 № 1746-э (ред. от 27.05.2015) «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.02.2014 № 31412) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 07.09.2017).
- 4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru (дата обращения: 07.09.2017).
- 5. Государственная информационная система ЖКХ [Электронный ресурс]. URL: https://dom.gosuslugi.ru (дата обращения: 07.09.2017).

УДК 658.5.012.1:687

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

¹Зарипова Р.Х., ²Алексеенко И.В.

¹ЧУОО ВО «Омская гуманитарная академия», Омск, e-mail: irbis90@list.ru; ²ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Омск, e-mail: aleksira.1310@mail.ru

Рассмотрены особенности развития отечественных малых предприятий швейной промышленности в современных условиях. Обосновывается актуальность совершенствования конструкторско-технологической подготовки производства. Приводится моделирование бизнес-процесса подготовки производства с использованием методологии IDEF на примере малого швейного предприятия ООО «Дести» (г. Омск). На основе концепции IDEF0 построена функциональная модель бизнес-процесса подготовки швейного производства, которая отражает структуру и функции процесса, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции. С использованием графической нотации IDEF3 разработаны модели декомпозиции процессов перспективной и текущей подготовки производства, позволяющие получить информацию о порядке проведения работ, системе документооборота и выявить проблемные участки. Разработанные модели являются основой для качественного анализа деятельности подразделений, создания регламентирующей документации, моделирования временных показателей и оптимизации графика проведения работ в процессах подготовки швейного производства на малых предприятиях с учетом особенностей их функционирования.

Ключевые слова: малое швейное предприятие, подготовка производства, бизнес-процесс, процессный подход, моделирование, функциональная модель

MODELLING OF BUSINESS PROCESS FOR THE PREPARATION OF CLOTHES PRODUCTION AT SMALL ENTERPRISES

¹Zaripova R.Kh., ²Alekseenko I.V.

¹Omsk Academy of Humanities, Omsk, e-mail: irbis90@list.ru; ²Omsk State Technical University, Omsk, e-mail: aleksira.1310@mail.ru

The specific development of Russian small enterprises manufacturing clothes for textile industry in modern economic environment is considered. The relevance of improved design and technological preparation for production is justified. Business process modeling with the methodology of IDEF on example of small sewing enterprise «Desti Ltd» (Omsk) is provided. Based on the concept of IDEF0, the functional model of a business process for the preparation of clothes production that reflects the structure and function of the process as well as information flows and the material objects to bind these functions is developed. Using graphical notation IDEF3, a model for decomposition of the process of perspective and ongoing production preparation is developed to obtain information on work order and workflow system, as well as in order to identify the problem areas. The developed models are the basis for qualitative analysis of the departments and divisions' operations, for working out the regulatory documentation, benchmarking and optimization of plates and flowcharts in manufacturing processes at small enterprises, taking into account the particularities of their operations.

Keywords: small sewing enterprise, preparation of production, business process, process approach, modeling, functional model

Предприятия швейной промышленности функционируют в сложных экономических условиях, которые характеризуются жесткой конкуренцией и снижением платежеспособности населения. Быстрая смена ассортимента и выпуск изделий гарантированного качества являются факторами конкурентоспособности и стабильного функционирования российских производителей одежды. Оперативность освоения новой продукции стала главной задачей предприятий отрасли.

Необходимость сокращения сроков изготовления швейной продукции приводит к повышенным требованиям к подготовке производства, которая представляет собой комплекс взаимосвязанных дизайнерских, конструкторско-технологических, инженерно-расчет-

ных, экономических, организационных работ и управленческих решений, обеспечивающих проектирование, производство и реализацию нового ассортимента выпускаемой продукции с запланированной рентабельностью. От согласованности деятельности сотрудников подразделений зависит качество выполненных работ и своевременность принимаемых решений, следовательно, эффективность деятельности предприятия.

В отечественной швейной промышленности интенсивное развитие получили малые предприятия. Специалисты считают, что мелкие производственные структуры по сравнению с крупными способны в более короткие сроки реагировать на изменения потребительского спроса и перестраивать

процессы на выпуск новых изделий [1, 2]. Однако малые предприятия имеют ряд особенностей, которые препятствуют достижению высокой эффективности подготовки производства. Основными из них являются: ограничения трудовых и материальных ресурсов; отсутствие специализированных подразделений по подготовке производства и распределение функциональных обязанностей по внедрению новой коллекции между специалистами различных служб; несоответствие формы и содержания документов целям и задачам отделов. В таких условиях вопросы совершенствования подготовки производства малых швейных предприятий особенно актуальны и стали предметом особого внимания специалистов отрасли.

В настоящее время наибольшая эффективность производства достигается при переходе от функциональной к процессноориентированной модели управления, при которой вся деятельность предприятия представляется как совокупность бизнес-процессов и управление предприятием сводится к управлению его бизнес-процессами. Анализ бизнес-процессов лежит в основе любого исследования, направленного на их оптимизацию. Моделирование является одним из методов анализа бизнес-процессов [3, 4].

В данной работе осуществляется моделирование бизнес-процесса подготовки производства малого швейного предприятия ООО «Дести» (г. Омск). Компания ООО «Дести» является производителем детской одежды и успешно зарекомендовала себя на российском рынке. Свои новые коллекции она ежегодно представляет на федеральных и международных выставках, ярмарках. Продукция предприятия реализуется через интернет-магазин, оптовых покупателей, торговых представителей розничной сети, фирменный магазин. Реклама новых изделий и взаимосвязь с клиентами также осуществляется через официальный сайт [5].

На предприятии ежегодно проектируется и запускается в производство не менее 4 коллекций (школьной, повседневной, нарядной, для спорта и отдыха и др.). В связи с этим сокращение сроков подготовки производства к выпуску новой коллекции является первостепенной задачей производителя. Моделирование бизнес-процесса подготовки производства позволит оценить эффективность их исполнения и выявить направления совершенствования.

Построение модели бизнес-процесса подготовки производства данного предприятия выполнено с использованием следующего инструментария. Структура и функции бизнес-процесса, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции, описаны в методологии IDEF0. Описание рабочего процесса, для которого важно отразить логическую последовательность и возможность параллельного выполнения процедур разными специалистами, представлено в методологии IDEF3 [6]. В завершение выполнены укрупненные структурные схемы взаимосвязанной деятельности подразделений с использованием графического редактора.

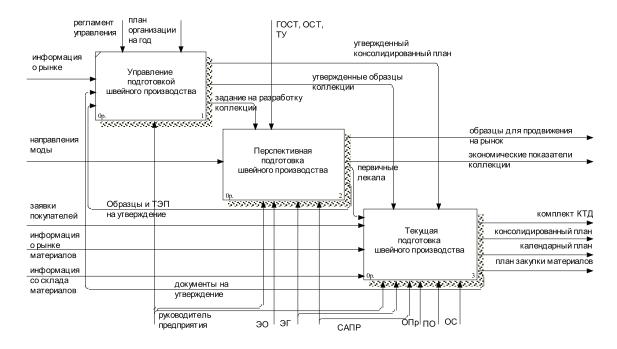


Рис. 1. Модель декомпозиции бизнес-процесса «Подготовка швейного производства»

На предприятиях швейной промышленности осуществляются перспективная подготовка производства (ППП) и текущая подготовка производства (ТПП). На этапе ППП выполняются работы по изготовлению образцов моделей новой коллекции, ТПП направлена на подготовку производства изделий нового ассортимента. На рис. 1 представлена модель декомпозиции бизнес-процесса «Подготовка швейного производства». На рис. 1 и далее используются следующие обозначения участвующих в процессах подразделений: ЭО – экономический отдел, ЭГ – экспериментальная группа, ОПр – отдел продаж, ПО – производственный отдел, ОС – отдел снабжения, Р – руководитель предприятия.

Наиболее проблемной областью представляется процесс ТПП, поскольку в нем участвуют несколько подразделений, в рамках процесса проходит большое количество информации, выходами являются решения и комплекты документов, от которых зависит эффективность деятельности компании.

На рис. 2 представлена схема выполнения работ ППП. Каждый блок представляет собой группу операций (функций) различных исполнителей — модельера-конструктора, технолога, швей, экономиста. Началом выполнения работ является получение задания на разработку новой коллекции от руководителя предприятия.

На рисунке обозначены ветвления работ, которые связаны со специализацией исполнителей, часть работ выполняется модельером-конструктором, другая — технологом. Ветвления указывают на возможные проблемные зоны в процессе выполнения работ. Так, для выполнения блоков 5 «Изготовление образцов» и 9 «Расчет экономических показателей моделей» необходимы полные комплекты конструкторских и технологических документов. Комплекты содержат разное количество

документов, норма времени на подготовку каждого из них различна, поэтому возникает первая сложность — синхронизация работ. Информация блоков 7 «Разработка первичной конструкторской документации» и 8 «Разработка первичной технологической документации» является выходом, т.е. продуктом для внутреннего потребителя — экономического подразделения. В этом случае проявляется следующая проблема — необходимость представления информации в удобном, необходимом и достаточном виде для выполнения функционала экономиста.

ТПП включает множество разноплановых операций и процедур, которые требуют совместной скоординированной работы исполнителей нескольких подразделений. Для повышения эффективности ТПП необходимо связать отдельные разрозненные операции по проектированию новых моделей, снабжению, производству и сбыту продукции в единую цепочку, направленную на достижение конкретных результатов. На рис. 3 представлена схема взаимодействия подразделений в процессе ТПП.

По результатам ярмарок, выставок, рассылок ОПр собирает заявки от заказчиков. Руководителем предприятия утверждаются модели коллекции, на которые получено большинство заказов, и снимаются невостребованные модели. Информация по утвержденным и отклоненным моделям поступает в ЭГ, в которой с этого момента начинается разработка комплекта КТД. На основе заявок заказчиков, потребностей собственной торговой сети ОПр готовит консолидированный план, который после утверждения становится исходной информацией для ПО и ОС. С учетом имеющихся материальных и трудовых ресурсов ПО разрабатывает календарный план, ОС – план закупки материалов с учетом имеющихся на складе.

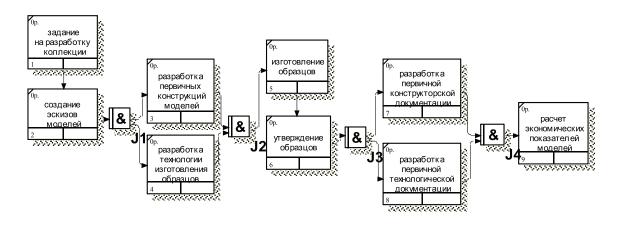


Рис. 2. Схема выполнения работ на этапе ППП

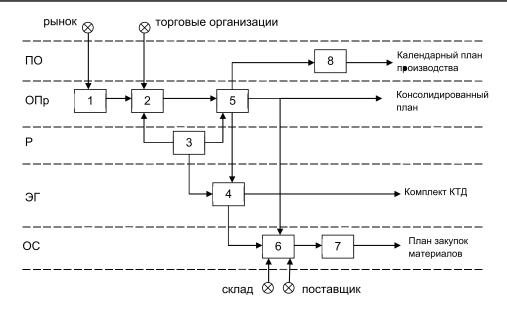


Рис. 3. Схема взаимодействия подразделений предприятия на этапе ТПП: 1 – продвижение коллекции на рынок; 2 – сбор заявок торговых организаций; 3 – окончательное утверждение коллекции; 4 – разработка конструкторско-технологической документации; 5 – формирование консолидированного заказа; 6 – расчет потребности в материалах и фурнитуре; 7 – формирование и утверждение плана закупок материалов; 8 – производственно-календарное планирование; КТД – конструкторско-технологическая документация

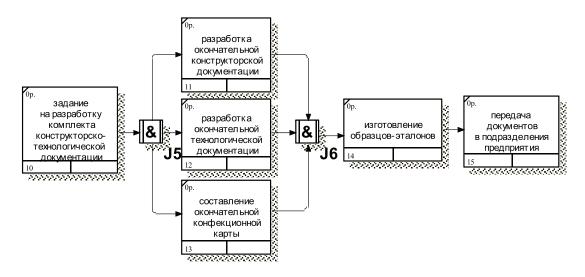


Рис. 4. Схема работы экспериментальной группы в процессе ТПП

Таким образом, в ТПП участвуют четыре подразделения и руководитель предприятия. Входящей информацией являются заявки заказчиков (торговых организаций), информация со склада материалов предприятия, информация от поставщиков материалов. Исходящая информация — консолидированный план, календарный план, комплект КТД, план закупок материалов. Потребителями ис-

ходящей информации являются различные подразделения предприятия (ЭО, ОС, ПО, бухгалтерия) и руководитель предприятия.

На рис. 4 показана схема работы экспериментальной группы в процессе ТПП.

Результатом работы экспериментальной группы в процессе ТПП является комплект КТД: комплект лекал на размеророст каждой модели новой коллекции (для

раскройного цеха); комплект лекал-эталонов (для раскройного цеха); комплект вспомогательных лекал (для швейного цеха); табель мер (для раскройного и швейного цехов); техническое описание модели (для швейного цеха); спецификация деталей кроя, режимы резания (для раскройного цеха); конфекционная карта с указанием норм расхода материалов и фурнитуры (для склада материалов, ОС, комплектовочного участка раскройного цеха). Данный перечень документов показывает, что исходящая из ЭГ информация необходима для нескольких подразделений, выполняющих различные работы подготовки производства. Внутренние входы и выходы обусловлены материальными и информационными потоками. Когда точки перехода не определены, процесс передачи и форма документов не формализованы, внутренний потребитель получает информацию не в том виде, которая ему необходима. Поскольку передача информации между подразделениями на практике является «узким» местом, выявление внутренних входов и выходов, границ и точек перехода между функциональными процессами актуально.

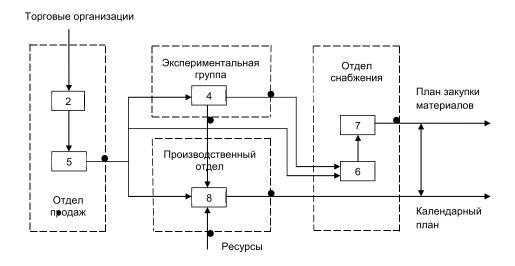
На рис. 5 представлена схема точек перехода материальных и/или информационных потоков между подразделениями предприятия на этапе ТПП. Нумерация блоков соответствует рис. 3. На схеме выделены функциональные процессы, их границы совпадают с границами подразделений. При таком способе структурирования деятельности видно, за какие результаты руководители подразделений несут ответственность.

Формализация результатов деятельности (выходов процессов) подразделений подразумевает определение спецификации и форм представления документов, регламентирование порядка проведения процессов и передачи результатов этих процессов, а также ответственности руководителя подразделения (владельца процесса).

Таким образом, результаты работы следующие:

- построена функциональная модель бизнес-процесса подготовки швейного производства малого предприятия, отражающая структуру и функции процесса, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции;
- разработаны модели декомпозиции процессов перспективной и текущей подготовки швейного производства, позволяющие получить наглядную информацию о порядке проведения работ, системе документооборота и выявить проблемные зоны процессов;
- определены внутренние входы и выходы, процессы-поставщики и процессыпотребители, границы и точки перехода между функциональными подразделениями в процессах перспективной и текущей подготовки производства.

Данные модели являются основой для качественного анализа деятельности подразделений, создания регламентирующей документации, моделирования временных показателей и оптимизации графика проведения работ в процессах подготовки швейного производства на малых предприятиях с учетом особенностей их функционирования.



Puc. 5. Схема точек перехода материальных и/или информационных потоков между подразделениями предприятия на этапе ТПП

Список литературы

- 1. Косенок М.А. Состояние и пути развития швейной промышленности в России / М.А. Косенок, И.А. Великий // Молодой ученый. 2017. № 17. С. 356–359.
- 2. Христофорова И.В. Швейная промышленность: проблемы развития, региональная дислокация и современные управленческие технологии малых предприятий / И.В. Христофорова, Т.Н. Архипова, А.Б. Деменкова // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. Т. 6, № 4. С. 273–277
- 3. Красавцев С.А. Моделирование бизнес-процессов как инструмент повышения эффективности швейных предприятий / С.А. Красавцев, К.М. Пирогов // Известия вузов.

- Технология текстильной промышленности. 2014. № 6 (354). С. 5–8.
- 4. Хаймович И.Н. Разработка принципов построения бизнес-процессов конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей / И.Н. Хаймович // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–8. С. 1709–1714.
- 5. Омская торговая марка «Desty» финалист Федерального конкурса «Школьная форма» [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24266353 (дата обращения 10.09.2017).
- 6. Репин В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. 6-е изд. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008.-408 с.

УДК 338.43:639.2/.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ В РАЗРЕЗЕ ОКЕАНИЧЕСКОЕ, ПРИБРЕЖНОЕ РЫБОЛОВСТВО, МАРИКУЛЬТУРА

Ивченко О.С., Салтыков М.А.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, e-mail: empiray@mail.ru, saltykov.ma@mail.ru

В статье приводится обзор основных инструментов государственной финансовой поддержки предприятий рыбохозяйственного комплекса Приморского края, определенных в региональной Государственной программе «Развитие рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае на 2013—2020 годы». Анализ проводится в разрезе мер государственной поддержки прибрежного рыболовства, марикультуры. Проанализировано состояние рыбной отрасли Приморского края для повышения конкурентоспособности территории и возможности разработки направлений по совершенствованию управления развитием отрасли. В ходе исследования предлагаются практические рекомендации по совершенствованию государственного регулирования рыбного хозяйства Приморского края, которые могут быть использованы в программно-целевом управлении развитием рыбохозяйственного комплекса региона, целью которой является обеспечение населения Приморского края и других субъектов Российской Федерации безопасной пищевой рыбной продукцией из водных биоресурсов.

Ключевые слова: государственное регулирование, рыболовство, марикультура, водные биологические ресурсы, рыбохозяйственный комплекс, рыбохозяйственный кластер, программа развития рыбного хозяйства, марикультура, прибрежное рыболовство, океаническое рыболовство

IMPROVEMENT OF STATE REGULATION OF THE FARM ECONOMY OF THE PRIMORSKY KRAI IN THE SECTION OCEANIC, COASTAL FISHERY, MARIKULTURE

Ivchenko O.S., Saltykov M.A.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, e-mail: empiray@mail.ru, saltykov.ma@mail.ru

The article provides an overview of the main instruments of state financial support for enterprises of the Primorsky Krai fishery complex identified in the regional State Program «Development of the Fishery Complex in Primorsky Krai for 2013–2020». The analysis is carried out in the context of measures of state support for coastal fishing, mariculture. The state of the fish industry of Primorsky Krai is analyzed to improve the competitiveness of the territory and the possibility of developing directions for improving the management of the development of the industry. The study suggests practical recommendations for improving the state regulation of fisheries in the Primorsky Krai, which can be used in program management of the development of the fisheries sector in the region, whose goal is to provide the population of Primorsky Krai and other subjects of the Russian Federation with safe food fish products from aquatic biological resources.

Keywords: state regulation, fishery, marikultura, water biological resources, fishery complex, fishery cluster, program of development of fishery, marikultur, coastal fishery, ocean fisheries

Актуальность совершенствования государственного регулирования рыбного хозяйства Приморского края обусловлена необходимостью обеспечения роста и внутреннего производства исходя из приоритетов государственной политики, направленных на обеспечение населения Приморского края и других субъектов Российской Федерации безопасной пищевой рыбной и иной продукцией из водных биоресурсов.

В последнее время на территории Приморского края реализуются мероприятия, направленные на обеспечение стабильности работы предприятий рыбохозяйственного комплекса – программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае на 2013–2017 годы», разработана Концепция рыбопромышленного кластера и развития аукционной торговли в Приморском

крае, Стратегия социально-экономического развития Приморского края до 2025, созданы инвестиционные механизмы, такие как «Инвестиционное агентство Приморского края», территории опережающего развития, Свободный порт Владивосток, Фонд развития Дальнего Востока и иные структуры, обеспечивающие целевую государственную поддержку инфраструктурных проектов, целью которых является в том числе привлечение новых стратегических партнеров, взаимовыгодное сотрудничество с которыми позволит полностью раскрыть потенциал Приморского края и Дальнего Востока в целом. Фонд развития Дальнего Востока уже позволил запустить в Приморском крае 500 новых различных инвестиционных проектов с объемом привлеченных средств в размере 1,379 триллиона рублей.

Агентство Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта, которое на регулярной основе продвигает новые возможности для инвесторов, находит их, привлекает на Дальний Восток и в портфеле, которого проектов на сумму более одного триллиона рублей, одним из приоритетных отраслей выделяет рыбную промышленность [1].

Тем не менее анализ финансово-экономических показателей отражает определенные негативные тенденции в функционировании предприятий рыбохозяйственного комплекса [2]. Если обратиться к статистическим или отчетным данным органов власти, то состояние рыбной отрасли Приморского края сложно проанализировать в связи с разночтением данных.

Согласно официальным статистическим данным производство продукции рыболовства в Приморском крае в 2015 г., а именно живой, свежей или охлажденной рыбы, снизилось на 38% по сравнению с 2014 г., а уже в 2016 г. превысило уровень 2012 г. на 5,6% [3]. Практически не наблюдается динамики в производстве немороженных ракообразных, устриц, водных беспозвоночных и прочих водных биоресурсов, (данные представленны на рисунке).

Если обратиться к статистическому показателю «Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные», то этот показатель остается относительно неизменным на протяжении последнего времени. Так, в 2012 г. выпускалось 669,4 тысяч тонн продукции, в 2013 – 667,7, в 2014 – 642,9, а в 2015 – 637,7 [4], показатель варьируется в сторону снижения от 1 до 3%.

Показатели количества предприятий в рыбной отрасли в разных официальных источниках имеют значительные разноч-

тения, представленные для наглядности в табл. 1. Так, например, департамент рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов Приморского края в своих отчетах в 2015 г. показывает 489 предприятий [5], Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю показывает 512 [4], а Федеральная служба государственной статистики (Росстат) – разделяет предприятия на виды экономической деятельности: «рыболовство» – 10226 предприятий и «рыбоводство» – 429 предприятий [6]. В любом случае источники Приморского края показывают динамику снижения количества предприятий в регионе, а федеральный орган статистики, напротив, показывает положительную динамику. Что усложняет проведение анализа состояния отрасли, табл. 1.

Также разнятся отчетные данные департамента рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов Приморского края [5] и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю [4] по индексу производства по переработке и консервированию рыбои морепродуктов и промышленного производства к предыдущим периодам, согласно которым достаточно сложно определить положительную или отрицательную динамику отрасли, что можно увидеть в табл. 2.

Учитывая, что с введением эмбарго в 2014 г. поставки на экспорт в Приморском крае не сократились ни в объемах, ни в их стоимостном эквиваленте в долларах США, и в 2016 г. они практически равны 2013 г. За первое полугодие 2017 г. экспорт вырос на 11,5% к уровню прошлого года и составил 431,8 миллионов долларов США. Рост произошел за счет увеличения поставок мороженой рыбы на 15,3% [7].



Рис. 1. Динамика производства продукции рыболовства в Приморском крае

 Таблица 1

 Количество предприятий Приморского края по видам экономической деятельности «рыболовство» и «рыбоводство»

Количество предприятий (ед.) по данным:	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Департамента рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов Приморского края	550	531	512	489	520,51
Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю	нет данных	нет данных	531	512	485
Федеральной службы государственной статистики (Росстат) по видам экономической деятельности: рыболовство	11641	11675	10074	10226	10904¹
рыбоводство	378	444	448	429	4251

Примечание. ¹ экспертная оценка.

Таблица 2 Динамика индексов производства по переработке и консервированию рыбо- и морепродуктов и промышленного производства на территории Приморского края

Наименование показателя	ед. изм.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Индекс производства по виду деятельности «Пер к предыдущем	-	-	-	е рыбо- и	морепро,	дуктов»
Департамента рыбного хозяйства и водных био- логических ресурсов Приморского края	%	101,2	98,3	99,7	101,8	104,9
Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю	%	101,7	103,4	96,9	97,8	106,8
Индекс производства по виду деятельности	«Рыболог	вство» к г	іредыдуц	цему году	по даннь	IM:
Департамента рыбного хозяйства и водных био- логических ресурсов Приморского края	%	112,5	96,4	88,0	105,1	111,7
Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю	%	120,9	97,9	86,0	99,7	116,2

 Таблица 3

 Статистика показателей предприятий рыбопромышленного комплекса Приморского края

Наименование показателя	ед. изм.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Поставки на экспорт	тыс. тонн	452,1	568,4	549,5	529,6	568,3
Доля экспорта в общем выпуске продукции	%	60,7	76,5	80,5	77,50	73,20
Экспорт в стоимостном выражении	млн \$	712,0	926,2	967,9	885,2	938,7
Оборот организаций по рыболовству и рыбоводству	млн руб.	22 392,0	25 762,0	27 538,0	47 797,0	30 8731
Уплачено в краевой консолидированный бюджет по статье «налог на прибыль»	млн руб.	521,1	508,7	321,9	897,8	1 543,7

Примечание. ¹ экспертная оценка.

За период с 2012 по 2016 г. наблюдается значительное увеличение оборота организаций по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство» (более 113%), а именно с 22 392 млн рублей в 2012 г. до 47 797 млн рублей в 2015 г. [4], а также трехкратное увеличение налоговых отчислений в краевой консолидированный бюджет с этих организаций [5]. Однако такие резкие колебания показателей напрямую связаны с резким увеличением

курса доллара в конце 2014 и 2015 гг., так как расчеты за экспортные поставки рыбопромышленной продукции производятся в долларах США. В табл. 3 представлены статистические и отчетные показатели предприятий рыбопромышленного комплекса Приморского края.

На территории Приморского края реализуется Государственная программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае на 2013–2020 годы» (да-

лее – Государственная программа), целью которой является обеспечение населения безопасной рыбной продукцией и достижение стабильности рыбопромышленного производства.

Государственная программа включает подпрограмму «Стимулирование обновления и модернизации основных производственных фондов рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае» (далее – Подпрограмма). Государственная программа состоит из основных мероприятий, финансируемых из краевого и федерального бюджетов, два из которых направлены на развитие аквакультуры, в том числе и марикультуры. Меры поддержки предполагают:

- предоставление субсидий на возмещение части затрат организациям, осуществляющим аквакультуру (рыбоводство) и воспроизводство водных биоресурсов с общим объемомфинансирования из краевогобюджета 225 444,36 тыс. рублей и из федерального бюджета в 2017 г. 13 465,40 тыс. руб.;
- субсидии сельскохозяйственным товаропроизводителям на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, на развитие аквакультуры (рыболовство) и товарного осетроводства, софинансируемые из федерального бюджета с общим объемом финансирования из федерального бюджета в 2017 г. 942,45 тыс. руб.;

одно мероприятие направлено на развитие береговой рыбопереработки и холодильных мощностей в Приморском крае, меры поддержки которого предполагают:

– субсидии на возмещение части затрат организациям, осуществляющим рыбохозяйственную деятельность, с общим объемом финансирования из краевого бюджета 472 411,01 тыс. руб.

Если исключить из общего объема финансирования мероприятий Государственной программы иные внебюджетные источники, то из краевого и федерального бюджетов по состоянию на 2017 г. объем государственной поддержки Подпрограммы составляет более 81% от общего объема государственной поддержки Государственной программы или 778 970,75 тыс. руб. [8].

За 2013–2016 гг. 10 организациям, осуществляющим аквакультуру (рыбоводство), оказана государственная поддержка в виде субсидий в объеме 65 766,74 тыс. рублей из предусмотренных Государственной программой в этом же периоде 124 896, 28 тыс. рублей. Недоосвоение бюджетных средств в размере 48% связано с неготовностью организациями выполнить условия Государственной программы в 2013 г., со зна-

чительным сокращением объемов финансирования мероприятия Государственной программы из средств краевого бюджета в 2014 и 2016 гг. В аналогичный период 13 организациям оказана государственная поддержка в виде субсидий в объеме 239 533,41 тыс. рублей из предусмотренных 267 100 тыс. рублей. Недоосвоение бюджетных средств в размере 10% аналогично связано с неготовностью организациями выполнить условия Государственной программы в предыдущие периоды и сокращением объемов финансирования из средств краевого бюджета в 2014 г. [9].

Также стоит обратить внимание, что в открытых источниках отсутствует реестр получателей государственной поддержки в форме субсидий. А малое количество предприятий, получивших государственную поддержку, возможно связано с объемными требованиями и сложным перечнем условий для ее предоставления.

Стоит отметить, что Государственная программа не содержит мероприятий по формированию условий развития рыбопромыслового флота для добычи слабо эксплуатируемых объектов водных биологических ресурсов (специально оборудованные среднетоннажные суда) и выхода в открытые районы Мирового океана (высокотехнологичные крупнотоннажные суда тралового и кошелькового промысла) [10], определенными Стратегией социально-экономического развития Приморского края до 2025 г. в рамках развития рыбохозяйственного кластера.

Строительство проектов в Приморском крае в процессе формирования Дальневосточного рыбопромышленного кластера планировалось еще в 2016 г. Однако до настоящего времени в Государственной программе Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» мероприятий по развитию данного направления не предусмотрены, а в региональной Государственной программе Приморского края в 2017 г. были внесены изменения и мероприятие «Разработка и реализация пилотного проекта рыбоперерабатывающего кластера в Приморском крае» не исключено [11], но уже не прописаны заложенные ранее на данное мероприятия средства в размере 1 606 681,20 млн рублей, из которых 1 558 288,70 (70% от общей суммы) являлись внебюджетными источниками финансирования [8]. Возможно, это связано с тем, что согласно представленной концепции развития Дальневосточного рыбопромышленного кластера вопрос встраивания в него уже существующего бизнеса не до конца понятен. А проработанная и законодательно закрепленная форма участия предприятий в кластере, который взят под крыло двумя федеральными ведомствами, облегчит бизнесу многие задачи, включая и долговременные инвестиции [12].

Одним из приоритетных показателей развития рыбной отрасли является норма душевого потребления рыбных продуктов. Например, значение интегральных показателей и индикаторов государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса «среднедушевое потребление рыбы и рыбопродуктов населением Российской Федерации» должно возрасти с 22,3 кг в 2014 г. до 22,7 кг в 2020 г. [13].

В Приморском крае фактическое потребление рыбных продуктов выше рекомендуемых норм и в последние годы имеет устойчивую тенденцию роста и составляет 30,9 кг, что на 3,9 кг превышает потребление в Дальневосточном регионе и в 1,8 раза – потребление рыбы по России, табл. 4. Но если сравнивать данные с более ранними годами, наблюдается значительное снижение среднедушевого потребления населением Приморья рыбы и рыбопродукции. Так, в 1990 г. этот показатель составлял 52 кг [14].

Таблица 4 Среднедушевое потребление рыбных продуктов (килограммов в год)

Годы	Приморский край	ДФО	Россия
2013	33,6	30,9	22,3
2014	34,3	31,5	22,3
2015	35,3	30,3	21,2
2016	31,5		

Проанализировав значения показателя средней заработной платы на одного работающего в рыбохозяйственном комплексе Приморского края за 2012—2016 гг., можно увидеть его значительное увеличение на 204% (до 65 295 рублей). Тем не менее, за четыре года количество работающих в рыбохозяйственном комплексе Приморского края снизилось на 3,7 тысяч человек (26%) [15].

Браконьерство в Приморском крае широко распространено. Особенно это касается краба. Государственная программа включает в себя мероприятия по организации работы межведомственных оперативных групп по охране водных биоресурсов, предотвращению браконьерства и профилактике правонарушений в Приморском крае. Но выделяемые средства из краевого и федерального бюджетов в объеме 159 244,69 тыс. рублей

за весь период реализации Государственной программы явно недостаточны, чтобы увеличить объем проводимых мероприятий с целью снижения браконьерства.

Квоты на вылов краба распределены среди нескольких крупных рыбопромысловых компаний Приморского края. Возможно, органам государственной власти стоит обратить внимание на распределение квот среди организаций малого и среднего бизнеса с целью снизить браконьерскую добычу краба. А целевой показатель Государственной программы «прирост количества субъектов малого и среднего предпринимательства, осуществляющих рыбохозяйственную деятельность на территории Приморского края» установить приоритетным. В настоящее время запланировано обеспечение динамики данного показателя 3,1% к предыдущему году [6].

Проведенный экспресс-анализ региональных особенностей развития рыбного хозяйства Приморского края позволил сформулировать следующие рекомендации.

В сфере регулирования рыбохозяйственной деятельности федерального уровня:

- обеспечить организацию централизованной разработки программно-технологических средств автоматизированного формирования форм статистического наблюдения для рыбопромышленной отрасли в целях проведения достоверного анализа состояния показателей;
- обеспечить законодательное закрепление определения «рыбный кластер» и формы участия в нем существующих мощностей предприятий рыбной отрасли, обеспечивающее реализацию проекта Дальневосточного рыбопромышленного кластера;
- внести изменения в форму участия субъектов Российской Федерации в реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса», включив показатели (индикаторы):

«норма душевого потребления рыбных продуктов».

В сфере регулирования марикультуры, прибрежного и океанического рыболовства Приморского края:

- в целях реализации Стратегии социально-экономического развития Приморского края до 2025 г. предусмотреть мероприятия, направленные на развитие океанического рыболовства.
- упростить предоставление субсидий из краевого бюджета, в том числе продлить период действия соглашения о предоставлении субсидий, заключаемого между департаментом рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов Приморского края

- и организацией, в отношении которой принято решение о предоставлении субсидии с ежегодного на более длительный срок и снизить требования к условиям Соглашения о комплексном участии в реализации Государственной программы Приморского края в целях привлечения к получению субсидий субъектов малого и среднего предпринимательства;
- провести серию обучающих семинаров для представителей среднего и малого предпринимательства Приморского края, осуществляющих аквакультуру (рыбоводство), для разъяснения и подачи методологии предоставления субсидий из краевого бюджета в целях увеличения предприятий, получивших государственную поддержку;
- не допускать снижения сокращения объемов финансирования мероприятий по предоставлению субсидий из средств краевого бюджета;
- обеспечить открытую публикацию реестра получателей субсидий из средств краевого бюджета в рамках реализации Государственной программы.
- включить софинансирование мероприятия «Субсидии на возмещение части затрат организациям, осуществляющим рыбохозяйственную деятельность» Государственной программы на приобретение нового технологического рыбоперерабатывающего оборудования и модернизацию береговых рыбоперерабатывающих производств из средств федерального бюджета;
- обеспечить условия участия субъектов малого и среднего предпринимательства при распределении квот на добычу краба с целью снижения браконьерского вылова;
- в целях снижения браконьерства целевой показатель Государственной программы «прирост количества субъектов малого и среднего предпринимательства, осуществляющих рыбохозяйственную деятельность на территории Приморского края» на протяжении всего периода реализации Государственной программы установить приоритетным.

Список литературы

- 1. Инвестиционный портал Приморского края. URL: https://invest.primorsky.ru/ (дата обращения: 06.06.2017).
- 2. Салтыков М.А. Тенденции и проблемы рыбохозяйственного комплекса Приморского края за 2007–2014 годы: поиск новых финансовых механизмов развития // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2015. № 4(73). С. 82.

- 3. Официальная статистика // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю. URL: http://primstat.gks.ru (дата обращения: 06.06.2017).
- 4. Социально-экономические показатели: Статистический ежегодник / Баукова Н.Г., Мазелис Л.С, Карпова М.И., Кривобород Л.Н., Тупикина Е.Н, Филонова Е.А., Храмкова В.А.; под ред. Шаповалова В.Ф. Владивосток: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю, 2016.
- 5. Итоги работы // Администрация Приморского края. URL: http://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/fishery/results.php (дата обращения: 05.08.2017).
- 6. Регионы России. Социально-экономические показатели 2016 г. // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_14p/Main.htm (дата обращения: 05.08.2017).
- 7. Экспорт рыбы и морепродуктов составил более 430 миллионов долларов в Приморье // офиц. сайт Администрации Приморского края. URL: http://www.primorsky.ru/news/131170/ (дата обращения: 18.08.2017).
- 8. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» от 15 апреля 2014 г. № 314 // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru. 2014 г. с изм. и допол. в ред. от 31.03.2017 г.
- 9. Департамент рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов. Сведения об использовании департаментом выделяемых бюджетных средств // Администрация Приморского края. URL: http://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/fishery/svedeniya-ob-ispolzovanii-departamentom-vydelyaemykh-byudzhetnykh-sredstv/ (дата обращения: 28.08.2017).
- 10. Закон Приморского края «Стратегия социально-экономического развития Приморского края до 2025» от 2 октября 2008 г. № 324-КЗ // сборник «Ведомости Законодательного Собрания Приморского края». 2008 г. с изм. и допол. в ред. от 02.02.2016 г.
- 11. Постановление Администрации Приморского края «О внесении изменений в постановление Администрации Приморского края от 7 декабря 2012 года № 389-па «Об утверждении государственной программы Приморского края «Развитие рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае на 2013—2020 годы» от 26 апреля 2017 г № 142-па // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru. 2017 г.
- 12. «Дальморепродукт» готов накормить россиян «Доступной рыбой». Подробнее: http://primamedia.ru/news/496454/// сетевое издание «Информационное агентство PrimaMedia» URL: http://primamedia.ru/news/496454/(дата обращения: 23.07.2017).
- 13. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» от 15 апреля 2014 г. № 314 // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru. 2014 г. с изм. и допол. в ред. от 31.03.2017 г.
- 14. Рыбохозяйственный комплекс Приморского края // Федеральная служба государственной статистики URL: http://www.tulastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tulastat/resources/1b1916004876ef23a7d9f7f7eaa5adf2/Граждан.pdf (дата обращения: 05.09.2017).
- 15. Департамент рыбного хозяйства Приморского края. Итоги работы // Администрация Приморского края URL: http://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/fishery/results.php (дата обращения: 01.06.2017).

УДК 338.121

ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛИЧНОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Капкаев Ю.Ш., Кадыров П.Р.

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», Челябинск, e-mail: zam@csu.ru, pavel@csu.ru

Цикличность экономического развития – характерная черта современной экономической системы, проявляющаяся в периодических изменениях основных макроэкономических показателей. В современных условиях развития экономики проблема цикличности приобретает особую значимость, как в отдельных странах, так и в мире в целом. Это связано, с одной стороны, с процессами глобализации, а с другой – с переходом экономически развитых стран от стадии индустриального к постиндустриальному (информационному) обществу. В связи с чем, возникает необходимость не только более детального изучения кризисных тенденций, охватывающих сегодня большинство стран одновременно, но и форсированного перехода к экономического системе нового качества. В связи с этим в данном исследовании проведён детальный анализ экономического цикла, а также отдельных фаз экономического цикла. Определены основные тренды в подходах к изучению экономического цикла, а также предложено ввести понятие «эластичность экономического цикла» для более точного прогнозирования социально-экономического развития страны.

Ключевые слова: структура экономики, структурные преобразования экономики, циклы развития экономики, неоиндустриализация

FEATURES OF CYCLICAL DEVELOPMENT OF THE ECONOMY

Kapkaev Yu.Sh., Kadyrov P.R.
Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, e-mail: zam@csu.ru, pavel@csu.ru

The cyclical economic development is a characteristic feature of the modern economic system, which manifests itself in periodic changes of the main macroeconomic indicators. In modern conditions of development of economy, the problem of recurrence are of particular importance, both in individual countries and in the world as a whole. This is due, on the one hand, with the processes of globalization, and on the other with the transition of developed countries from being industrial to post-industrial (information) society. Therefore, there is a need not only a more

This is due, on the one hand, with the processes of globalization, and on the other with the transition of developed countries from being industrial to post-industrial (information) society. Therefore, there is a need not only a more detailed study of the crisis, covering today the majority of countries at the same time, but the forced transition to an economic system of new quality. In this regard, this study conducted a detailed analysis of the economic cycle and the individual phases of the economic cycle. Identifies the main trends in approaches to the study of the economic cycle, and proposes to introduce the concept of «elasticity of the economic cycle» for more accurate forecasting of socio-economic development of the country.

Keywords: the structure of the economy, structural transformation of the economy, economic cycle, neoindustrialization

История развития мировой экономики показывает нам, что развитие любой экономической системы происходит отнюдь не равномерно, не линейно, т.е. периоды интенсивного роста сменяются глубокими кризисными явлениями. Исходя из опыта исторического развития экономик разных стран становится очевидно, что они имеют склонность к повторению экономических явлений через определённый промежуток времени. Эта особенность была замечена ещё в начале XX века, многие учёные посвятили свои труды выявлению причин повторяющихся кризисных явлений и разработке мер по снижению влияния таковых явлений на экономику. В процессе исследования динамики соотношения производства товара и спроса на них была выявлена определённая закономерность, периодичность их изменения. Анализ динамики соотношения производства товара и спроса на них был положен в основу исследований многих известных экономистов, а именно С. Де Сисмонди, К. Маркса [9], К. Жугляра. Впоследствии идеи работ вышепере-

численных авторов получили своё дальнейшее развитие в работах таких авторов, как У.С. Джевонс, Д. Китчин, М. Туган-Барановский, Н.Д. Кондратьев [7], Й. Шумпетер [10], Дж.М. Кейнс [8], К. Веблен, У. Митчелл, Дж.М. Кларк, М. Калецкий, М. Фридмен.

Современному изучению экономических циклов посвящены работы таких авторов, как Ф. Кидланд, Э. Прескотт, В.И. Бархатов [1–5], С.Ю. Глазьев [6] и др.

В настоящее время, в условиях поиска новой ориентиров социально-экономического развития экономики России, практически отсутствует общепризнанная теория, которая подробно описывает экономические циклы и их особенности, которая смогла бы объяснить причины их возникновения и раскрыть факторы, с помощью которых можно было бы влиять на модификацию экономических циклов.

Актуальность данного исследования определяется необходимостью более подробного уточнения понятия экономического цикла, а также выявления особенностей

экономических циклов в экономике нашей страны и разработки модели экономических циклов для российской экономики на современном этапе развития.

Цель данного исследования заключается в обосновании соответствия фазы структурных преобразований цикличности развития экономики.

В соответствии с поставленной целью исследования необходимо решить ряд задач, а именно:

- Подробно уточнить содержание и соотношение понятий «экономический цикл» и «структурные преобразования экономики» на основе трудов отечественных и зарубежных авторов;
- Определить экономический цикл, в котором находится экономика современной России и раскрыть его особенности;
- Обосновать соответствие фазы структурных преобразований экономики современной России, цикличности развития экономики, а также для более детального прогнозирования социально-экономического развития ввести понятие «эластичность экономического цикла».

На сегодняшний день анализ научной экономической литературы, связанной с изучением цикличности развития экономики, позволит нам выделить две наиболее распространённые трактовки понятия экономический цикл, а именно:

 экономический цикл – это колебания уровня экономической активности, т.е. время, когда периоды подъёма сменяются периодами спада в экономике [5, с. 138];

• экономический цикл — это процесс прохождения экономики от пиковой (повышательной или понижательной) фазы одного цикла до следующей пиковой фазы этого же цикла [5, с. 140].

Каждый отдельный цикл состоит из последовательно сменяющих друг друга фаз. Но здесь следует отметить тот факт, что в теории экономических циклов нет однозначной трактовки фаз экономического цикла. Единая точка зрения на количество фаз в одном цикле также отсутствует, по мнению некоторых современных учёных, сегодня экономический цикл состоит из двух фаз (рецессия - понижательная волна, экспансия повышательная волна), некоторые учёные придерживаются мнения, что экономический цикл сегодня носит трёхфазный характер (кризис – оживление – подъём), но, как мы видим, единой точки зрения на содержание и структуру экономического цикла нет.

В классической экономической литературе чаще всего выделяют от 4 до 5 фаз экономического цикла, а именно кризис, депрессия, оживление, подъём и так называемая пятая фаза экономического цикла — дно (временной отрезок, следующий за фазой депрессии до фазы оживления), графически фазы экономического цикла показаны на рис. 1. Данные фазы экономического цикла характерны для промышленного (классического) цикла, описанного в трудах К. Маркса.

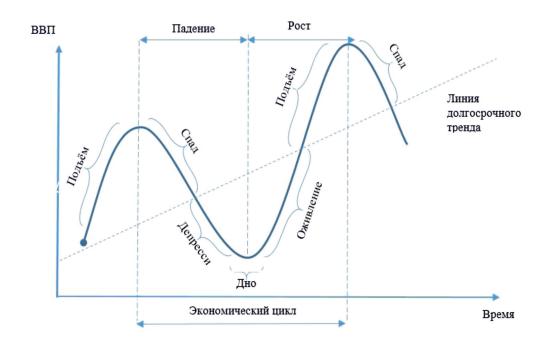


Рис. 1. Фазы экономического цикла

Далее рассмотрим каждую фазу экономического цикла подробнее.

Фаза спада экономического ла – представляет собой определённую экономическую ситуацию, для которой характерно ухудшение параметров экономического развития. Здесь происходит резкое сокращение объёмов производства, снижение доходов, показателей занятости населения, различных инвестиционных показателей. Отталкиваясь от снижения вышеперечисленных показателей, можно говорить о том, что и ухудшится сбыт продукции, а уровень безработицы и банкротство предприятий различных отраслей экономики примут массовый характер. В начальной точке фазы спада цены начинают расти, но в последующем может наблюдаться их падение.

Фаза депрессии экономического цикла — представляет собой определённую экономическую ситуацию, для которой характерен низкий уровень таких экономических показателей, как ставка ссудного процента, заработная плата, цены на товары и объёмы производства. Но отличительной чертой данной фазы экономического цикла является то, что дальнейшее падение вышеперечисленных экономических показателей не происходит, но и рост пока что тоже отсутствует. Фаза депрессии служит как раз той стабилизирующей платформой для оживления экономики. Этот факт связан с тем, что именно в этой фазе устанав-

ливается равновесие совокупного спроса и совокупного предложения, что в свою очередь благотворно влияет на сокращение товарных запасов. Стимулом для оживления экономики выступает низкий уровень цен, как на потребительские, так и на инвестиционные товары. Низкая ставка ссудного процента благоприятно повлияет на обновление основного капитала.

Фаза оживления экономического цикла — представляет собой определённую экономическую ситуацию, для которой характерно массовое обновление основного капитала, сокращение уровня безработицы населения, рост уровня заработной платы населения, а также рост цен, спроса на потребительские товары, рост процентных ставок, т.е. фаза оживления — это восстановительная фаза экономики. Продолжается фаза оживления до момента, когда макроэкономические показатели достигают уровня предкризисного состояния.

Фаза подъёма экономического цикла – представляет собой определённую экономическую ситуацию, для которой характерен дальнейший рост макроэкономических показателей, в это время наблюдается значительное превышение объёма производства по сравнению с предкризисным состоянием. В данном временном отрезке экономического цикла экономика приближается к полной занятости.

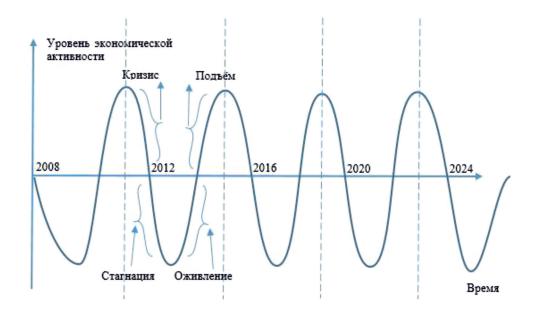


Рис. 2. Экономический цикл Д. Китчина

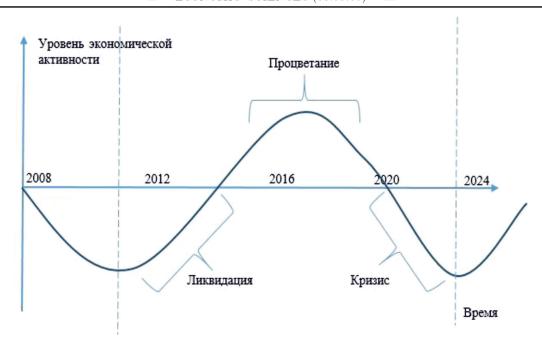


Рис. 3. Экономический цикл К. Жюглара

При более детальном рассмотрении структуры экономического цикла можно разделить его на 4 фазы (описанные выше), или же на 2 волны, а именно понижательная (состоит из фазы спад — депрессия) и повышательная (состоит из фазы оживление — подъём).

Вышеописанные фазы составляют один полный экономический цикл, который может продолжаться до бесконечности долго. Но несмотря на то, что экономический цикл может повторяться бесконечно долго, продолжительность цикла и составляющих его фаз, а также причины, вызвавшие их, различаются. На сегодняшний день, основным критерием классификации экономических циклов является их продолжительность. Как правило, выделяют:

- краткосрочные циклы (циклы Д. Китчина) продолжительность от 2 до 4 лет;
- среднесрочные циклы (циклы К. Жюглар, производственные циклы К. Маркса) продолжительность от 7 до 11 лет;
- долгосрочные циклы («длинные волны» Н.Д. Кондратьева, теория деловых циклов Й. Шумпетера, строительные циклы С. Кузнеца) продолжительность от 55 до 60 лет и от 25 до 30 лет.

Краткосрочные экономические циклы (циклы Китчина) — это циклы, порождаемые конкретным соотношением спроса и предложения, которое воздействует на изменение степени загрузки предприятий

и дополнительной рабочей силой. Как правило механизм образования краткосрочных циклов зависит от временной погрешности (временного запаздывания) в движении информации, которые напрямую влияют на принятие управленческих решений коммерческими фирмами. Графически краткосрочные экономические циклы Д. Китчина показаны на рис. 2.

Среднесрочные экономические циклы (Циклы К. Жюглара и производственные циклы К. Маркса). К. Жюглар разделял полный экономический цикл на 3 фазы, а именно фаза процветания – фаза кризиса – фаза ликвидации. Основную причину смены периодов активности и упадка экономики учёный связывал с периодическим колебанием товарных цен. Здесь мы можем наблюдать не только колебания в загрузке существующих производственных мощностей предприятия, но и различные циклические изменения в объёме инвестиций в основной капитал. В итоге, кроме временного лага в движении информации, характерного для краткосрочного цикла Д. Китчина, здесь присутствует временной лаг между принятием инвестиционного решения и возведением производственных мощностей, а также их запуском. Графически среднесрочные экономические циклы К. Жюглара показаны на рис. 3.

Раскрывая структуру среднесрочного экономического цикла, продолжитель-

ность которого, как правило, располагается в диапазоне от 7 до 11 лет, необходимо упомянуть о производственных циклах К. Маркса. Концепция производственных волн К. Маркса заключалась в том, что причиной циклических колебаний в экономике страны являлось периодическое обесценивание капитала в результате изменений его органического строения и, как следствие, понижение средней нормы прибыли. В основе изменений органического строения капитала лежит средний оборот основного капитала.

Долгосрочные экономические циклы развития экономики были изучены Н.Д. Кондратьевым и Й. Шумпетером, и также к этому списку можно отнести работы С. Кузнеца.

Согласно теории длинных циклов Н.Д. Кондратьева, в определенный промежуток времени становится достаточно рентабельным инвестировать капитал в крупные сооружения. В данный период начинается цикл нового строительства, когда находят широкое применение накопившиеся технические изобретения и создаются производственные силы. Именно в этот момент толчком для перехода в «понижательную» фазу (фазу спада) является недостаток ссудного капитала, ведущий к повышению ссудного процента и, как следствие, к свертыванию хозяйственной активности и падению цен. При этом депрессивное состояние хозяйственной жизни толкает к поиску новых путей удешевления производства, а именно технических изобретений. Но эти изобретения будут использованы уже в следующей «повышательной» волне, когда обилие свободного денежного капитала и его дешевизна вновь сделают рентабельными радикальные изменения в производстве. При этом Н. Кондратьев подчеркивает, что свободный денежный капитал и низкий процент являются необходимым, но недостаточным условием перехода к «повышательной» фазе цикла. Не само по себе накопление денежного капитала выводит экономику из депрессии, а приведение им в действие научно-технического потенциала общества.

Согласно теории экономических циклов Й. Шумпетера, длительные циклы происходят посредством ключевого значения инноваций. Причина долговременных колебаний, по мнению Й. Шумпетера, заключается во внедрении нововведений, которые существенным образом могут менять как технологию производства предлагаемых покупателю товаров, так и их наборы, причем это внедрение происходит периодически, а не постоянно. Когда существующие

наборы товаров заполняют рынок, дальнейшее расширение производства возможно лишь за счет выбывших из употребления товаров, но нельзя изготовить принципиально новый продукт, используя прежнюю технологию, т.е. нельзя расширить рынок. Таким образом, базовые нововведения порождают рост производства в передовых отраслях, что вызывает стимул к структурной перестройке и росту экономики; рынок заполняется, т.е. кризисная ситуация нарастает, требует создания новых рынков для самовозрастания капитала. Другими словами, при устаревании материально-технической основы производства хозяйственный механизм необходимо привести в соответствие с уровнем развития производительных сил, качественно изменив производительные силы, чем обеспечить новый длительный подъем экономики. Графически экономические циклы Н.Д. Кондратьева и Й. Шумпетера показаны на рис. 4.

Согласно теории экономических (строительных) циклов С. Кузнеца, появление строительных циклов связано с демографическими процессами, а именно он рассматривал приток мигрантов и связанные с ним оживления (пики) в строительной отрасли. Графически экономические циклы С. Кузнеца показаны на рис. 5.

Основываясь на анализе различных подходов к изучению циклического развития экономики, можно констатировать тот факт, что в разные отрезки времени одни и те же циклы ведут себя по-разному. Со времён рыночных реформ 1990-х гг. и по сей день экономика России многократно сталкивалась как с кризисами, так и с подъёмами, однако характер и структура циклических колебаний, продолжительность цикла в целом и отдельных его фаз существенно изменились.

На изменение структуры и длительности экономического цикла влияет множество факторов, но наиболее сильное влияние оказывают следующие:

- углубление процессов интеграции и либерализации;
- усиление международного разделения труда;
- массовое применение и бурное развитие информационных и коммуникационных технологий, программного обеспечения, нанотехнологий, композитных материалов и т.д.

В итоге, под влиянием многочисленных факторов, присущих современной экономике, экономический цикл приобрёл новые черты, и, как следствие, изменилась форма протекания кризиса, как в мире в целом, так и в России в частности.

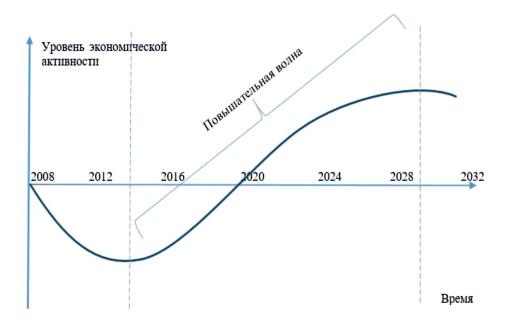


Рис. 4. Экономический цикл Н.Д. Кондратьева

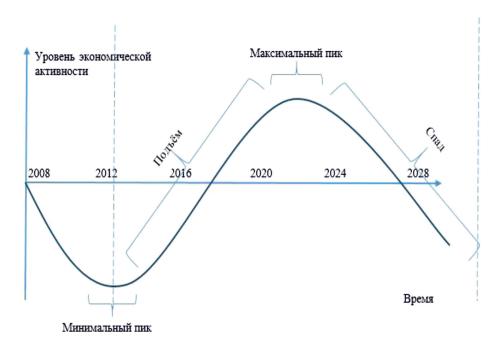


Рис. 5. Экономический цикл С. Кузнеца

Экономический цикл, независимо от классификации (краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный), имеет тенденцию к сжиманию, т.е. колебания принимают всё меньший размах. Как мы знаем, экономический цикл складывается из фаз, которые под действием факторов принимают характер небольших циклов (квазициклов), которые

повторяются каждые 4–5 лет вместо 8–10. Вместе с тем изменилась и форма перехода от одной фазы цикла к другой. Продолжительность депрессии сократилась, фаза оживления стала короче, увеличилась продолжительность фазы подъема. Переход от подъема к кризису происходит медленнее и сравнительно плавно. За циклическими

кризисами нередко следуют периоды длительного застоя капиталовложений, несмотря на оживление и рост производства. Данные изменения, с нашей точки зрения, обусловлены, прежде всего, качественными сдвигами в мировой и национальных экономиках, а также деятельностью государства в сфере антициклического регулирования.

Исходя из вышеописанных тенденций в изменении структуры экономического цикла в современной экономике необходимы новые подходы к изучению структуры экономического цикла. Помимо анализа экономического цикла в целом, необходимо более подробно анализировать отдельные фазы цикла, т.к. они отнюдь не одинаковы. Временные отрезки повышательной и понижательной волны на современном этапе развития неравномерны (т.е. отличаются как по количественным, так и по качественным характеристикам). Составляющие фазы повышательной (спад – депрессия) и понижательной (оживление – подъём) волны также неравномерны. Поэтому считаем целесообразным для более точного прогнозирования социально-экономического развития экономики на основе теории циклического развития экономики ввести понятие «эластичность экономического цикла».

Список литературы

1. Бархатов В.И. Устойчивое развитие экономики России в современных условиях / В.И. Бархатов // Вестн. Челяб. гос. ун-та. -2014. -№ 9. Экономика. Вып. 44. - C. 5–11.

- 2. Бархатов В.И. Противоречия хозяйственного развития в XXI веке / В. И. Бархатов // Экономическая политика: на пути к новой парадигме: XV Друкеров. чт. (5–6 июня 2013 г.): материалы междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. / под ред. Р.М. Нижегородцева, А.И. Тихонова, Н.В. Финько. М.: Доброе слово, 2013. Т. 1. С. 28–34.
- 3. Бархатов В.И. Неоэкономика в современной экономической теории / В.И. Бархатов, Г.П. Журавлёва. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2011. 327.
- 4. Бархатов В.И. Интеграция теории жизненных циклов в эволюционную теорию корпорации / В.И. Бархатов, Д.А. Плетнёв // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Гуманитар. науки. -2013. № 3. C. 150—157.
- 5. Микроэкономика [Текст]: учебное пособие / В.И. Бархатов, Д.С. Бенц; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Челябинский гос. ун-т». Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2014. 262 с.
- 6. Глазьев С.Ю. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования / С.Ю. Глазьев, Д.С. Львов, Г.Г. Фетисов. М., 1992.-207 с.
- 7. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения: Избранные труды / Кондратьев Николай Дмитриевич; Ред. кол. Л.И. Абалкин и др.; Международный фонд Н.Д. Кондратьева. М.: Экономика, 2002. 767 с.
- 8. Кейнс Д.М. Избранные произведения: Пер. с англ. / Кейнс Джон Мейнард; Предисл., сост. А.Г. Худокормова; Ред. Е.А. Рязанцева. М.: Экономика, 1993. 543 с.
- 9. Маркс К. Экономические рукописи 1857—1861 гг. (первоначальный вариант «Капитала»): В 2 ч. Ч. 2 / Маркс Карл; Инситут марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. М.: Политиздат, 1980.-620 с.
- 10. Шумпетер Й.А. Капитализм, социализм и демократия / Й.А. Шумпетер // Антология мировой политической мысли. М., 1997. Т. II. С. 221–233. Печат. по: Шумпетер Й. Капитализм, социализм и демократия. М., 1995.

УДК 332.146

УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПАНИИ КЛАСТЕРОВ: РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Костенко О.В.

ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров, e-mail: kostenko ov@ygsna.info

Развитие кластера происходит более успешно при наличии специальных органов управления. В мировой практике два из трех кластеров учреждают для этого новое юридическое лицо. В России только каждый третий кластер создает новую организацию для управления кластером. Кроме того, чрезмерно велико влияние региональных органов власти при выборе управляющей компании кластера. У значительной доли кластеров (13%) ее функции прямо возложены на региональные министерства. Не единичны случаи «двоевластия» при назначении управляющих компаний. Доля публичных финансов в обеспечении деятельности управляющих компаний высока, как за рубежом (более 50%), так и в России (более 70%). Успех управляющих компаний кластеров зависит от двух факторов: преобладающее влияние на управление кластером не органов власти, а предприятий кластера, а также профессионализм и специальная подготовка сотрудников управляющих компаний.

Ключевые слова: кластер, управляющая компания кластера, финансирование кластера

CLUSTER MANAGING COMPANIES: RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE

Kostenko O.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vyatka State Agricultural Academy», Kirov, e-mail: kostenko ov@ygsha.info

The cluster is more successful if there is a cluster management company. In the world practice, two of the three clusters create a new legal entity. In Russia, only every third cluster registers a new organization – the cluster manager. Besides, the influence of regional governments on the choice of a cluster management company is excessively large. In a significant share of clusters (13%), regional ministries are appointed as cluster management companies. There are cases of «dual power» in the appointment of cluster management companies. The share of public finance for cluster management companies is high, both abroad (more than 50%), and in Russia (more than 70%). The success of cluster management companies depends on two factors: the influence of cluster participants prevails, but not the influence of regional authorities, as well as the professionalism and special training of employees of cluster management companies.

Keywords: cluster, cluster management company, cluster financing

Кластерный подход в настоящее время широко применяется в качестве инструмента региональной экономической политики. Вместе с тем формирование и развитие кластеров в российской экономике идет более медленно в сравнении с планами и прогнозами. Темпы формирования и развития кластеров зависят в том числе от качества формирования и работы управляющих компаний.

Цель исследований — проанализировать мировой и российский опыт организации и финансирования управляющих компаний кластеров, в целях последующего методологического обоснования стратегии формирования кластеров.

Работа выполнена в ФГБНУ СВРНЦ и ФГБОУ ВО Вятская ГСХА.

Материалы и методы исследования

В процессе исследования были использованы общенаучные подходы (системный подход, диалектический и абстрактно-логический методы). Информационно-эмпирической базой исследования послужили стратегии и программы развития российских

кластеров; сайты российских кластеров; данные проекта «Карта кластеров России» [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Наравне с коллегиальными органами кластеры формируют исполнительные органы, в отношении которых устоялись термины «управляющая компания» или «специализированная организация» кластера. Если к компетенции коллегиальных органов относится утверждение стратегий и программ развития кластеров, то в функции управляющих компаний обычно входит текущая работа по реализации решений, принятых коллегиальными органами.

Международный и российский опыт свидетельствует, что для формирования кластера (управляющей компании кластера) применяются разные варианты [2, с. 28]. Обычно это создание юридического лица либо заключение договора консорциума между участниками (цель которого — координация их предпринимательской деятельности).

В мировой практике (данные международного проекта Global Cluster Initiative Survey) большинство кластеров имеет управляющие структуры. По данным 2003 г. [3, с. 11] 89% кластерных инициатив имели специального посредника, по данным 2013 г. [4, с. 26] 65% кластерных инициатив были оформлены как отдельное юридическое лицо (или специальное подразделение в составе юридического лица) и 35% кластеров работали в формате неформальной организации.

Для российских кластеров характерно обратное соотношение. Анализ данных проекта «Карта кластеров России» (97 кластеров) показал, что управляющие компании указаны у всех кластеров, зарегистрированных в проекте. Большинство кластеров сформировано по упрощенному варианту, путем заключения соглашения сторон о сотрудничестве (договор консорциума), а также на основании решения региональных органов власти (табл. 1).

Какой же орган выполняет функции управляющей компании в случае, если кластер создан на основании простого договора между его участниками? По данным проекта «Карта кластеров России» получены следующие результаты (рис. 1).

В большинстве случаев (69%) функции управляющей компании возлагаются на ре-

гиональные институты развития (центры кластерного развития, а также региональные корпорации развития, центры поддержки предпринимательства и т.п.). Парадоксально, но в 19% случаев в качестве управляющей компании кластера назначены региональные органы исполнительной власти (министерство экономического развития или др.). Исключительно ценен опыт, когда такие функции берет на себя вуз или научная организация.

Ситуация, когда управляющая компания кластера создается как самостоятельное юридическое лицо, кажется нам более стабильной и потенциально результативной (28% кластеров проекта). Однако мы обнаружили, что несколько таких кластеров указали одновременно две организации (например, Алтайский биофармацевтический кластер вписал как управляющие компании КГБУ «Алтайский центр кластерного развития» и НП «Алтайский биофармацевтический кластер»). Подобную ситуацию «двоевластия» отмечает Е.С. Куценко [5, с. 38] по пилотным кластерам. Аналогичный факт обнаружен исследователями НИУ ВШЭ и Фонда ЦСР «Северо-Запад» [6, с. 28] (Биотехнологический инновационный территориальный кластер Пущино, кластер «Физтех XXI»).

 Таблица 1

 Организационно-правовые формы формирования российских кластеров, ед.

Форма	Г	од инсти	гуционал	іизации н	сластера		Всего	В%
	до 2012 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.		к итогу
Кластер как соглашение (без образования юридического лица)	8	14	9	20	16	3	70	72
Некоммерческое партнерство, ассоциация, AHO	8	5	2	6	4	_	25	26
Акционерное общество или ООО	_	_	_	_	2	_	2	2
Итого	16	19	11	26	22	3	97	100

Примечание. Составлено автором по данным проекта «Карта кластеров России».

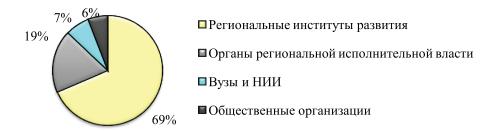


Рис. 1. Органы, выполняющие функции управляющей компании в кластерах, созданных по соглашению участников о сотрудничестве (без образования юридического лица), (составлено автором по данным проекта «Карта кластеров России»)

Изучение опыта российских пилотных кластеров [6, с. 31] показывает также, что «крайне редки практики назначения руководителя управляющих компаний с учетом мнения участников кластера. Данная тенденция не вполне соответствует зарубежному опыту». По всей видимости, это достаточно опасный факт и возможное препятствие для развития кластерных инициатив. В связи с этим закономерно возникает вопрос о соотношении статусов коллегиальных и исполнительных органов управления кластерами, а также влиянии на их работу органов региональной власти. Рассмотрим несколько примеров.

Инновационный кластер информационных и биофармацевтических технологий Новосибирской области был создан по инициативе региональных органов власти, а его схема управления утверждена Постановлением Правительства Новосибирской области от 20.09.2013 № 399-р «Об утверждении программы государственной поддержки развития Инновационного кластера

информационных и биофармацевтических технологий Новосибирской области на период 2013—2017 годов» (рис. 2).

Обращает на себя внимание, во-первых, то, что участники кластера находятся на нижнем уровне иерархии. В схеме отсутствует общее собрание участников кластера. Во-вторых, совет кластера формируется «сверху» Правительством Новосибирской области (в лице министерств и Центра кластерного развития). Вводятся ли в его состав представители предприятий кластера, влияют ли они на принимаемые решения? Кто в большей мере – предприятия кластера или органы власти - определяют приоритеты и направления развития? По данным проекта «Карта кластеров России» в кластере сформирована не одна, а сразу три управляющие компании – НП «Сибакадемсофт», НП «Биофарм» и НП «Сиббиомед».

Еще один пример — схема управления Кластером информационных технологий Республики Татарстан, выложенная на его сайте (рис. 3).

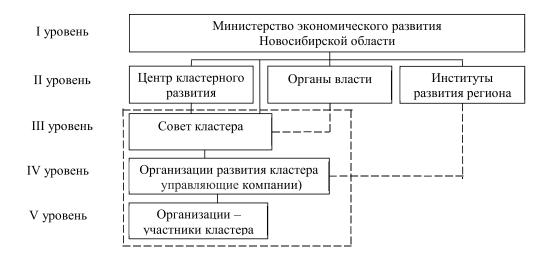


Рис. 2. Схема организационного развития Инновационного кластера информационных и биофармацевтических технологий [6, с. 37]

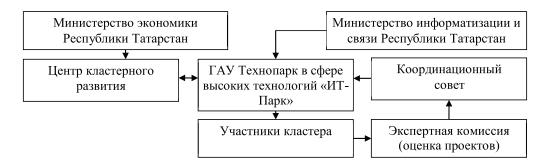


Рис. 3. Схема органов управления Кластера информационных технологий Республики Татарстан [7]

Кластер также был создан по инициативе региональных органов власти и институтов развития. Координационный совет кластера полностью сформирован из их представителей: Министерство экономики и Министерство информатизации и связи Республики Татарстан, Центр кластерного развития, ГАУ «ИТ-Парк» и АНО «Камский центр кластерного развития субъектов малого и среднего предпринимательства». Данные о представителях предприятий кластера в координационном совете отсутствуют.

По результатам анализа организационных структур ряда российских кластеров мы вынуждены констатировать, что просматривается большое влияния региональной власти и, соответственно, малое – представителей бизнеса. Е.С. Куценко [5, с. 37], анализируя опыт пилотных кластеров, также отмечает усиление влияние региональных администраций. Причины сложившейся ситуации — слабость кластерных инициатив бизнеса, низкая мотивация на совместную деятельность, невысокая степень доверия к партнерам и органам власти. В этом случае отсутствие частной инициативы замещается инициативой государства.

Следует ли стремиться к тому, чтобы органы управления кластерами (совет кластера, управляющая компания кластера) были как можно более независимы от органов власти? Попытаемся проанализировать имеющиеся данные из зарубежной практики.

В последние годы Верхняя Австрия позиционирует себя как один из наиболее компетентных регионов в области кластерного и сетевого взаимодействия [5, с. 41]. Ключевой организацией поддержки кластеров Верхней Австрии является компания «Clusterland Oberösterreich GmbH». Организация поддерживает и развивает семь кластеров и две сети [8, с. 12]. У каждого кластера действует консультативный совет, в состав которого входят 8—14 представителей компаний на кластер. В задачи консультативного совета входит:

- стратегическое консультирование менеджеров кластеров и сетей;
- экспертное консультирование по технологиям и ноу-хау в соответствующих областях;
- внедрение и распространение передового опыта;
- формирование экспертного комитета в составе 8–15 представителей компаний-партнеров и 1–2 профессора по профилю кластера;
- руководители консультативных советов кластеров и сетей также входят в консультативные советы компаний.

Оценивая опыт Верхней Австрии, следует отметить ряд моментов. Во-первых, управляющие компании кластеров учреждены государственными и общественными организациями, что схоже с российской практикой. Однако это обстоятельство успешно уравновешивается тем, что в составе консультативных советов кластеров преобладают представители компаний кластера, а не представители государственных организаций. В консультативные советы в обязательном порядке вводятся представители академической сферы, причем не руководители университетов, а ученые по профилю кластера. Такой порядок формирования советов кластеров позволяет государству инициировать развитие кластеров и одновременно успешно запускать механизмы активного участия в кластерном взаимодействии ключевых лиц предприятий и университетов.

Во-вторых, в организации работы управляющих компаний кластеров Верхней Австрии применяются «высокие» методы менеджмента - матричные структуры, межкластерное взаимодействие, объединение усилий нескольких управляющих кластерных компаний. Это значимо увеличивает эффект развития кластеров. Обмен опытом и идеями становится на порядок более интенсивным. Формирование общих для нескольких кластеров сетей взаимодействия позволяет быстрее выстраивать такие сети, поднимать «градус взаимодействия», использовать преимущества перелива знаний между отраслями и т.д.

Европейские кластеры за десятилетия накопили существенный опыт работы кластерных менеджеров. В ходе исследования международного проекта Global Cluster Initiative Survey от 2013 г. [4, с. 2–3] отмечено, что деятельность по управлению кластерами сформировалась как самостоятельная профессиональная область, появилась профессия «менеджер кластера». С 2006 года существует ежегодная премия «Cluster Manager». Создана система аккредитации и оценки качества кластерного менеджмента европейского фонда European Cluster Excellence Initiative (EFCE) [9]. Глобальная сеть практиков по вопросам конкурентоспособности, кластеров и инноваций ТСІ поддерживает ряд направлений работы с кластерами: регулярные конференции, посвященные развитию кластеров, Европейский клуб кластерных менеджеров (European Cluster Managers' Club) и другие. В России аналогичные процессы находятся в начальной стадии.

Важным моментом в запуске кластерных инициатив являются механизмы их финансирования. По этому поводу Е.С. Ку-

ценко [5, с. 38] отмечает, что «доминирование государства в управлении кластерами подкрепляется его статусом основного источника финансирования» (рис. 4). В совокупности доля бюджетов (федеральный бюджет, региональные и местные бюджеты) составила 71,5%.

Анализ, проведенный нами по данным проекта «Карта кластеров России», показал аналогичные результаты (данные по кластерам выборки, указавшим источники финансировании, табл. 2). Три кластера из четырех используют бюджетные средства.

У зарубежных кластеров (данные исследования Global Cluster Initiative Survey, 2013 г.) доля публичных источников финансирования также значительна [4, с. 23]. В сумме бюджеты разных уровней состав-

ляют 54% (рис. 5). С 2003 г. соотношение между публичными и частными финансами кластеров не сильно изменилось. Поэтому соотношение 60/40 (60% доля публичных средств) сегодня признано неким постоянным соотношением.

В. Паммингер [8, с. 13] на основе опыта кластеров Верхней Австрии приводит данные о том, что по мере «взросления» кластера растет доля самофинансирования кластера. В первые годы после создания кластера самофинансирование составляет всего 5–10% и со становлением кластера увеличивается до 45–90%. С точки зрения описания жизненного цикла кластера это ожидаемая динамика, а также подтверждение правильного развития кластера, качества кластерного менеджмента.



Рис. 4. Источники финансирования управляющих компаний пилотных инновационных территориальных кластеров России, % [5, с. 40]

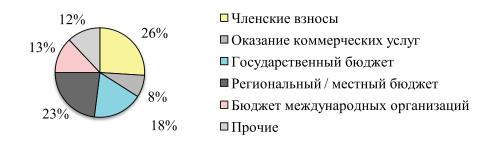


Рис. 5. Источники финансирования управляющих компаний кластеров в мире [4, с. 23]

Источники финансирования кластеров

Таблица	2
---------	---

Кластер	Структура финансирования управляющей компании кластера
Байкальский фармацевтический кластер, Иркутская область	88% — средства федерального бюджета; 12% — средства регионального бюджета
Некоммерческое партнёрство инновационно-промышленный кластер транспортного машиностроения «Метрополитены и железнодорожная техника», Санкт-Петербург	100% взносы участников
Туристский кластер Новгородской области	100% средства регионального бюджета
Агропромышленный кластер Новгородской области	100% средства регионального бюджета

 Π р и м е ч а н и е . Составлено автором по данным проекта «Карта кластеров России» и сайтов кластеров.

Выводы

В результате анализа опыта управляющих компаний кластеров российских кластеров сформулированы следующие выводы:

- только каждый третий кластер в России учреждает управляющую компанию кластера (в мировой практике два из трех кластеров создают новое юридическое лицо);
- при выборе управляющей компании кластера чрезмерно велико влияние органов власти. У значительной доли кластеров (13%) ее функции прямо возложены на региональные министерства. Не единичны случаи «двоевластия» при назначении управляющих компаний;
- доля публичных финансов в обеспечении деятельности управляющих компаний высока, как за рубежом (более 50%), так и в России (более 70%);
- успех развития зависит от двух факторов: преобладающее влияние на управление кластером не органов власти, а предприятий кластера, а также профессионализм и специальная подготовка сотрудников управляющих компаний кластеров.

Список литературы

1. Карта кластеров России // Проект Российской кластерной обсерватории ИСИЭЗ НИУ ВШЭ // http://map.cluster.hse.ru/ (дата обращения: 04.10.2017).

- 2. Руководство по развитию кластеров, 2009 [Электронный ресурс]. URL: http://rus.kohtla-jarve.ee/uploads/documents/valissuhted/projektid/2/cd/ru/guide.pdf (дата обращения: 03.08.2017).
- 3. Solvell O., Lindqvist G., Ketels C. The Cluster Initiative Greenbook. Stockholm: Ivory Tower AB, 2003 [Электронный ресурс]. URL.: http://www.hse.ru/data/2012/08/08/1256393499/GreenbookSep031.pdf (дата обращения: 05 10 2017)
- 4. Lindqvist G., Ketels C., Solvell O. The Cluster Initiative Greenbook 2.0. Ivory Tower Pub-lishers, Stockholm, 2013. 66 p.
- 5. Куценко Е. Пилотные инновационные территориальные кластеры России: модель устойчивого развития // Форсайт. 2015. Т. 9, № 1. С. 32–55.
- 6. Система менеджмента для управляющих компаний инновационных территориальных кластеров Российской Федерации. Отчет подготовлен НИУ ВШЭ и Фондом ЦСР «Северо—Запад», 2014 // Официальный сайт АО «РВК» [Электронный ресурс]. URL: https://www.rvc.ru/upload/iblock/946/201403_management_companies_clusters.pdf (дата обращения: 16.10.2017).
- 7. Официальный сайт Кластера информационных технологий Республики Татарстан [Электронный ресурс]. URL: http://www.itklaster.ru/rus/about/ (дата обращения: 08.10.2017).
- 8. Презентация генерального директора Центра кластерного развития Верхней Австрии Вернера Паммингера на научно-практическом семинаре в НИУ ВШЭ «Управление территориальными кластерами: лучшие международные практики». 2015 [Электронный ресурс]. URL: http://clustenser.u/docdoc/Библиотека/Pamminger, %20 Moscow, %20 HSE %20seminar, %20spring %202015.pdf (дата обращения: 22.10.2017).
- 9. Clusterportal Baden-Wurttemberg [Электронный ресурс] URL: www.clusterexcellence.eu/ (дата обращения: 16.10.2017).

УДК 331.104

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Легчилина Е.Ю.

ФГБОУ «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, e-mail: legcelena(a)yandex.ru

Настоящая статья посвящена вопросам трансформации системы социально-трудовых отношений в крупных экономических системах (на примере российских железных дорог). Объект исследования – социально-трудовые отношения. Предмет изучения – трансформация системы социально-трудовых отношений в экономических системах. Целью настоящей статьи является исследование процесса трансформации системы социально-трудовых отношений (СТО) крупных экономических систем на основе методологии системно-синергетического подхода. При написании статьи применялась методология системного, институционального и синергетического подходов. В работе предложена модель процесса трансформации СТО на основе принципов синергетики и системного подхода. Рассмотрено авторское видение понятия «трансформации системы СТО», которое предполагает модификацию системы СТО с изменением целевой направленности. Рассмотрены три стадии трансформации СТО: прототрансформация, частичная трансформация, полная трансформация.

Ключевые слова: трансформация социально-трудовых отношений, трудовые процессы, социальные взаимодействия, системно-синергетический подход, институциональный подход

TRANSFORMATION OF SOCIAL-WORK RELATIONSHIP ON THE STAGES OF ECONOMIC SYSTEM LIFE CYCLE

Legchilina E.Yu.

Federal State Budget Educational Institution «Omsk State Railway Engineering University», Omsk, e-mail: legcelena@yandex.ru

The present article deals with transformation of the social-work system within major economic system (on the example of Russian railway). The object of the research – is social-work relationship (SWR). The subject matter – is the transformation of social-work system within economic system. The purpose of the article – is to study the transformation process of social-work relationship within major economic system on the methodological basis of system-based synergetic approach. Methodology of system-based, institutional and synergetic approaches have been applied in the course of writing the article. It is suggested to use the model of transformation process of social-work relationship system on the basis of principles of synergetic and system approaches. The author represents the vision of the category 'SWR system transformation' which considers modification of SWR system and changing the goals. Three stages of SWR transformation have been studied: proto-transformation, partial transformation, complete transformation.

Keywords: transformation of social-work relationship, work flows, social interrelations, system-based synergetic approach, institutional approach

Развитие современных экономических систем направлено на наукоемкую экономику, ориентированную на ресурсосбережение, автоматизацию труда и трудового процесса (трудосбережение), и, соответственно, предполагает трансформацию системы социально-трудовых отношений

Накопленный опыт реформирования, реструктуризации и организационных изменений в экономических системах показывает, недооценку роли системы социальнотрудовых отношений (СТО).

Автор данной статьи предполагает, что успех любого реформирования и преодоление кризисных тенденций требует трансформации системы социально-трудовых отношений в организации, формирование мотивации на изменение, построение новой системы СТО. На соответствующем этапе жизненного цикла экономической системы

выстраивается модифицированная система социально-трудовых отношений.

Несмотря на огромное число научных публикаций в области социально-трудовых отношений, где рассмотрены вопросы сущности «социально-трудовых отношений», концепции и модели реформирования социальнотрудовых отношений в России и за рубежом [1, 2], многие теоретические и методологические аспекты процессов трансформации системы социально-трудовых отношений экономических систем остаются открытыми.

Цель настоящей статьи – проанализировать процессы трансформации социальнотрудовых отношений на этапах жизненного цикла экономической системы.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования рассмотрены основные научные публикации зарубежных и отечественных

авторов по теме трансформации системы социальнотрудовых отношений, а также использован статистический материал российских железных дорог. В работе применялись такие методы исследования, как аналитический метод и статистический метод. Общие выводы работы построены на основе методологии системно-синергетического подхода.

Результаты исследования и их обсуждение

Определим социально-трудовые отношения как неоднородную, синергетическую систему связей, возникающую в «трудовых процессах» на основе обмена ценностями, функционирующую в институциональной среде и способную трансформироваться на этапах жизненного цикла экономической системы [3].

Исследуя вопросы трансформации СТО крупных экономических систем, будем исходить из следующих положений:

1. Трансформация социально-трудовых отношений представляет собой процесс поглощения структурно-функциональной системой СТО «изменений» из внешней среды и встраивания их в общую систему СТО, что приводит к появлению новых для такой системы «наследуемых» признаков и принципов», то есть трансформация предполагает модификацию СТО с изменением целевой направленности, характеристик и параметров системы социально-трудовых отношений.

Структурно-функциональная система СТО включает следующие подсистемы:

«Институты» («Институциональное пространство»), которые регламентируют правоотношения в системе СТО, то есть устанавливают правила регулирования совместной деятельности и представляют отражение фактических социально-трудовых отношений на институциональном и законодательном уровнях в нормативных актах, регулирующих правовую сторону этих отношений.

«Трудовые процессы», определяют фактические социально-трудовые отношения (включающие субъективные и объективные отношения), которые возникают в процессе трудовой и экономической деятельности.

«Человеческие ресурсы» – персонал, который способен участвовать в трудовых процессах, включая квалификационные характеристики, уровень компетентности и знаний.

Подсистема «Взаимодействие» предполагает обмен ценностями между участниками СТО в рамках институционального пространства.

2. Трансформация СТО происходит при изменении самой экономической системы.

Рассмотрим трансформацию системы СТО на основе методологии системно-синергетического подхода.

Основные составляющие социальнотрудовых отношений как синергетической системы связей: «человеческие ресурсы», «трудовые процессы», «институты», «стратегические правила экономической системы», «тактические правила экономической системы», «этап жизненного цикла экономической системы», «синергетический эффект».

Этап жизненного цикла экономической системы определяет концепцию социальнотрудовых отношений.

Подсистема «стратегические правила экономической системы» устанавливает долгосрочные правила поведения для всех элементов системы социально-трудовых отношений.

«Тактические правила экономической системы» определяют текущую структуру социально-трудовых отношений и текущие правила для элементов социально-трудовых отношений.

Подсистема «сопровождение» предполагает поддержание текущей структуры социально-трудовых отношений, исполнение текущих правил элементами социально-трудовых отношений. Здесь прослеживается тенденция к устойчивости обновленной системы социально-трудовых отношений.

Дестабилизация системы социальнотрудовых отношений включает противоречие текущих «правил» и изменившихся внешних и внутренних условий экономической системы (тенденции неустойчивости).

Подсистема «адаптация» предполагает выработку и согласование новых текущих «правил» в системе социально-трудовых отношений.

«Разрушение системы» предполагает противоречие стратегических правил и изменившихся внутренних и внешних условий, следовательно, отмечается крайняя неустойчивость системы социально-трудовых отношений.

Разрушение системы и развитие новой системы СТО включает синтез новых «правил» и структуры и внедрение правил как автокаталитическая реакция (точка бифуркации) (рис. 1).

Основные параметры трансформации СТО: экономические, технологические, мотивационные, социально-культурные.

Рассмотрим параметры трансформации СТО на этапе развития наукоемкой (неоиндустриальной) экономики.

Экономические параметры: многократно возрастает динамика и уровень производительности труда, изменяется структура потребления и спроса, уровень дохода и расходов работника и др.

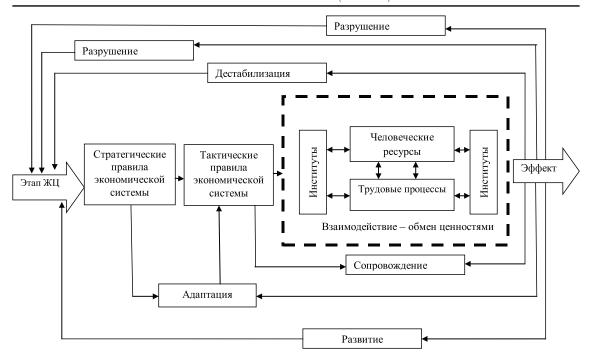


Рис. 1. Модель трансформации СТО на основе методологии системно-синергетического подхода

Динамика основных показателей деятельности предприятий железнодорожного транспорта (на основе данных источника [4])

Показатель	2008 г.	2010 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Пассажирооборот, млрд пасскм	176,0	168,3	144,6	128,8	120,4	124,5
Грузооборот, млрд т-км	2087,7	2010,6	2222,2	2298,8	2304,3	2342,3
Численность персонала, тыс. чел.	1165,7	985,3	935,7	835,8	808,9	800

Технологические — автоматизация производственных и трудовых процессов, развитие наукоемких, ресурсосберегающих и трудосберегающих технологий, что приводит к сокращению численности персонала и повышению спроса на высококвалифицированный, интеллектуальный труд. Так, например, за 8 лет на предприятиях железнодорожного транспорта произошло сокращение численности персонала на 365,7 тыс. человек и отмечается дальнейшая тенденция к сокращению персонала (таблица).

Изменение экономических и технологических параметров обуславливает повышение квалификации и уровня знаний персонала, что влечет за собой изменения и в мотивационной структуре работника, и в структуре социально-культурной среды.

Мотивационные параметры: система оплаты труда и стимулирования перестает быть у работника приоритетной, возникает необходимость в многоуровневой коллективно-договорной системе и регулирование на ее основе оплаты труда (заключение

генерального, отраслевых и территориальных соглашений, коллективного договора предприятия). Появляется потребность участия работника в управление процессами и результатами, применяются системы участия работников в акционерном капитале и прибыли.

Социально-культурные параметры требуют изменения корпоративных отношений, корпоративной культуры, работники становятся частью компании, цели и задачи экономической системы приобретают социальноориентированное значение и должны включаться в систему мотивации работника.

В процессах трансформации социально-трудовых отношений особое значение приобретает внутреннее взаимодействие ненаблюдаемых элементов системы мотивации работника, которая является основой синергетических процессов, проявляющихся тогда, когда несколько потребностей совпадают таким образом, что их удовлетворение требует одной и той же деятельно-

сти работника, соответственно они взаимоусиливаются и могут переориентироваться на другие близкие потребности. Возникает «нужный» для организации мотив как отражение некой совокупности направленных в одну сторону потребностей – мотив на изменение. В случае благоприятного внешнего воздействия такой мотив становится неким «генератором» трансформации, создающим некое поле, поворачивая векторы других более слабых мотивов и векторов в свою сторону, таким образом происходит процесс самоорганизации интегрального мотива на изменение, то есть появление упорядоченной структуры среди хаотичное сочетания потребностей, следовательно появляется мотивация на изменение системы социально-трудовых отношений.

Проанализировав существующие научные теории и концепции, можно выделить следующие стадии трансформации СТО на этапах жизненного цикла экономической системы (адаптировано из [5, с. 168, с. 190]): прототрансформация, частичная трансформация, полная трансформация.

Прото-трансформация СТО включает этап рефрейминга системы СТО, который происходит на основе принципа динамического соответствия целям и потребностям экономической системы. На данном этапе формируется новая экономическая система, новые представления о роли системы СТО в процессах развития и функционирования экономической системы

В процессе частичной трансформации на основе этапа рефрейминга изменяется лишь некоторые параметры и характеристики системы СТО, при этом общая структурно-функциональная система СТО остается неизменной, что обусловлено влиянием неких внешних и внутренних факторов, в том числе неготовность системы СТО к транс-

формации. Например, переход к ресурсной концепции трудовых отношений, при этом структура и субъекты системы СТО не изменились. Яркий пример частичной трансформации на предприятиях железнодорожного транспорта связан с изменением системы оплаты труда без модификации структурно-функциональной системы социально-трудовых отношений российских железных дорог.

Полная трансформация предполагает комплексную модификацию системы СТО, то есть система СТО полностью переходит (трансформируется) в новое состояние, с приобретением новых свойств и характеристик.

трансформации» Стадия «полной включает этапы: рефрейминг, реструктурирование СТО, взаимодействие со средой и этап обновления. Реструктурирование СТО происходит на основе принципа системности, обеспечивает создание функциональной структуры системы СТО, ее инфраструктуры, учитывая динамику внешней среды, многовариантность внутреннего развития экономической системы, иррациональность социальных взаимодействий и сложную архитектуру СТО. Построение взаимодействия со средой, выполняется на основе принципа жизнеспособности, характеризуется наличием механизмов синергетики самовоспроизводства и саморазвития системы СТО, что обеспечивает существование и выживание системы СТО в новых условиях.

Этап обновления на основе институциональной обусловленности, который позволяет системе СТО формироваться и укореняться в социальных структурах (институтах) экономической системы. Обновление в процессе трансформации представляется как наиболее сложная стадия модификации системы СТО.

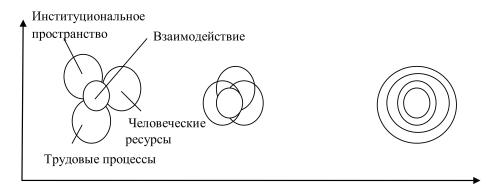


Рис. 2. Процесс трансформации системы социально-трудовых отношений крупной экономической системы

В рамках перечисленных стадий трансформации происходит определение функций, роли системы СТО на определенном этапе жизненного цикла экономической системы определение состава, структуры, элементов и частей системы СТО и взаимодействий между ними.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что трансформация социально-трудовых отношений представляет собой процесс модификации (преобразования) с изменением целевой направленности, структурно-функциональной системы СТО и приобретением новых свойств для такой системы.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. На основе методологии системно-синергетического подхода предложена модель трансформации СТО, позволяющая рассмотреть целостное представление о процессе трансформации на основе принципов самоорганизации и саморегулирования. С одной стороны, трансформация системы СТО представляет собой возникающие отклонения в структурно-функциональной системе СТО изменений, новых и неожиданных ситуаций в трудовой деятельности (разрушение прежней системы СТО), с другой — внедряемые изменения нацелены на формирование в системе СТО качественно новых свойств (получение синергетического эффекта).

2. Анализ научных теории и концепции позволил выделить три стадии трансформации социально-трудовых отношений на этапах жизненного цикла экономической системы: прототрансформация, частичная трансформация, полная трансформация, что характеризует сложность и длительность процесса трансформации социально-трудовых отношений.

Список литературы

- 1. Половинко В.С. Модернизация социально-трудовых отношений в период неоиндустриализации // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2015. № 3. С. 9–13.
- 2. Нехода Е.В. Трансформация труда и социально-трудовых отношений в условиях перехода к постиндустриальному обществу// Вестник Томского государственного университета. 2007. С. 160–166.
- 3. Легчилина Е.Ю. Теоретико-методологические основы исследования социально-трудовых отношений: системно-синергетический подход // Фундаментальные исследования. -2016. -№ 4. -C. 175–179.
- 4. Корпоративные социальные отчеты ОАО «РЖД». Режим доступа: http://www.rzd.ru/static/public/ru/STRUCTURE_ID=5085&, свободный.
- 5. Катунина И.В. Система управления человеческими ресурсами в организации, ориентированной на развитие: монография / И.В. Катунина. М.: Информ-знание, 2010. 368 с.

УДК 339.137.2

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА РЫНКЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Мишин Ю.Д.

AO «Электроавтоматика», Ставрополь, e-mail: el-avt@avt-stv.ru

В статье рассматривается применение широкоизвестной модели «пяти сил» М. Портера для анализа рынка высокотехнологичной продукции. В последнее время экономисты подвергают сомнению возможность модели давать адекватный анализ сил, определяющих конкуренцию на современном рынке, особенно на рынке высокотехнологичной продукции. В статье проводится анализ современных работ на тему совершенствования модели Портера и, в частности, предложения о добавлении в модель трех сил, предложенных Л. Даунсом: компьютеризация, глобализация и дерегуляция. Автор предлагает дополнить модель анализом технологического фактора, как силы, определяющей стратегическое положение компании на рынке высокотехнологической продукции. Модифицированная таким образом модель М. Портера позволит преодолеть недостатки оригинальной модели и использовать ее для анализа современного рынка высокотехнологичной продукции.

Ключевые слова: конкурентоспособность, конкурентный статус, конкурентная среда, модель Портера, высокие технологии

ASSESSING OF COMPETITIVENESS IN A HIGH TECH MARKET Mishin Yu.D.

AO «Electroavtomatica», Stavropol, e-mail: el-avt@avt-stv.ru

In 1979 Michael Porter published his article «How competitive forces shape strategy» which has gained massive popularity among entrepreneurs and managers for suggesting a holistic framework to analyze the forces driving industry competition. Now, 38 years later, economists suggest that the model became frozen in time, and, is in its original form no more applicable to today's business context, especially in hi-tech industry. This study finds out that according to recent literatures the five competitive forces model can be partly rejected. Four additional forces are presented in the course of this study to make up for the weaknesses imposed by Porter's model. These additional forces will be integrated into Porter's original five forces model and applied to the hi-tech industry to depict the weaknesses of the original model. It states that Porter's model in its original form provides a very superficial attempt to explain the forces driving industry competition in the 21st century. The readjusted model will allow to step beyond Porter's model and provide a much clearer view on the decisive forces determining hi-tech industry competition.

Keywords: competitiveness, competitive position, competitive environment, Porter five forces model, high technology

Существует огромное множество определений понятия конкурентоспособности. В наиболее общем виде это понятие связано со способностью компании производить и продавать продукт (товар или услугу) на определенном рынке сравнительно лучше конкурирующих компаний. Важнейшим элементом при оценке конкурентоспособности является анализ внешней среды компании. Базовая методика анализа конкурентной среды и отрасли, в которой действует предприятие, - это «Анализ пяти сил Портера». Начало ей было положено в 1979 г. статьей Майкла Портера «Как конкурентные силы формируют стратегию» [1]. Она сразу же обрела популярность у бизнесменов и менеджеров, так как предоставляла целостную и полноценную аналитическую модель, описывающую фундаментальные силы, формирующие отраслевую конкурентную среду. Однако сегодня, более 35 лет спустя, многие экономисты полагают, что эта модель устарела и, во всяком случае, требует расширения и уточнения, чтобы быть применимой к контексту современного бизнеса. В этой статье рассматривается, каков предел применения оригинальной модели к задаче объяснения сил, формирующих конкуренцию на высокотехнологичных рынках, и каким образом можно расширить и уточнить модель Портера для получения намного более ясного, чёткого и полного анализа сил, определяющих конкуренцию в современной высокотехнологичной индустрии XXI века.

Модель М. Портера в современном бизнесе

Как было сказано выше, модель Портера считалась самым совершенным инструментом анализа отраслей и выработки стратегии бизнеса в условиях конкуренции, как в научной, так и в деловой среде. Суть модели состоит в выделении пяти отдельных сил, от которых необходимо отталкиваться для определения привлекательности определённой индустрии (рис. 1). Привлекательность в данном контексте означает доходность, которую может получить новый стартап в ней. Исходя из этого параме-

тра принимается решение о том, имеет ли смысл войти в эту индустрию. Чем сильнее выражены эти 5 сил, тем меньше дохода может быть получено и тем менее привлекательной становится эта индустрия для бизнесмена, планирующего в неё войти.

Пять конкурентных сил — это угроза появления новых игроков, рыночная власть потребителей, рыночная власть поставщиков, угроза появления продуктов-заменителей и уровень конкурентной борьбы между действующими конкурентами. и сегодня принять модель Портера, принять с ограничениями и уточнениями, или же отвергнуть полностью.

Первой точки зрения придерживается сравнительно немного исследователей. Некоторые предлагают улучшенную модель, которая лишь перегруппирует и обобщает модель Портера иным образом, например комбинируя угрозу продуктов-заменителей и появления новых игроков в единую категорию, «комбинированная враждебная конкурентная сила». Большинство учёных,



Рис. 1. Модель «пяти сил» М. Портера

Модель Портера практична, удобна в использовании и проста для понимания. Несмотря на это, в последнее время она всё чаще подвергается критике. Одни исследователи полагают, что методика обладает врождённой слабостью и сложна для практического использования и операционализации [2]. Другие утверждают, что модель не принимает во внимание важный фактор потенциального сотрудничества компании-новичка с основными игроками индустрии [3]. Т. Гранди считает, что когдато популярная модель пяти сил полностью устарела [4]. Встает вопрос, применима ли теория Портера в современной деловой среде и определяют ли сегодня эти силы конкуренцию в современной высокотехнологичной индустрии. Изменение среды порождает изменение индустрии и соответствующую реакцию компаний на изменившуюся индустрию и среду. Далее мы ознакомимся с последними исследованиями на тему модели М. Портера и возможными ответами на вопрос о том, следует ли

однако, считают необходимым существенный или полный пересмотр пяти конкурентных сил Портера. Дульчич и его соавторы, например, полагают, что модель пяти сил должна быть существенно усовершенствована для исследования современной динамичной структуры высокотехнологичной индустрии. Они добавляют измерение времени, что, по их мнению, позволяет менеджерам иметь более ясное понимание взаимодействия среды индустрии и компаний, действующих в ней, в прошлом, настоящем и будущем [3]. Другие авторы полагают, что модель Портера невозможно применить для некоммерческих организаций, так как структура конкурентных сил в этом секторе была принципиально иной и, соответственно, модель Портера неприменима к произвольной индустрии, чем опровергается предположение самого Портера об универсальности его модели. Они модифицируют определяющие положения рыночной власти поставщиков труда, чтобы сделать модель применимой к рынку некоммерческих организаций. Остальные четыре силы, однако, оставлены без изменения. С. Максфилд допускает некоторые модификации модели, для того, чтобы совместить её с современным представлением о корпоративной социальной ответственности, а не только неоклассическими равновесными моделями производительности компаний [5]. Таким образом, идеи умеренного уточнения модели Портера порождаются различными точками зрения исследователей. Большинство учёных, однако, настаивают на фундаментальном или полном пересмотре модели. Некоторые авторы считают, что модель слаба в практическом применении и операционализации. Соответственно, её популярность сходит на нет. В качестве альтернативы они предлагают метод сетевого анализа (метод анализа иерархий), по их мнению, совершенный заменитель метода пяти сил Портера, не имеющий его слабости и сложности в операционализации. Другие исследователи считают метод Тоулмина замечательной заменой устаревшему и сомнительному в применении методу Портера. Третья группа ученых полагает, что дельта-метод станет подходящей заменой методу пяти сил в описании конкуренции. Две статьи особенно популярны в среде желающих оспорить метод Портера: «Переосмысление Портеровской модели пяти сил. Изменение стратегии» Тони Гранди и «После Портера» Ларри Даунса. Первая статья рассматривает структуру и происхождение самих пяти сил и разбивает их на так называемые «микросилы» [4]. Даунс добавляет три новые силы: компьютеризация, глобализация и дерегуляция. Эти три силы крайне популярны у исследователей, выступающих против метода пяти сил и всё же желающих иметь метод, который можно быстро применить к любой индустрии [6]. Рассмотрим подробнее эти три силы.

Компьютеризация

Одна из трёх дополнительных сил, предложенная Даунсом, считается ключевой в контексте современного ведения бизнеса и выражается в угрозе отставания от всё возрастающей компьютеризации рыночной среды. Это означает, что компании конкурируют не только лишь в собственной индустрии, но в нескольких сразу. Даунс приводит в пример современные торговые центры, которые в наше время немыслимы без электронной коммерции и телемаркетинга. Эти изменения невозможно было бы предсказать в рамках традиционной модели Портера. С технологическим прогрессом растёт и значение информационной технологии, что создаёт непредсказуемые возможности для компаний из, казалось бы, несвязанных отраслей экономики, для входа и сотрудничества в новой индустрии. В качестве примера такого явления можно привести многие банки, создающие партнёрские программы со всевозможными поставщиками товаров и услуг.

Эту силу возможно надёжно операционализировать и оценить. Фридрич и др. предоставляют метод работы с компьютеризацией [7]. Они рассматривают четыре элемента компьютеризации, с помощью которых предлагается оценить прогресс компании: инфраструктура, цифровой ввод, цифровой процессинг и цифровой вывод.

Инфраструктура определяется качеством и уровнем IT-технологии, используемой в компьютерных сетях и работой с интернетом.

Цифровой ввод — это доля компьютерной обработки информации и цифровых процессов на стадии формирования заказов: электронные транзакции и связь, и компьютерные сети, позволяющие автоматизированную обработку заказов.

Цифровой процессинг — наиболее важная часть, выражающая степень интеграции внутренних и внешних процессов. Например, цифровые технологии в области планирования и распределения ресурсов компании, СRM (система управления взаимоотношения с клиентами), управление производством и обслуживанием, распространение знаний и информации внутри компании для достижения сопряженности различных подразделений и функций компании. Внешняя интеграция — это электронная передача данных, управление цепями поставок и так далее.

Последний элемент — это цифровой вывод, относящийся к важности цифровой обработки в области продаж и автоматизации процессинга продаж.

Чем сильнее эти четыре элемента выражены и интегрированы друг с другом, тем лучше будет позиция организации в использовании компьютеризации для завоевания долгосрочного конкурентного преимущества. По словам вышеуказанных авторов, крупнейшие игроки на рынке, как правило, достигают совершенного владения компьютеризацией. Чем выше уровень компьютеризации в определённой индустрии, тем яростней конкуренция и тем большие усилия потребуются для достижения необходимого для успешного бизнеса уровня в этих четырех областях.

Глобализация

Термином «глобализация» Даунс обозначает улучшения в коммуникации и дис-

трибуции, позволяющие нескольким компаниям покупать, продавать и сотрудничать в глобальном контексте. Современный покупатель может выбирать товары и услуги среди предложений на глобальном, а не национальном рынке, что приводит к тому, что малый и средний бизнес зачастую вынужден конкурировать с международными игроками, несмотря на то, что сам он не импортирует и не экспортирует никаких товаров и услуг. Более недостаточно быть лидером по цене и качеству, как было несколько десятков лет назад. Конкурентное преимущество сегодня заключается в поддержании глобальной, доступной по всему миру сети партнёров, позволяющей клиенту получить широкий спектр услуг в любой части планеты, требующей развития глубоких и долгосрочных отношений с клиентом. Чтобы применить этот фактор на практике, опять же необходимо использовать методику измерения этого фактора. Общепринятой методики такого рода не существует. Некоторые авторы полагают, что более глобализованные страны имеют меньшие издержки на налоги и государственные расходы. Ваубел находит, что более глобализованные страны имеют более низкий уровень бюджетного потребления. Чанда показывает, что развивающиеся страны понесли ущерб от глобализации по сравнению с развитыми вопреки распространённой точки зрения, состоящей в том, что прямые иностранные инвестиции демонстрируют, насколько государство получило преимущество от глобализации. Ясно лишь то, что компаниям, желающим овладеть силой глобализации, стоит принять во внимание несколько точек зрения и методов оценки и воспользоваться известным фактом, что для получения конкурентного преимущества можно начать бизнес в развивающейся стране, где нет столь жёсткой конкуренции между международными компаниями, как в развитой.

Дерегуляция

Третья сила, которую обсуждает Даунс — это сила дерегуляции. По его словам, текущий тренд — резкое снижение государственного вмешательства и влияния на рынок. Телекоммуникации, авиатранспорт, банковская деятельность приводятся в качестве примеров. Когда Портер опубликовал свою теорию, информационные технологии использовались как инструмент для внедрения изменений, но сегодня они сами являются основным источником изменений.

Мы не сможем дать чётких критериев измерения дерегуляции. В наибольшей степени она зависит от местных правительств и их решений, принимая принципиально разные

формы в разных странах. Не существует очевидных трендов, позволяющих предсказать смягчение или ужесточение госрегулирования, эти процессы зависят от политического и экономического климата страны и региона. Важные выводы были сделаны Спиллером и Кардилли. Они предположили, что существуют три важных элемента, определяющих правительственные реформы в телекоммуникационной индустрии. Анализируя примеры таких стран, как Мексика, США, Австралия, Великобритания, и многих других, они пришли к выводу, что реформы по дерегуляции экономики проводятся при наличии госмонополий, сильного консолидированного правительства, решительно вставшего на путь радикальных реформ и международного обмена опытом в этом процессе. С точки зрения компании, существуют лишь два варианта действия: адаптироваться к местному климату или переместиться в страну с более предпочтительным законодательством. Дерегуляция не всегда предпочтительна для бизнеса. Так, в случае Чили дерегуляционные процессы создали крайне бурный и нестабильный рынок, в частности, в сфере телекоммуникаций.

Конкуренция и технологии

В последние годы, глобальная конкуренция стала новой реальностью, и технологический прогресс усилил турбулентность внешних факторов, которые приходится преодолевать фирмам, действующим на рынке. Сегодня, скорость технологических инноваций продолжает ускоряться, новые технологии сменяют некогда доминировавшие, технологическое лидерство смещается между государствами, а индустрии видоизменяются, а иногда полностью исчезают. Высокотехнологичные продукты проектируются и производятся с всё большим участием цифровых технологий, робототехники и новых материалов. Электронная коммерция изменила сферу услуг. Генная инженерия уже видоизменила сельское хозяйство и фармацевтику, хотя её технологический жизненный цикл лишь на начальной стадии.

По мнению Тима Клау, в последнее время бизнес готовится к приближению ударной волны новой промышленной революции [8]. Коренное отличие наступающих перемен от прежних промышленных революций состоит в том, что раньше технологический прогресс, затрагивал лишь производство, в то время как нынешние изменения одновременно воздействуют на всю цепочку потребителей, производителей и поставщиков.

Для преодоления трудностей этой динамичной среды менеджменту необходимо

не реагировать, а предугадывать и уделять большую роль стратегическому управлению, определенному Игорем Ансоффом как процесс управления организацией с учётом её среды. «Когда стратегическое планирование в 1960-х гг. стало входить в практику, его главным объектом стала диверсификация деятельности фирмы. По мере того, как в связи с нестабильностью технологий, изменениями в условиях конкуренции, замедлением темпов роста, появлением социально-политических ограничений и т.д. возрастало количество задач стратегического характера, становилось все очевиднее, что путем простого добавления новых видов деятельности нельзя решить все возникшие проблемы. Поэтому в 1970-х гг. внимание разработчиков стратегии переключилось с диверсификации на манипулирование целым набором отраслей, видов деятельности, на которых специализируется фирма... Единицей такого анализа стала стратегическая зона хозяйствования (C3X) – отдельный сегмент окружения, на который фирма имеет (или хочет получить) выход» [9, с. 74–76].

Однако при разработке стратегии в отношении СЗХ «внимание было сконцентрировано на экономических показателях и конкурентоспособности. Исследования и разработки, так же, как и сфера производства, рассматривались как область реализации стратегических решений. С 1950-х гг. становилось всё более очевидным, что в определённых отраслях технология превращается в движущую силу, которая может определять стратегическое будущее предприятия» [9, с. 146]. Наступило время, когда технологию необходимо использовать в качестве средства получения и сохранения преимуществ в конкурентной борьбе. Технология стала объектом стратегического управления.

Особенно важное значение приобретает учет технологического фактора в высокотехнологичных отраслях. «В наукоёмких, передовых отраслях, таких как химическая, электронная, фармацевтическая или авиакосмическая, именно технология выступает в качестве движущей силы, которая определяет стратегическое будущее фирмы» [9, с. 146]. Как отмечает Т. Фридман: «Опыт высокотехнологических компаний последних нескольких десятилетий, которые не сумели справиться со стремительными переменами рынка, вызванными описанными выше силами, может послужить предостережением всем другим компаниям, которые столкнулись сегодня с этими неизбежными, даже предсказуемыми переменами, но ощущают нехватку лидерских качеств, гибкости, воображения, чтобы к ним приспособиться, – не потому что они лишены понимания или осведомленности, а потому что скорость перемен попросту сбивает их с ног» [10, с. 57].

«В худшем случае неумение вовремя осознать необходимость смены технологии может привести к крупным потерям в позициях на рынке или вынудить фирму прекратить свою деятельность в ранее прибыльной для неё сфере бизнеса. В то же время технология способна служить в качестве основного и мощного инструмента, с помощью которого фирма может завоевать и сохранить превосходство в конкурентной борьбе... Опыт показывает, что стратегический успех фирмы менее чувствителен к особенностям технологии, чем к некоторым важнейшим её характеристикам, общим для целого ряда передовых отраслей. Фирмы, которые признают важность этих характеристик и управляют ими, имеют больше шансов на успех, чем те, которые полагаются на внутреннюю логику развития технологического монстра» [9, с. 146-147]. «Смена технологии имеет более глубокий эффект, чем появление новой продукции, так как угрожает моральным устареванием всем инвестициям фирмы в предшествующую технологию, НИОКР, ведущий научно-технический персонал, производственные фонды. Внутри фирмы переход к новой технологии труден не только с финансовой стороны, но также с культурной и политической, так как она подрывает сложившуюся у научно-технического персонала и влиятельных руководителей схему действий по достижению успеха. Кроме того, новая технология угрожает их позициям власти и влияния в фирме. Опыт показывает, что когда новая технология коренным образом отличается от старой, то фирмы часто вынуждены отказаться от той сферы деятельности, где они в своё время занимали лидирующее положение» [9, с. 149–150].

По мнению ряда исследователей стратегического развития, ускоряющиеся темпы технологических изменений уже с конца XX века сделали технологию главным конкурентным фактором для многих организаций. Ряд компаний, которые заняли «оборонительную» позицию и воспринимают новую технологию как проблему, проигрывают в конкурентной борьбе, в то время как те, кто вовремя встроили технологию в рамки стратегического процесса, получили значительные преимущества.

На рис. 2 представлена модифицированная модель Портера с учетом четырех новых факторов, которые, необходимы для обеспечения конкурентного преимущества в современной высокотехнологичной индустрии.



Рис. 2. Модифицированная модель Портера

В то же время для стратегического анализа технологического фактора обоснована концепция и инструменты, разработанные в работах отечественных исследователей [11]. Их особенность – прямая количественная оценка и, как следствие, сравнение конкурентоспособности различных промышленных предприятий. Основой оценки является показатель экономического уровня технологии [12], который представляет собой обобщающую оценку производительной полезности технологии с точки зрения как частного производителя, так и общества в целом.

В рамках долгосрочной стратегии они неразрывны. Не различаются частная и общественная полезность и с позиции стратегического инвестора. Расчетное выражение показателя:

$$U = \frac{Q}{n} \cdot \frac{Q}{\Phi_{\mathrm{T}}},$$

где Q — добавленная стоимость, $\Phi_{_{\mathrm{T}}}$ — технологические фонды,

n – количество занятых в технологическом процессе.

По экономическому смыслу, сомножители расчетного выражения — это производительность труда и капитала. Их произведение характеризует качество человеко-машинных систем и поэтому отражает как потенциальные возможности развития технологии, так и их текущий конкурентный статус.

Более того, их использование в процессе реализации последовательных инновационных решений позволяет осуществлять так называемую динамическую оптимизацию развития. То есть на каждом шаге развития обеспечивать наилучшую базу для последующего развития в условиях, практической, непредсказуемости внешней среды [13].

Заключение

Таким образом, дополнив широко распространенную модель Портера тремя силами Даунса и важнейшим фактором, определяемым как уровень технологии, мы вновь получаем работающую и эффективную модель глубокого анализа конкуренции в высокотехнологичных отраслях экономики.

Список литературы

- 1. Porter M. How competitive forces shape strategy: Harvard Business Review. Boston, 1979.
- 2. Lee H., Kim M.-S., Park Y. An analytic network process approach to operationalization of five forces model // Applied Mathematical Modelling. 2012. № 36(4). P. 1783–1795.

 3. Dulcic Z., Gnjidic V., Alfirevic N. From Five
- 3. Dulcic Z., Gnjidic V., Alfirevic N. From Five Competitive Forces to Five Collaborative Forces: Revised View on Industry Structure-firm Interrelationship // Procedia Social and Behavioral Sciences 2012 No 58(0) P. 1077–1084
- and Behavioral Sciences. 2012. № 58(0). P. 1077–1084.

 4. Grundy T. Rethinking and reinventing Michael Porter's five forces model // Strategic Change. 2006. № 15(5). P. 213–229.
- 5. Maxfield S. Reconciling Corporate Citizenship and Competitive Strategy: Insights from Economic Theory // Journal of Business Ethics. 2008. № 80(2). P. 367–377.
- 6. Downes L. Beyond Porter. Context Magazine, Premiere issue. 1997.
- 7. Friedrich R., Merle M., Grone F., Koster A. Measuring industry digitization & Leaders and laggards in the digital economy. Booz & Company, 2011.
- 8. Клау Т. Глобальный удар: как технологии меняют правила ведения бизнеса // Росбизнесконсалтинг, 01.03.2017 [Электронный ресурс]. URL: http://www.rbc.ru/opinions/business/01/03/2017/58b67e739a7947cfdd04d367 (дата обращения: 05.04.2017).
- 9. Ансофф И. Стратегическое управление / Сокр. пер. с англ. М.: Экономика, 1989. 519 с.
- 10. Фридман Т. Плоский мир. Краткая история XXI века / Пер. с англ. М.: АСТ, 2007. 608 с.
- 11. Юсим В.Н., Свирчевский В.Д. (ред.) Управление промышленным развитием в условиях отсталой технологической среды. М.: ИНФРА-М, 2016. 199 с.
- 12. Юсим В.Н., Степанова Ю.А., Афанасьева М.В. Технология и Экономика. Экономический уровень технологии показатель качества социально-экономических систем // Креативная экономика. 2009. № 9. С. 52—58.
- 13. Юсим В.Н., Свирчевский В.Д. (ред.) Управление промышленным развитием в условиях отсталой технологической среды. М.: ИНФРА-М, 2016. 199 с.

УДК 338.2:336.145

ФИНАНСОВЫЙ АСПЕКТ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ РЕГИОНОВ

Радковская Е.В., Кочкина Е.М., Попова Н.П.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург, e-mail: rev_urgeu@mail.ru

В статье рассматриваются некоторые финансовые аспекты политики регионов. Основное внимание уделяется социальной политике. Анализируются доходы и расходы консолидированных бюджетов федеральных округов Российской Федерации. На основе реальных статистических данных проводится сравнение показателей доходов и расходов по разным направлениям социально-экономического развития регионов. В сфере социально-культурных мероприятий, осуществляемых региональными властями, выделяются конкретные направления (образование, здравоохранение, физическая культура и спорт, социальная политика) и рассматривыются расходы по этим направлениям. Проводится сравнительный анализ положения различных федеральных округов РФ по выделенным показателям. Иллюстрируются возможности проведения расширенного анализа доходов и расходов консолидированных бюджетов для отдельных регионов за период с 2000 г. Отмечается неравномерность наполнения и расходования бюджетов центра и остальных регионов.

Ключевые слова: консолидированные бюджеты, федеральные округа, социальная политика, устойчивое развитие

LABOR EMPLOYMENT OF YOUTH AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Radkovskaya E.V., Kochkina E.M., Popova N.P.

Federal State Budget Higher Professional Educational Institution «Ural State University of Economics», Ekaterinburg, e-mail: rev_urgeu@mail.ru

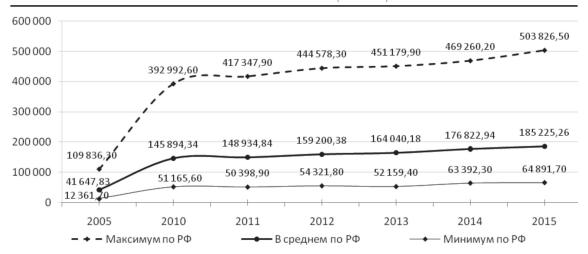
The article examines some financial aspects of the policy of the regions. The main attention is paid to social policy. The incomes and expenditures of the consolidated budgets of the federal districts of the Russian Federation are analyzed. Based on real statistics, the income and expenditure indicators are compared in different areas of social and economic development of the regions. Specific directions (education, health, physical culture and sport, social policy) are singled out in the sphere of socio-cultural activities carried out by the regional authorities, and expenditures in these areas are considered. A comparative analysis of the situation of various federal districts of the Russian Federation on selected indicators is carried out. The possibilities of conducting an extended analysis of revenues and expenditures of consolidated budgets for individual regions for the period since 2000 are illustrated. Uneven filling and spending of the budgets of the center and other regions is noted.

Keywords: consolidated budgets, federal districts, social policy, sustainable development

Устойчивое развитие государства предполагает устойчивое развитие трех основных сфер: экономической, экологической и социальной. Большое число ученых, чье мнение мы разделяем [1-3], полагают, что ведущая роль в этой триаде принадлежит экономической сфере, поскольку она является базой для развития – а может быть, и для существования - остальных сфер жизнедеятельности общества. Однако важнейшим показателем функционирования истинно демократического государства, целью которого является обеспечение реального благополучия своих граждан, служит, на наш взгляд, положение именно в социальной сфере [4, с. 66-76]. Развитие социальных институтов общества характеризует направление и уровень гуманистического развития страны. Поэтому вопросы социальной политики не могут не вызывать живого интереса в процессе анализа тенденций социально-экономического развития общества [5-7].

Для Российской Федерации сейчас, в условиях санкций, этот вопрос обретает дополнительную остроту. Неизбежный, хотя и не столь глубокий, как ожидалось, экономический спад, обусловленный ухудшением внешнеполитических отношений и связанными с ним экономическими последствиями, по всем канонам не мог не отразиться на социальной сфере. Однако, вопреки опасениям, серьезного влияния на социальную политику РФ санкции не оказали. В качестве возможных их последствий можно указать, пожалуй, меньшие темпы роста социальной помощи отдельным слоям населения по сравнению с возможностями стабильного периода.

На рис. 1 представлена динамика расходов консолидированных бюджетов федеральных округов (ФО) Российской Федерации на социальную политику (в млн руб.) в 2005 г. и за период с 2010 по 2015 г. Для построения диаграммы использованы данные официальной статистики [8, с. 1054–1061]. К сожалению, данные за более поздние периоды на данный момент еще не опубликованы.



 $Puc.\ 1.\ Pacxodы\ консолидированных\ бюджетов\ \Phi O$ на социальную политику (млн руб.)

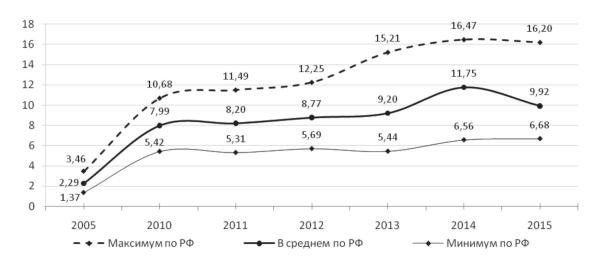


Рис. 2. Расходы консолидированных бюджетов ФО на социальную политику в расчете на душу населения (тыс. руб.)

Как видно из рис. 1, средний прирост расходов на социальную политику в период с 2005 по 2015 г. составляет 345 %. Заметим, что при этом разница между минимальным и максимальным значением расходов по разным ФО в различные годы варьируется от 740 % (2014 г.) до 889 % (2005 г.). То есть регионы, выделяющие наибольшее количество средств на проведение социальной политики, тратят на эти цели в 7–9 раз больше, чем регионы с минимальными значениями этого показателя.

Здесь, однако, надо понимать, что рассматриваемые значения расходов, выраженные в абсолютных величинах, могут невольно вводить в заблуждение, поскольку не учитывают ни размеров территории регионов, ни численности их населения. Нам кажется, что анализ значений расходов на душу населения дает более объективную картину. На рис. 2 приведена диаграмма расходов на социальную политику в среднем по федеральным округам $P\Phi$ за те же периоды, но для значений, приведенных на душу населения.

Как можно судить по рис. 2, эти соотношения уже более близки друг к другу: разброс по федеральным округам варьируется от 197% (2010 г.) до 280% (2013 г.). Хотя, конечно, и разница в 2–3 раза также достаточно велика.

При этом более пристальный анализ статистики дает основания для разноплановых выводов — в зависимости от направления вектора внимания. В табл. 1 приведены данные не только по расходам консолидированных бюджетов ФО на социальную политику (на душу населения), но и место, занимаемое каждым округом в рассматриваемом году.

Таблица 1

Расходы консолидированных бюджетов ФО на социальную политику в расчете на душу населения (тыс. руб.)

в среднем место α 2 a ∞ 9 546% 347% 310% 405% 388% 350% 226% 336% 2015 / 2005 место ∞ 9 2 6 a 3 4 2015 pacxo-12,88 11,29 16,20 9,43 10,91 7,65 6,68 7,85 6,41 место 9 ∞ 6 4 CI 2014 pacxo-12,05 10,14 10,78 16,47 25,49 9,29 95'9 7,54 7,40 расхо- | место 9 2 α 4 ∞ 2013 и место округа по данному показателю 11,62 10,10 8,37 15,21 9,34 5,44 7,04 6,51 расхо-9 ∞ 2 a 4 2012 12,25 11,49 9,02 5,69 6,79 9,89 7,94 7,09 место 2 a 4 ∞ 9 3 2011 pacxo-11,49 10,83 9,02 5,68 6,43 9,34 7,51 5,31 место ∞ 9 4 2 2010 pacxo-10,68 10,22 8,48 7,67 8,74 5,83 5,42 68'9 место 2 4 ∞ 9 2005 pacxo-2,88 2,66 1,37 1,74 3,46 2,17 1,51 2,51 ДЫ год / федеральный округ Северо-Кавказский Северо-Западный Дальневосточный Центральный Приволжский Сибирский Уральский Крымский Южный

Таблица 2

Статьи расходов консолидированных бюджетов ФО РФ (в % от общей суммы расходов)

ГОД	на общегосу-	на националь-	на жилищно-		на со	на социально-культурные мероприятия	
	дарственные	ную эконо-	коммунальное	всего		в том числе	
	волросы	MAINY	лозяи <u>ство</u>		на образование	на здравоохранение, физическую культуру и спорт	на социальную политику
2005	90'6	15,89	14,90	53,72	22,63	16,08	11,40
2010	7,48	16,00	12,78	55,15	22,39	12,16	17,18
2011	6,63	16,35	12,69	59,29	23,01	15,57	15,14
2012	09'9	18,92	10,38	61,67	25,29	15,83	15,05
2013	6,65	18,69	68'6	62,13	27,61	14,21	14,63
2014	09'9	17,20	8,72	64,87	26,72	14,29	18,46
2015	6,59	19,48	8,10	63,03	27,13	15,13	15,31
В среднем	7,09	17,51	11,07	86,68	24,97	14,75	15,31

Если посмотреть на столбец «2015 / 2005» в табл. 1, содержащий данные прироста расходов за период с 2005 по 2015 г., то можно заметить, что наименьший прирост демонстрирует Уральский ФО: 226%. Казалось бы, эта демонстрация низких темпов увеличения расходов на социальную политику свидетельствует о неблагополучии региона в данной сфере. Однако если обратить внимание непосредственно на цифры расходов или, что более наглядно, на место, занимаемое Уральским ФО среди остальных округов, становится заметно, что в реальности регион расходует на социальную политику достаточно большие суммы, чему подтверждение - уверенное третье место за рассматриваемый период. Обратная ситуация с Южным федеральным округом. Судя по величине прироста (405%), округ является лидером в расходах на социальную политику. Однако реальные значения расходов и занимаемое им место показывают обратный результат. Большой прирост в данном случае обеспечен низкой величиной расходов в базовом 2005 г.

Если посмотреть на все статьи расходов консолидированных бюджетов регионов, которые за рассматриваемые периоды приведены в табл. 2 (составлено по [8, с. 1062—1075]), можно сделать ряд выводов.

Из табл. 2 видно, что расходы на социально-культурные мероприятия в среднем по федеральным округам составляют почти 60% от общей суммы расходов консолидированных бюджетов. Это подчеркивает ту важную роль, которую социальные вопросы играют в политике, проводимой регионами. При этом расходы по каждому из направлений, на которые подразделяются социально-культурные мероприятия в целом (а именно

на образование, на здравоохранение, физическую культуру и спорт, на социальную политику), превышают и расходы на общегосударственные вопросы, и расходы на жилищно-коммунальное хозяйство.

Наибольшее внимание уделяется образованию, сохраняющему небольшую растущую тенденцию за рассматриваемый период. Также тренд роста демонстрирует показатель расходов на национальную экономику. Значения расходов на здравоохранение, физическую культуру и спорт, а также на социальную политику демонстрируют незначительные колебания. И видны четкие снижающиеся тенденции у показателей расходов на общегосударственные вопросы и на жилищно-коммунальное хозяйство. Это означает, что средства из данных сфер перенаправляются на поддержку национальной экономики и проведение социально-культурных мероприятий.

Безусловный интерес представляет сопоставление доходов и расходов консолидированных бюджетов регионов. Сравнение конкретных значений показателей по регионам между собой, а также со средними и граничными (максимальным и минимальным) значениями дают представление о положении каждого округа. Кроме того, поскольку исследуемые величины рассматриваются в динамике, то они дают и представление о трендах развития регионов по выбранным показателям за изучаемый период. В табл. 3 приведены данные о доходах и расходах консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации в 2005, 2010–2011 гг. Кроме того, определены максимальные значения указанных показателей и величины расходов на социальную политику.

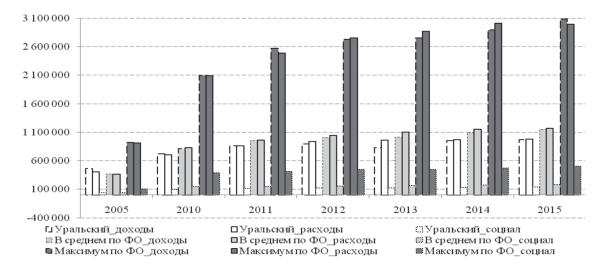


Рис. 3. Общие доходы, общие расходы и расходы на социальную политику в консолидированных бюджетах ФО

Таблица 3

Доходы и расходы консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации в 2005, 2010-2011 гг. (млн руб.)

2005 2010 2011 2012 2014 1005 2005 2010 2575 49740 2773 464,20 2753 983,50 2899 916,50 30 1018 15,80 2012 883,70 2575 497,20 2756 605,10 2871 522,00 3105 615,70 29 118 15,80 2093 283,60 2489 972,20 2489 972,20 305 805,20 305 805,20 305 805,20 100 118 40,070 416 570,60 485 524,20 549 377,50 522 831,50 558 830,00 573 118 40,070 416 570,60 485 524,20 545 377,50 522 831,50 558 830,00 578 118 40,070 416 570,60 485 524,20 545 377,50 522 831,50 558 830,00 578 118 40,050 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 611 799,50 611 799,50 613 793,50 578 830,90 778 833,60 779 83,50 779 83,50 779 83,50 779 83,50 779 83,50 779 83,50 779 88,50 779 88,50 779 88,50 779 88,50 779 88,50 779 88,50		'			'			
924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 777 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 315 387,70 759 032,70 870 812,00 869 549,60 905 341,40 985 433,60 309 892,50 779 126,10 883 947,00 869 549,60 948 906,20 1029 319,30 158 490,70 416 570,60 485 524,20 545 377,50 528 830,00 588 850,00 157 90,50 439 736,50 509 247,90 886 229,90 588 391,60 613 799,50 97 564,20 2 77 344,90 310 414,60 388 355,10 356 605,70 350 003,80 458 254,00 1 106 520,40 1126 351,40 1241 646,0 365 403,50 365 403,50 458 254,00 1 108 20,50 318 385,0 386 50,57 350 003,80 365 403,50 458 254,00 1 106 520,40 1 126 531,40 124 1040,00 138 344,90 458 273,90 1 081 209,50 1 1275 157,00 124 166,0,20 365 403,50	Федеральный округ / год	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 3 15 387,70 759 032,70 870 812,00 869 549,60 905 341,40 985 433,60 3 309 892,50 779 126,10 883 947,00 869 549,60 905 341,40 985 433,60 1 53 900,50 416 570,60 485 524,20 545 377,50 522 831,50 558 850,00 1 57 900,50 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 613 799,50 97 564,20 271 309,10 310 961,90 331 838,20 356 805,70 350 003,80 97 791,70 277 344,90 1126 351,40 1209 559,70 1241 040,00 1308 344,90 455 253,60 1 006 520,40 1126 351,40 1275 157,00 1346 460,20 1303 340,60 455 254,00 1 008 520,40 1 126 351,40 1241 640,20 1308 344,90 461 533,60 1 008 520,40 1127 559,00 1241 660,20 142 660,50 354 48,80 1 704 301,80 886 795,00 921 837,60 924 840,30 172 144,80	Центральный_доходы	924 974,90	2 102 883,70	2 575 497,40	2 727 464,20	2 753 983,50	2 899 916,50	3 090 415,70
315 387,70 759 032,70 870 812,00 869 549,60 905 341,40 985 433,60 309 892,50 779 126,10 883 947,00 892 649,10 948 906,20 1029 319,30 158 490,70 416 570,60 485 524,20 545 377,50 522 831,50 558 850,00 157 900,50 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 613 799,50 157 900,50 439 736,50 509 247,90 386 229,90 598 391,60 613 799,50 97 564,20 271 349,10 310 961,90 331 838,20 335 695,70 350 003,80 97 791,70 277 344,90 319 141,60 338 355,10 353 401,00 365 403,50 459 254,00 1 006 520,40 1 126 331,40 1 209 559,70 1 241 040,00 1 308 344,90 453 573,90 1 081 290,50 1 192 799,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 461 533,60 7 20 608,10 861 935,00 901 3367,30 901 866,50 908 620,50 461 533,60 7 20 484,80 7 331,80 887 90,90 914 356,90	Центральный_расходы		2 093 283,60	2 489 972,20	2 756 065,10	2 871 522,00	3 015 615,70	2 993 545,50
309 892,50 779 126,10 883 947,00 892 649,10 948 906,20 1029 319,30 158 490,70 416 570,60 485 524,20 545 377,50 522 831,50 558 850,00 157 900,50 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 613 799,50 157 900,50 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 613 799,50 97 564,20 271 309,10 310 141,60 331 838,20 335 695,70 530 003,80 97 791,70 277 344,90 1106 520,40 1126 351,40 1209 559,70 1241 040,00 1308 344,90 455 573,90 1 086 220,40 1126 351,40 1209 559,70 1241 040,00 1308 344,90 461 533,60 720 608,10 861 935,00 937 367,30 961 866,50 968 620,50 461 533,60 720 608,10 861 935,00 973 367,30 961 866,50 986 533,30 362 484,80 720 608,10 861 935,00 973 867,30 974 866,50 986 533,30 362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 103	Северо-Западный_доходы	315 387,70	759 032,70	870 812,00	869 549,60	905 341,40	985 433,60	1 019 571,90
158 490,70 416 570,60 485 524,20 545 377,50 522 831,50 558 850,00 157 900,50 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 613 799,50 97 564,20 271 309,10 310 961,90 331 838,20 335 695,70 350 003,80 97 791,70 277 344,90 319 141,60 338 355,10 353 401,00 365 403,50 459 254,00 1 006 520,40 1 126 351,40 1 209 559,70 1 241 040,00 1 308 344,90 453 2573,00 1 081 290,50 1 192 789,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 403 847,90 704 301,80 859 700,90 937 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 703 833,20 879 970,90 941 356,90 923 833,90 986 620,50 194 245,80 763 848,0 783 833,20 879 95,90 942 358,90 943 86,50 973 873,60 194 245,80 767,48 816 815,01 822 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 210 218,20 475 676,00 524 390,50 9	Северо-Западный расходы	309 892,50	779 126,10	883 947,00	892 649,10	948 906,20	1 029 319,30	1 035 595,80
157 900,50 439 736,50 509 247,90 586 229,90 598 391,60 613 799,50 97 564,20 271 309,10 310 961,90 331 838,20 335 695,70 350 003,80 97 791,70 277 344,90 319 141,60 338 355,10 353 401,00 365 403,50 459 254,00 1 006 520,40 1 126 351,40 1 209 559,70 1 241 040,00 1 308 344,90 453 573,90 1 081 290,50 1 192 799,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 461 533,60 720 608,10 861 935,00 896 276,20 892 334,70 968 820,50 403 847,90 704 301,80 885 700,90 937 367,30 961 866,50 968 520,50 362 488,90 704 301,80 887 995,90 914 356,90 923 839,90 986 820,50 362 488,90 704 301,80 887 995,90 914 356,90 923 839,90 986 820,50 362 488,90 704 301,80 889 689,20 968 89,20 962 87,80 986 87,80 362 488,90 783 319,60 896 689,20 566 678,50 704 6450,30 <	Южный_доходы	158 490,70	416 570,60	485 524,20	545 377,50	522 831,50	558 850,00	574 806,10
97 564,20 271 309,10 310 961,90 331 838,20 335 695,70 350 003,80 97 791,70 277 344,90 1191 41,60 338 355,10 353 401,00 365 403,50 459 254,00 1 006 520,40 1 126 351,40 1 209 559,70 1 241 040,00 1 308 344,90 451 573,90 1 081 290,50 1 192 799,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 461 533,60 720 608,10 861 935,00 896 276,20 832 347,70 955 338,00 461 533,60 704 301,80 859 700,90 943 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 704 301,80 887 995,90 914 356,90 923 839,90 986 533,30 354 688,90 704 301,80 887 995,90 914 356,90 923 839,90 986 533,30 362 484,80 783 319,60 822 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 751 14,80 210 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 753 983,50	Южный расходы	157 900,50	439 736,50	509 247,90	586 229,90	598 391,60	613 799,50	619 567,20
97 791,70 277 344,90 319 141,60 338 355,10 353 401,00 365 403,50 459 254,00 1 006 520,40 1 126 351,40 1 209 559,70 1 241 040,00 1 308 344,90 461 535,60 1 081 290,50 1 192 799,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 461 533,60 720 608,10 861 935,00 896 276,20 832 347,70 955 338,00 403 847,90 704 301,80 859 700,90 937 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 703 833,20 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 194 245,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 210 218,20 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 362 484,80 463 762,30 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 042 489,58 1 100 389,75	Северо-Кавказский доходы	97 564,20	271 309,10	310 961,90	331 838,20	335 695,70	350 003,80	358 769,10
459 254,00 1 006 520,40 1 126 351,40 1 209 559,70 1 241 040,00 1 308 344,90 453 573,90 1 081 290,50 1 192 799,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 461 533,60 720 608,10 861 935,00 896 276,20 832 347,70 955 338,00 461 533,60 720 608,10 861 935,00 997 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 793 833,20 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 194 245,80 465 766,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 10 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 159 113,10 10 218,50 2 10 218,20 475 676,00 2 575 497,40 2 775 6065,10 <td>Северо-Кавказский расходы</td> <td>97 791,70</td> <td>277 344,90</td> <td>319 141,60</td> <td>338 355,10</td> <td>353 401,00</td> <td>365 403,50</td> <td>380 770,30</td>	Северо-Кавказский расходы	97 791,70	277 344,90	319 141,60	338 355,10	353 401,00	365 403,50	380 770,30
453 573,90 1 081 290,50 1 192 799,90 1 275 157,00 1 346 460,20 1 421 668,60 461 533,60 720 608,10 861 935,00 896 276,20 832 347,70 955 338,00 403 847,90 704 301,80 859 700,90 937 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 704 301,80 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 194 245,80 703 833,20 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 522 211,20 591 837,80 688 469,30 725 174,80 105 18,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 105 240,40 2 102 883,70 2 575 497,40 2 777 464,20 2 753 983,50	Приволжский_доходы	459 254,00	1 006 520,40	1 126 351,40	1 209 559,70	1 241 040,00	1 308 344,90	1 365 299,70
461 533,60 720 608,10 861 935,00 896 276,20 832 347,70 955 338,00 403 847,90 704 301,80 859 700,90 937 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 793 833,20 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 102 216,218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 114,80 370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 59 113,10 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871	Приволжский_расходы	453 573,90	1 081 290,50	1 192 799,90	1 275 157,00	1 346 460,20	1 421 668,60	1 449 680,40
403 847,90 704 301,80 859 700,90 937 367,30 961 866,50 968 620,50 354 688,90 793 833,20 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 104 245,80 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 105 210,218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 105 370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 176 822,94 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,1	Уральский доходы		720 608,10	861 935,00	896 276,20	832 347,70	955 338,00	974 082,50
354 688,90 793 833,20 887 995,90 914 356,90 923 839,90 980 533,30 362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 463 762,30 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 1020 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 1020 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 1020 218,20 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 1020 21,02 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 1020 21,50 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 1020 42,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 </td <td>Уральский расходы</td> <td></td> <td>704 301,80</td> <td>859 700,90</td> <td>937 367,30</td> <td>961 866,50</td> <td>968 620,50</td> <td>980 860,10</td>	Уральский расходы		704 301,80	859 700,90	937 367,30	961 866,50	968 620,50	980 860,10
362 484,80 783 319,60 896 689,20 962 255,30 1 034 101,20 1 072 516,60 194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 194 245,80 475 676,00 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 1020 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 17	Сибирский_доходы	354 688,90	793 833,20	887 995,90	914 356,90	923 839,90	980 533,30	1 013 053,80
194 245,80 463 762,30 522 211,20 566 678,50 646 561,50 704 640,30 210 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Сибирский расходы	362 484,80	783 319,60	896 689,20	962 255,30	1 034 101,20	1 072 516,60	1 091 593,30
1 210 218,20 475 676,00 524 390,50 591 837,80 688 469,30 725 174,80 370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Дальневосточный_доходы	194 245,80	463 762,30	522 211,20	566 678,50	646 561,50	704 640,30	791 781,00
370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Дальневосточный расходы	210 218,20	475 676,00	524 390,50	591 837,80	688 469,30	725 174,80	806 087,60
370 767,48 816 815,01 955 161,13 1 007 637,60 1 020 205,15 1 092 882,55 363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Крымский_доходы						159 113,10	117 011,40
363 440,66 829 259,88 959 486,15 1 042 489,58 1 100 389,75 1 151 514,81 924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	В среднем по ФО_доходы	370 767,48	816 815,01	955 161,13	1 007 637,60	1 020 205,15	1 092 882,55	1 148 472,48
924 974,90 2 102 883,70 2 575 497,40 2 727 464,20 2 753 983,50 2 899 916,50 911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	В среднем по ФО_расходы		829 259,88	959 486,15	1 042 489,58	1 100 389,75	1 151 514,81	1 169 712,53
911 815,80 2 093 283,60 2 489 972,20 2 756 065,10 2 871 522,00 3 015 615,70 42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Максимум по ФО_доходы	924 974,90	2 102 883,70	2 575 497,40	2 727 464,20	2 753 983,50	2 899 916,50	3 090 415,70
42 021,50 102 487,60 113 371,80 120 656,60 123 594,10 132 277,30 41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Максимум по ФО_расходы	911 815,80	2 093 283,60	2 489 972,20	2 756 065,10	2 871 522,00	3 015 615,70	2 993 545,50
41 647,83 145 894,34 148 934,84 159 200,38 164 040,18 176 822,94 109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	Уральский_социал	42 021,50	102 487,60	113 371,80	120 656,60	123 594,10	132 277,30	139 018,50
109 836,30 392 992,60 417 347,90 444 578,30 451 179,90 469 260,20	В среднем по ФО_социал	41 647,83	145 894,34	148 934,84	159 200,38	164 040,18	176 822,94	185 225,26
	Максимум по ФО_социал	109 836,30	392 992,60	417 347,90	444 578,30	451 179,90	469 260,20	503 826,50

Используя статистические данные, помимо общего сравнения, можно провести анализ для каждого из федеральных округов – как в целом, так и по отдельным направлениям. Рассмотрим для примера параметры Уральского федерального округа, обратив отдельное внимание на социальные расходы. Для большей наглядности выведем необходимые данные на диаграмме (рис. 3).

На рис. 3 выведены данные по общим доходам и расходам консолидированных бюджетов, а также конкретно по расходам на социальную политику. Для каждого года выведено три группы столбцов: белого цвета – характеризующие Уральский ФО, светло-серого – средние значения по всем ФО РФ, темно-серого – максимальные значения показателей по всем ФО РФ. Первый столбец в каждой группе (обрамленный штриховой линией) отражает доходы бюджета, второй (обрамленный сплошной линией) общие расходы, третий (обрамленный точечной линией) – расходы на социальную политику. Таким образом, серые столбцы задают диапазон изменения доходов и расходов от среднего до максимального значения в среднем по субъектам РФ, задавая ориентир и там самым облегчая сравнительную оценку показателей для конкретного (в данном случае – Уральского) федерального округа.

По диаграмме отчетливо видно, что практически во все годы рассматриваемого периода (исключая, пожалуй, только 2005 г.) показатели Уральского ФО были ниже средних значений по РФ – как в части доходов, так и в части расходов, в том числе на социальную политику. Однако если сопоставить эти данные с табл. 1, то становится понятно, что положение Уральского ФО не является критичным, несмотря на невысокие значения. Занимаемое регионом 3-е место по расходам на социальную политику в реальности коррелирует с его местом и при оценке общих доходов и расходов. Есть регионы, имеющие гораздо более низкие значения рассматриваемых показателей, и безусловный «лидер» среди них - Ceверо-Кавказский ФО (несмотря, кстати, на то, что в этом регионе один из высочайших показателей приростов).

Для более углубленного анализа можно использовать (в том числе и на диаграммах) две границы — максимальную и минимальную. Более того, можно определять границы отклонений анализируемых параметров, задавая их в соответствии с правилами математической статистики и целями исследования. Так, в частности, для исследования текущего

положения территории в задаваемые периоды и анализа устойчивости тренда развития можно использовать среднеквадратические отклонения от математического ожидания показателя, задающие границы, определяющие зоны устойчивости или дисфункциональности [9, с. 189–197].

Любые теоретические изыскания, касающиеся социально-экономического развития территорий - от локального до регионального уровня и выше, должны опираться на обработку реальных статистических данных. Нередко случается, что теоретические прогнозы не подтверждаются статистическими расчетами и прогнозы, основанные на теоретических моделях, дают неудовлетворительные результаты при их сравнении с действительным положением дел. Статистический анализ, использующий богатый арсенал средств экономико-математического моделирования, позволяет откорректировать рабочую модель изучаемого экономического процесса, внести необходимые поправки в методику и практику прогнозирования. Такие коррекции становятся особенно важными, если вспомнить о конечной цели любого серьезного экономического исследования - выработке рекомендаций для управляющих структур по будущему развитию, по общим и отдельным направлениям, по конкретным шагам и мерам.

В социальной политике, как и в любой другой сфере функционирования государства, экономико-математический анализ реальной статистики играет важную роль и позволяет делать обоснованные выводы и ставить назревшие вопросы. Например, в процессе анализа доходов и расходов консолидированных бюджетов (с акцентом на расходы в сфере социальной политики) становится очевидно, что явным лидером является Центральный ФО – его доходы выше, чем средние по ФО РФ, в 2,7 раза, а расходы – в 2,6 раза. Наиболее негативное положение складывается в Северо-Кавказском ФО, где показатели доходов и расходов составляют 31% и 33% соответственно по сравнению со средними. Фактически, это означает, что разница между Центральным и Северо-Кавказским ФО достигает 861% по доходам и 786% по расходам консолидированных бюджетов этих округов. А это, в свою очередь, показывает, что вопрос о неравномерности наполнения и расходования бюджетов центра и остальных регионов назрел и встает с несомненной остротой.

Достижение целей устойчивого развития предполагает создание равных условий развития для различных территорий, входящих в состав федерации. Естественно, нельзя не учитывать историко-географиче-

ские и социально-политические особенности каждой территории, а также представительскую функцию центра, которая должна достойно обеспечиваться, и иные обстоятельства, влияющие на финансовые потоки, однако важнейшей целью социально-ориентированного государства должна оставаться забота об обеспечении равных прав и условий жизни всех граждан страны.

- 1. Лексин В.Н. Государство и регионы: теория и практика государственного регулирования территориального развития / В.Н. Лексин, А.Н. Швецов М.: Едиториал УРСС, 2009. 368 с.
- 2. Стратегия и проблемы устойчивого развития России в XXI веке / под ред. А.Г. Гранберга, В.И. Данилова-Данильяна, М.М. Циканова, Е.С. Шопхоева. М.: «Экономика», 2002.-414 с.
- 3. Кузнецов О.Л. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе Природа Общество Человек / О.Л. Кузнецов, П.Г. Кузнецов, Б.Е. Большаков. —

- Санкт-Петербург Москва Дубна: Изд-во «Гуманистика», 2002.-604 с.
- 4. Радковская Е.В. Методический подход к анализу социально-экономических показателей развития территорий / Е.В. Радковская, Е.М. Кочкина, М.В. Дроботун // Известия Уральского государственного экономического университета. 2011. № 3 (35). С. 66–76.
- 5. Раджабова З.К., Юсупова А.Т. Государственная политика импортозамещения как необходимое условие устойчивого развития / З.К. Раджабова, А.Т. Юсупова // Фундаментальные исследования. 2017. № 7. C. 178–182.
- 6. Урсул А.Д. Стратегия перехода цивилизации к устойчивому развитию / А.Д. Урсул // Стратегические приоритеты. 2014. N 1. C. 31–41.
- 7. Небесная А.Ю. Детерминанты современного подхода к пониманию устойчивого развития регионального хозяйства / А.Ю. Небесная // Международный журнал Устойчивое развитие. 2012.-N 3. С. 85–88.
- 8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Р32 Стат. сб. // Росстат. М., 2016. С. 1054–1075.
- 9. Радковская Е.В. Дисфункции в региональном развитии / Е.В. Радковская // Философия хозяйства» 2012. № 6 (84) С. 189—197.

УДК 332.012:338.314(470.344)

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Рябинина Э.Н., Митрофанова М.Ю.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: marinamit 77@mail.ru

Настоящая статья посвящена выявлению основных факторов, определяющих финансовую устойчивость реального сектора экономики, и оценке их влияния на элементы финансового потенциала Чувашской Республики. При написании статьи были использованы следующие методы исследования: анализ и синтез статистических данных, качественная и количественная обработка полученных результатов, выявление тенденций и формирование выводов. Результатами исследования являются выявленные проблемы и тенденции влияния факторов на финансовую устойчивость региона. Научная новизна исследования заключается в оценке влияния отдельных факторов формирующих финансовую устойчивость реального сектора на финансовую политику региона. Практическая значимость проведенного исследования в том, что предложенная авторами выводы и рекомендации предназначены для применения в практике управления финансовой устойчивости реального сектора. В целях повышения эффективности реального сектора экономики необходимо разработать механизм влияния факторов его финансовой устойчивости на финансовый потенциал. Это позволит обеспечить дальнейшее инновационное развитие Чувашской Республики и повышение ее конкурентоспособности.

Ключевые слова: реальный сектор экономики региона, факторы финансовой устойчивости, сальдированный финансовый результат, сбалансированность регионального бюджета

DIRECTIONS OF INCREASE OF FINANCIAL STABILITY OF REAL SECTOR OF ECONOMY OF THE CHUVASH REPUBLIC

Ryabinina E.N., Mitrofanova M.Yu.

Chuvash State University named I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: marinamit_77@mail.ru

This article is devoted to identifying the main factors determining the financial stability of the real economy and assessing their impact on the elements of the financial potential of the Chuvash Republic. When writing the article were used the following research methods: analysis and synthesis of statistical data, qualitative and quantitative processing of the obtained results, identifying trends and forming conclusions. The results of the study are the identification of problems and trends of impact factors on the financial stability of the region. Scientific novelty of the research is to assess the impact of individual factors influence financial stability of real sector to the financial policy of the region. The practical significance of the conducted research is that proposed by the authors conclusions and recommendations are intended for use in the practice of management of financial stability real sector. In order to improve the efficiency of the real sector of the economy it is necessary to develop the mechanism of influence of factors of financial stability on the financial potential. This will allow for further innovation development of the Chuvash Republic and increase of its competitiveness.

Keywords: real sector of economy of region, factors of financial stability, the balanced financial result, the balance of regional budgets

Важнейшей проблемой регионов в современной экономической системе является повышение финансовой устойчивости реального сектора экономики, которая способствует сохранению платежеспособности и ликвидности, финансовой независимости, деловой активности региона, что позволяет обеспечить более высокий уровень экономической безопасности региона.

Как известно, реальный сектор экономики региона — это такой сектор, который напрямую связан с производством материальных и нематериальных благ и услуг, получением прибыли, увеличением бюджетных средств, где производится конкурентоспособная и высокотехнологичная продукция, способствующая развитию инвестиционной деятельности региона и повышению его конкурентоспособности.

Повышение финансовой устойчивости реального сектора экономики региона связано с выявлением эффективных факторов, практическая реализация которых позволит обеспечить высокий уровень финансового потенциала региона и сбалансированность регионального бюджета. Выявление основных факторов повышения финансовой устойчивости реального сектора экономики региона зависит от его специфики. В данной статье объектом исследования является дотационный субъект Приволжского федерального округа — Чувашская Республика.

На региональном уровне к важнейшим показателям финансовой устойчивости относится валовой региональный продукт (ВРП), эффективное управление которым является основным условием его макро-

экономической устойчивости и дает наиболее полную картину о состоянии и развитии региона.

По данным Министерства экономического развития, промышленности и торговли Чувашской Республики, ВРП за 2014—2016 гг. имеет тенденцию роста. Так, в 2015 г. по сравнению с 2014 г. ВРП увеличился на 102,3%, в 2016 г. к уровню 2015 г. — на 108,1%. Данная тенденция также характерна для показателя — ВРП, приходящийся на душу населения [1].

На валовой региональный продукт, формируемый главным образом за счет реального сектора экономики региона, оказывает влияние финансовый потенциал региона, состоящий из следующих основных элементов (статья бюджетный потенциал региона: «финансовый потенциал предприятий и организаций; потенциал финансово-кредитной системы; внешние инвестиции и заимствования; финансовые средства населения региона и др. [2, с. 400].

Каждый из вышеперечисленных элементов является частью совокупного финансового потенциала региона, от эффективности управления которым зависит степень социально-экономического развития реального сектора экономики региона в целом. Рассмотрим экономическую сущность наиболее важных составляющих финансового потенциала региона.

Так, «бюджетный потенциал региона отражается в консолидированном бюджете, который зависит от множества факторов» [3, с. 17] и, прежде всего, от отнесения региона к региону-донору и дотационному региону. По уровню расчетной доли межбюджетных трансфертов из федерального бюджета в объеме республиканских доходов консолидированного бюджета Чувашской Республики регион относится к дотационному. Этот показатель в 2015 г. составлял 41%, в 2016 г. ввиду бюджетного профицита величина данного показателя уменьшилась и составила 32,1% [4]. Это связано с решением проблемы обеспечения сбалансированности бюджета Чувашской Республики.

Решение проблем формирования бюджета региона необходимо рассматривать в единстве с финансовой системой страны. Сбалансированность бюджета, снижение инфляции, повышение инвестиционной привлекательности, обеспечивающей экономический рост региона как основных целевых ориентиров, стоящих перед бюджетной системой страны, заложены в прогнозном бюджете Чувашской Республики на период до 2019 г. Увеличение доходов в 2016 г. (115,2% к 2015 г.) и сокращение

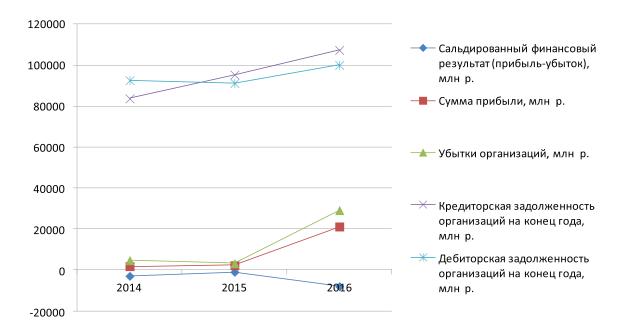
расходов на 0,2% к уровню 2015 г. привели к профициту республиканского бюджета в сумме 1702,9 млн рублей. При этом структура доходной части республиканского бюджета за 2016 г. свидетельствует об увеличении доли собственных доходов в общем объеме доходов (с 59% до 61,2%). Рост доходной части произошел, главным образом за счет увеличения налоговых поступлений в бюджет республики. В связи с этим налоговый потенциал региона можно рассматривать как составляющую финансового потенциала региона.

По данным Министерства финансов Чувашской Республики, объем поступлений налоговых доходов в республиканский бюджет увеличился в 2016 г. к уровню 2015 г. на 17,5%, в том числе налога на прибыль — на 36,2%, налога на доходы физических лиц — на 4,7%, акцизов — на 35,7%. Данная тенденция напрямую свидетельствует о повышении эффективности функционирования реального сектора экономики Чувашской Республики [5].

Финансовый потенциал предприятий и организаций по видам экономической деятельности, зарегистрированных территории региона, имеющих различные организационно-правовые формы хозяйствования, объединяет собственные и привлеченные финансовые средства субъектов. В этом блоке следует рассматривать средства хозяйствующих субъектов и средства внебюджетных фондов. По данным Федеральной службы государственной статистики по Чувашской Республике, численность предприятий и организаций реального сектора экономики в 2016 г. уменьшилась на 0,4% или на 106 ед., в том числе в разрезе таких видов экономической деятельности, как сельское хозяйство, оптовая и розничная торговля, а также в организациях, предоставляющих коммерческие, социальные и персональные услуги и в сфере образования [6].

Наиболее распространенной формой собственности является частная, доля которой в 2016 г. составила 82,7% против 82,4% в 2015 г. На долю предприятий и организаций государственной и муниципальной собственности приходится 11%. Число малых предприятий в 2016 г. уменьшилось на 135 ед. или на 7,4%. Среди них наибольшая доля приходится на предприятия обрабатывающего производства -22,3%, на предприятия торговли – 20,3%, строительства – 15,4%. Доля продукции (работ, услуг), произведенной субъектами МСП, в общем объеме валового регионального продукта республики в 2016 г. составила 28,4%, прирост налоговых поступлений от субъектов малого и среднего предпринимательства увеличился до 11 %, что является свидетельством повышения эффективности деятельности малых и средних предприятий. Следовательно, можно отметить положительную тенденцию развития малого и среднего бизнеса и его влияние на повышение эффективности деятельности реального сектора экономики в республике.

Как известно, сальдированный финансовый результат является одним из главных источников пополнения собственных доходов регионального бюджета и наглядно отражает финансовый потенциал предприятий и организаций. Анализ основных финансовых показателей деятельности предприятий и организаций Чувашской Республики по сравнению с другими регионами ПФО представлен на рисунке.



Динамика основных финансовых показателей деятельности предприятий и организаций Чувашской Республики в 2014–2016 гг.

Таблица 1 Динамика сальдированного финансового результата по видам экономической деятельности предприятий и организаций Чувашской Республики, млн руб.

Виды экономической деятельности		Годы			
	2013	2014	2015	2016	
Всего,	2458,2	-2926,8	-957,7	-7967,2	
в том числе по видам деятельности					
Сельское хозяйство	308,7	728,0	955,0	623,4	
Добыча полезных ископаемых	25,4	4,9	63,1	23,2	
Обрабатывающие производства	705,8	-2641,1	914,2	-4365,5	
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	386,8	-8,8	-854,1	86,2	
Строительство	1398,8	1009,6	311,9	438,8	
Оптовая и розничная торговля	-1625,6	636,5	-79,5	-2472,5	
Гостиницы и рестораны	-1,1	41,4	-73,9	_	
Транспорт и связь	33,3	-115,2	-179,8	-79,8	
Операции с недвижимым имуществом	1174,5	-1549,8	-2000,3	-2383,6	
Прочие*	-492,8	-53,3	-14,0	-117,6	

 Π р и м е ч а н и е . * — финансовая деятельность, образование, здравоохранение, предоставление прочих услуг.

 Таблица 2

 Структура сальдированного финансового результата по группам муниципальных районов Чувашской Республики

Группа		2014 г.		2015 г.		2016 г.
I	62,3 %	(Цивильский, Чебоксарский районы)	47,6%	(Чебоксарский, Вурнарский и Цивильскиий районы)	68,3%	(Вурнарский, Чебок- сарский районы)
II	9,4%	(Вурнарский район)	24,6%	(Янтиковский, Моргаушский и Ядринский районы)	21,7%	Моргаушский, Ци- вильский районы
III	24,7%	(Аликовский, Ибресинский, Комсомольский, Красночетайский, Моргаушский, Ядринский, Яльчикский районы)	24,7%	(Комсомольский, Порецкий, Аликовский, Яльчикский, Красночетайский районы)	8,2%	Комсомольский, Аликовский районы
IV	5,6%	(Батыревский, Марпосадский, Порецкий, Янтиковский районы)	5,2%	(Канашский, Ибресинский, Красноармейский, Батыревский, Ур- марский районы)	4,2 %	Батыревский, Ибер- синский, Канаш- ский, Красноаре- мйский, Порецкий, Урмарский районы
V	-2,0%	Канашский, Козловский, Красно- армейский, Шумер- линский районы	-2,1%	(Шумерлинский, Козловксий, Шемуршинский, Моргаушский, Алатырский)	-1,2%	Ядринский
Итого	100%		100%		100%	

Примечание. По восьми районам Чувашской Республики в 2016 г. статистические данные отсутствуют.

Динамика данных показателей свидетельствует о тенденции роста сальдированного убытка деятельности предприятий и организаций Чувашской республики. Это связано с тем, что темпы роста прибыли в несколько раз ниже темпов роста полученных убытков. Так, если в 2015 г. это соотношение составляло 1,4 раза, то в 2016 г. – 7,2 раза. Это свидетельствует о снижении рентабельности производства продукции, работ и услуг за период 2014–2016 гг. Тенденция роста дебиторской задолженности как следствие неисполнения расчетной дисциплины повлияла на рост кредиторской задолженности в данном периоде (темпы опережения кредиторской задолженности над дебиторской составили 107,3% в 2016 г., 104,5% в 2015 г.), что привело к дальнейшему углублению кризиса неплатежей в республике.

Изучение сальдированного финансового результата в разрезе муниципальных образований Чувашской Республики показало, что из 21 муниципального района лишь 12 районов за 2016 г. имели прибыль. По величине полученного сальдированного финансового результата нами были выделены пять групп муниципальных районов:

1-я группа — от 200,0 до 500,0 млн руб.; 2-я группа — от 100,0 до 200, 0 млн руб.; 3-я группа — от 30,0 до 100,0 млн руб.; 4-я группа — менее 30,0 млн руб.; 5-я группа — убыточные.

Приведенные в табл. 2 данные свидетельствуют об увеличении доли первой группы районов по величине полученного финансового результата, что составило в 2016 г. 68,3%. Отрицательным является перемещение большинства муниципальных районов ЧР из 3 группы в 4 группу с низким уровнем полученного сальдированного финансового результата, но в то же время в группе районов, имеющих убытки, произошло их сокращение до одного (1,2% Ядринский район), что является свидетельством нерационального и неэффективного использования растущих инвестиций в экономику данного района.

«Обеспечение положительного сальдированного финансового результата муниципальными районами и городами оказывает непосредственное влияние на сбалансированность местных бюджетов» [7, с. 156]. Для ее поддержания необходимо снижение уровня муниципального долга, бюджетная

консолидация и приоритизация расходов с целью достижения целевых, програмсоциально-экономических показателей. Также считаем, что этому должно способствовать повышение «ответственности муниципалитетов по обеспечению сбалансированности своих бюджетов, развитию доходного потенциала, сокращению дефицитного состояния бюджетов и снижению дотационности местных бюджетов» [7, с. 156]. Таким образом, проведенные исследования показали, что Чувашская Республика как динамично развивающийся регион проводит политику стимулирования экономического роста. Реализация этой политики должна обеспечивать в первую очередь развитие и достижение стабильности реального сектора экономики: недопущение убыточного сальдированного финансового результата по всем видам экономической деятельности; снижение темпов других макроэкономических показателей); дальнейшее развитие промышленности и инновационной экономики за счет развития инновационного территориального электротехнического кластера; развитие биоэкономики, импортозамещения в отдельных отраслях; внедрение композиционных материалов, конструкций и изделий в сфере транспортной инфраструктуры, строительства и т.д.

По мнению авторов, в целях повышения финансовой устойчивости реального сектора экономики необходимо:

- 1. Уточнить экономическую сущность категории «реальный сектор экономики региона» как основную составляющую в сохранении финансовой независимости, деловой активности и экономической безопасности региона.
- 2. Изучать эффективность реального сектора экономики региона, что должно основываться на трехуровневой системе показателей: нормативные и рекомендуемые; комплексные; интегральные (в том числе валовой региональный продукт).
- 3. Формулировать концептуальные основы развития стратегического управления

реальным сектором экономики региона как составляющего его производственный потенциал.

- 4. Выявить перспективный механизм, способствующий переориентации предприятий и организаций реального сектора экономики на инновационную стратегию развития региональной экономики.
- 5. Рассматривать как основу развития всех элементов финансового потенциала Чувашской Республики.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-12-21028.

- 1. Министерство экономического развития, промышленности и торговли Чувашской республики [Электронный ресурс]. URL: http://gov.cap.ru/?gov_id=24 (дата обращения: 23.08.2017).
- 2. Рябинина Э.Н. Элементы финансового потенциала региона как факторы повышения его конкурентоспособности / Э.Н. Рябинина, М.Ю. Митрофанова [Электронный ресурс] // Повышение конкурентоспособности отраслей экономики как направление выхода из экономического кризиса: сб. материалов международной науч.-практ конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. С. 398—408. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26339850 (дата обращения: 23.08.2017).
- 3. Куренков Д.В., Рябинина Э.Н. Проблемы сбалансированности бюджета Чувашской Республики [Электронный ресурс] // Oeconomia et Jus. 2015. № 2. С. 15–20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25772968 (дата обращения: 24.08.2017).
- 4. Закон Чувашской Республики от 08 декабря 2015 года № 78 «О республиканском бюджете Чувашской Республики на 2016 год» [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/428699120 (дата обращения: 24.08.2017).
- 5. Министерство финансов Чувашской Республики [Электронный ресурс]. URL: http://gov.cap.ru (дата обращения: 23.08.2017).
- 6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Чувашской Республике Чувашии (Чувашстат) [Электронный ресурс]. URL: http://chuvash.gks.ru/ (дата обращения: 23.08.2017).
- 7. Митрофанова М.Ю. Оценка финансового результата деятельности муниципальных образований Чувашской республики / М.Ю. Митрофанова, Э.Н. Рябинина [Электронный ресурс] // Научное и образовательное пространство: сб. материалов III Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. 2016. С. 152–158. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27387695 (дата обращения: 24.08.2017).

УДК 331:334.72(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ ВУЗОВ В УСЛОВИЯХ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В РОССИИ

Черницов А.Е., Артамонова Ю.С., Ионова А.В.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, e-mail: aleksei.chernitsov@gmail.com

Статья посвящена исследованию уровня предпринимательского потенциала студенческой молодежи в рамках реализации стратегии малого бизнеса в России. Цель исследования – разработать модель управления предпринимательским потенциалом студентов высших учебных заведений, а также принципов, методов и механизмов её реализации. Проанализированы данные анкетного опроса 400 представителей студенческой молодежи в возрасте от 18 до 23 лет. Полученные результаты свидетельствует о том, что государственная система образования сегодня не вполне удовлетворяет потребностям общества и экономики. Сделано предположение, что формирование восходящего тренда в развитии молодежного бизнеса возможно путем реализации грамотных технологий внеаудиторной работы со студенческой молодежью, формирования экономической самостоятельности, финансовой грамотности и предпринимательских компетенций. Результатом такой работы должен послужить рост уровня предпринимательского потенциала студенческой молодежи.

Ключевые слова: предпринимательский потенциал, молодёжное предпринимательство, малый бизнес, предпринимательская деятельность

INVESTIGATION LEVEL ENTERPRISE CAPACITY OF UNIVERSITY STUDENTS IN THE DEVELOPMENT STRATEGY OF SMALL BUSINESS IN RUSSIA

Chernitsov A.E., Artamonova Yu.S., Ionova A.V.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: aleksei.chernitsov@gmail.com

The article investigates the level of entrepreneurial potential of students in the framework of malogobiznesa strategy in Russia. The purpose of research – to develop a model of management entrepreneurial potential of students of higher educational institutions, as well as the principles, methods and mechanisms of its implementation. The data questionnaire survey of 400 representatives of students aged 18 to 23 years. The results indicate that the public education system today is not fully meets the needs of society and the economy. It is suggested that the formation of the upward trend in the development of youth business possible through the implementation of technology literate extracurricular work with students, the formation of economic independence, financial literacy and business skills. The result of this work should serve as a rise in the level of entrepreneurial potential of students.

Keywords: entrepreneurial potential, youth entrepreneurship, small business, entrepreneurship

Один из последних, но уже достаточно устоявшийся, тренд современной экономики России — развитие молодёжного предпринимательства. Молодежь является самой активной частью населения любого государства во всех сферах жизни общества, и поэтому именно она делает наибольший вклад в развитие экономики как страны в целом, так и ее отдельных регионов. Молодёжь — это та часть населения, которая быстрее остальных приспосабливается к постоянным изменениям и не боится рисковать и брать на себя ответственность в сложных ситуациях [4].

В последнее время наблюдается агрессивное отношение к Российской Федерации в экономической сфере со стороны ряда стран Западной Европы и США. Это имеет под собой, скорее всего, политическую подоплеку, но отражение находит в сфере предпринимательства. Учитывая подобную нестабильную политико-экономическую обстановку в мире, следует особое внимание обратить на вопросы поддержки

и развития малого и среднего предпринимательства. Стратегическим ресурсом для развития которого, в свою очередь, является молодежное предпринимательство.

Актуализация проблематики молодежного предпринимательства происходит также в связи с тем, что в настоящее время присутствует потенциальная, но еще не полностью доступная возможность улучшения социально-экономического положения молодежи [6].

Ключевым аспектом развития малого и среднего предпринимательства и самозанятости молодежи в целом является привлечение и стимулирование интереса молодых людей к активной предпринимательской деятельности, формирование их предпринимательской культуры, которая позволит им осуществлять профессиональное развитие с минимальными рисками [7].

Предпринимательский потенциал зачастую является базовой и наиболее ярко выраженной особенностью, определяющей уникальность развития предпринимательской деятельности современной студенческой молодежи. В процессе реализации предпринимательского потенциала происходит его трансформация и преображение. Но в то же время не прослеживается четкая и конкретная линия зависимости результатов реализации предпринимательского потенциала студенческой молодежи от уровня его развития. Ощутимую разницу можно увидеть лишь в контексте анализа количества успешно реализованных бизнес-проектов и запущенных стартапов. Если анализировать ситуацию с данной точки зрения, то можно увидеть ряд закономерностей: студенты реализующие уже не первый бизнес-проект чувствуют себя более уверенно, обладают сравнительно большими предпринимательскими компетенциями и с большим энтузиазмом осуществляют предпринимательскую деятельность. Также этот сегмент студенческой молодежи быстрее и легче поддается обучению, лучше усваивает новые компетенции, развивает их и передает ближайшему окружению. Опыт предпринимательской деятельности даёт студенту шанс проверить свои знания на практике и почувствовать ответственность. А неудачный опыт в предпринимательстве – это первый шаг молодёжи к карьере будущих руководителей.

В рамках изучаемого вопроса было проведено исследование на базе крупных пензенских вузов – Пензенского государственного университета (ПГУ), Пензенского государственного университета архитектуры и строительства (ПГУАС), Пензенского государственного технологического университета (ПензГТУ) и Пензенской государственной сельскохозяйственной академии

(ПГСХА). В ходе исследования проводилось анкетирование и интервьюирование 400 студентов. Возраст опрошенных составил от 18 до 23 лет.

В ходе исследования выявлено, что 69% опрошенных студентов хотели бы заняться предпринимательской деятельностью, 16% не определились в своём мнении, 12% не хотели бы заниматься предпринимательской деятельностью и 3% уже имеют собственный бизнес. Из тех, кто хотел бы заниматься бизнесом, 29% хотели бы заниматься «бизнесом в сфере потребительских услуг» и 29 % «бизнесом в сфере торговли». Следующим по количеству ответов была туристическая сфера – 17%, бизнес связанный с недвижимостью – 11% и информационные технологии – 7%, сельское хозяйство 3%, промышленность и банковское дело по 2% (рис. 1) [5].

Студенты взвешенно определили подходящие для себя сферы бизнеса, так как работа в сфере потребительских услуг и торговли не требует больших капитальных вложений, материальных затрат и большого числа персонала. Это говорит о том, что молодые люди реально оценивают свои ресурсы и взвешенно планируют будущую предпринимательскую деятельность.

На вопрос анкеты, есть ли необходимая информация, знания и ресурсы для организации своего дела, подавляющее число студентов — 84%, отметили, что им хотелось бы улучшить имеющиеся знания и получить опыт, но они не обладают достаточной для этого информацией. Большие объёмы разной, противоречивой информации только мешают разобраться в сути изучаемого вопроса.

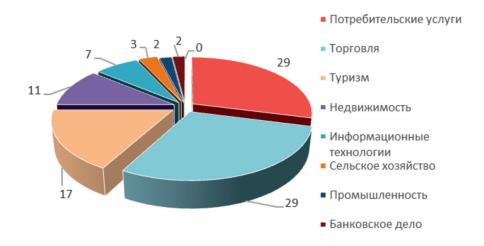


Рис. 1. Сферы бизнеса



Рис. 2. Представление бизнеса для молодёжи

На вопрос, есть ли бизнес-идея, которую вы можете реализовать, 51% студентов ответили положительно, но отметили, что на данный момент не знают, как реализовать собственную бизнес-идею. Отсутствие бизнес-идеи отметили 45% опрошенных. И только 4% отметили, что реализуют свою идею в настоящее время.

На вопрос: «Что дает (даст) для вас занятие предпринимательской деятельностью?» мнения респондентов разделились следующим образом: 31% считает, что предпринимательство в первую очередь обеспечивает высокий личный доход, 27% хотят заниматься бизнесом с целью личной самореализации, 26% считают, что создали бы свое дело для развития предпринимательских навыков и 16% отметили, что занятие предпринимательской деятельностью даёт независимость и инновационность (рис. 2).

По данным ответам можно отметить, что молодёжь, а именно студенты, стремится к заработку и независимости.

Студенты связывают образ успешного предпринимателя, прежде всего, с достижением высокого уровня профессионализма (68% опрошенных). Богатство, материальное благополучие и воплощение своей мечты также являются важными признаками успешного предпринимателя, однако в глазах студентов наиболее успешными представителями малого бизнеса являются люди, которые добились высокого уровня профессионализма в своем деле.

Это подтверждается и результатами опроса действующих молодых предпринимателей.

Исследование потенциала предпринимательства среди молодёжи проводилось и ранее. Всероссийский мегаопрос «Георейтинг»: 34000 респондентов, опрошенных в 68 субъектах РФ по репрезентативным выборкам для каждого региона (общая численность молодежи в возрасте 18-29 лет -8369) выявил следующие данные. Третья часть из общего числа опрошенной молодежи в возрасте 18-26 лет (36%) в неопределенном будущем планирует начать свое дело. Однако лишь малую часть из них, а именно 12%, следует отнести к потенциальным бизнесменам, так как они утверждают, что планируют открыть свое дело в ближайший год (5%) или в ближайшие два-три года (7%). У остальных перспектива предпринимательства очень туманна: они сами еще не знают, когда начнут создавать свое дело [1].

При сопоставлении данных видно, что количество молодёжи, заинтересованной в предпринимательской деятельности, увеличилось. Данный показатель косвенно указывает на то, что политика государства в сфере популяризации молодёжного предпринимательства развивается в правильном направлении.

Также данный опрос представил результаты влияния семьи на формирование предпринимательских способностей у молодых людей. Анализируя результаты исследования, можно сделать вывод, что родители и близкие родственники имеют очень серьезное влияние на выбор профессионального и карьерного пути своих детей. Так доля будущих молодых предпринимателей значительно выше в семьях, где кто-то из родителей является индивидуальным предпринимателем (35%) или занимает руководящую позицию (20%), по сравнению со всеми остальными.

В проводимом нами опросе также затрагивалось влияние дальних родственников на формирование и развитие предпринимательского потенциала детей. Наибольшее число опрашиваемых ответило, что в семье вообще нет предпринимателей — 57%. Ответ «да, у дальних родственников есть бизнес» дали 25% респондентов и на ответ «да, у родителей и близких родственников есть собственный бизнес» дали 18% студентов. Причём доля молодых людей, которые занимаются или хотят заниматься предпринимательством, выше у тех, у кого именно родители являются предпринимателями.

При исследовании факторов, развивающих предпринимательские способности студентов, было важно проанализировать и сдерживающие факторы, ведь часто, молодые люди, обладающие высоким предпринимательским потенциалом, так и не создают собственный бизнес, что негативно влияет и на их дальнейший профессиональный путь.

«Укажите основные факторы бизнес-среды, которые сдерживают студенческое предпринимательство» (1 — самое сильное влияние, 11 — самое слабое влияние) (табл. 1).

Таблица 1 Факторы, сдерживающие студенческое предпринимательство

Фактор	Ранг
жесткая конкуренция	1
недостаток собственных финансовых ресурсов	3
трудности в поиске клиентов	5
трудности с получением внешнего финансирования	2
процедура регистрации компании	8
местная инфраструктура	7
бюрократия	4
коррупция	6
высокий уровень преступности	9
жесткое налогообложение	10
нестабильное законодательство	11

Самым сильным фактором, оказывающим сдерживающее влияние на студенпредпринимательство, является «жёсткая конкуренция». Действительно, студенты создают бизнес, не требующий больших капиталовложений (у студентов нет достаточного количества финансовых ресурсов), не наукоемкий, не сложный, не требующий большого количества персонала и ресурсов. В связи с простотой создания и работы данный бизнес действительно является высококонкурентным. Студентам, не обладающим зачастую профессиональными знаниями в сфере маркетинга и стратегического менеджмента, сложно конкурировать с другими профессиональными участниками рынка. Отметим, что такое мнение высказали респонденты, и часто это является страхом молодых людей перед более опытными участниками рыночной системы.

Вторым по значимости и влиянию является фактор — «трудность с получением внешнего финансирования». Данная оценка является достаточно объективной, так как банки с подозрением относятся к предприятиям, созданным студентами, не принимая их всерьез или боясь невыполнения обязательств по договору. В связи с этим банки рассчитывают высокий уровень риска кредитования такого бизнеса и отказывают в финансировании таких предприятий. Молодые предприниматели не имеют возможности получить внешнее кредитование, так как не могут ничего дать в залог банку (не имеют имущества).

Третьим фактором является «недостаток собственных финансовых ресурсов». Студенты не имеют собственного капитала и собственности. Финансовые ресурсы, которые студенты вкладывают в собственный бизнес, поступают либо от родителей, либо это ранее заработанные самим студентом деньги. Поэтому часто студенты начинают с бизнеса, не требующего больших вложений.

К наименее оказывающим влияние факторам студенты отнесли жёсткое налогообложение и нестабильное законодательство.

Исследование, проведённое М.А. Карпуниной, С.Ю. Савиновой и Н.Г. Шубняковой, выявляет сильные и слабые стороны молодёжного предпринимательства [2].

С момента осознания значимости развития малого и среднего предпринимательства государство стремится создавать наиболее благоприятные условия, стимулирующие молодежь к занятию предпринимательской деятельностью. Реализация данных условий рассматривается в различных программах общегосударственного и регионального уровня. В 2016 г. Правительство РФ утвердило «Программу развития малого и среднего предпринимательства до 2030 года», и ответственные ведомства приступили к её реализации.

В настоящее время руководство страны делает серьезный упор на развитие малого и среднего предпринимательства, определяя его как одно из важнейших направлений, способствующих быстрому, стабильному и результативному экономическому развитию государства. Концепция стратегического развития предпринимательства должна предусматривать как создание общих рыночных предпосылок — рыночной инфраструктуры, мотивационного механизма, так и специальную государственную систему поддержки [3].

Таблица 2

Сильные и слабые стороны молодёжного предпринимательства

Сильные стороны молодёжного предпринимательства	Высокий уровень инновационной активности, инновационность мышления
	Высокая мобильность, гибкость подходов, быстрота реакции по освоению новых рынков
	Высокий уровень способности к быстрому получению и освоению новых знаний в области предпринимательства и, как следствие, высокая степень приспособления к меняющимся условиям производственной и рыночной среды
	Потенциально более высокий уровень физической и психологической способности молодых людей выдерживать повышенные трудовые и нервные нагрузки, неизбежно сопровождающие предпринимательскую деятельность, особенно на её первоначальном этапе
	Готовность молодёжи к риску
Слабые стороны молодёжного	Низкий социальный опыт
предпринимательства	Отсутствие деловой репутации
	Недостаточный уровень знаний в области практического применения экономических законов и механизмов
	Проблема формирования стартового капитала
	Недостаток личных контактов в сфере бизнеса и во властно-управленческих структурах
	Незащищённость от воздействия бюрократических структур
	Постоянное стремление к «теневому» предпринимательству и слабая степень защищённости от воздействия криминальных структур

Государственная политика по развитию малого и среднего предпринимательства должна базироваться именно на работе с молодёжью и носить постоянный и регулярный характер: от школы к вузу, а также на протяжении всего периода обучения в высшей школе. Другие варианты целенаправленного воздействия на молодёжь сложно представить, так как, кроме как в вузах, такой концентрации талантливой молодежи нигде больше нет. Доказательство тому системы бизнес-инкубации и бизнес-акселерации МГУ им. Ломоносова, Высшей школы экономики, Российского экономического университета им. Плеханова и др. Государство должно постоянно поддерживать положительный имидж предпринимателя и предпринимательства, создавать все новые возможности для внедрения инновационных отраслей предпринимательства, развивать поддержку малого бизнеса и зарубежного партнёрства, привлекать молодых предпринимателей из других стран для совместной работы и обмена знаниями и опытом с российскими молодыми предпринимателями. И это возможно сделать через организацию международных молодёжных форумов.

Таким образом, государственной власти и бизнес-сообществу следует пристально следить за формированием интереса к предпринимательству у современной молодежи, а также всячески поддерживать проекты молодых

бизнесменов, создавая на законодательной основе благоприятные условия для быстрого старта новых предпринимателей. Молодежь активна и готова к проявлению своих способностей в бизнесе, к обеспечению самозанятости и созданию новых рабочих мест.

- 1. Баженова С.К. Легко ли быть молодым предпринимателем? // Технология дела. -2012. $-№ 7_8$; URL: http://td.poligrafiyaunas.ru/journal/2012/7_8-201 $\overline{2}$ /legko-li-byit-molodyim-predprinimatelem.html.
- 2. Карпунина М.А., Савинова С.Ю. и Шубнякова Н.Г. Формирование молодежного предпринимательского сообщества как инструмент повышения предпринимательской активности в России // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2.; URL: https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=12360.
- 3. Крутик А.Б. Проблемы и перспективы развития предпринимательства в российской экономике // Проблемы современной экономики. 2011. N $\!\!\!$ 2 C. 24.
- 4. Максимова О.Г., Максимов Е.В., Пац М.В. Формирование готовности к предпринимательской деятельности студентов вузов экономических специальностей // Казанский педагогический журнал. 2011. № 1. C. 21-26.
- 5. Рынки труда и образовательных услуг России: реалии и перспективы: монография / под общ. ред. С.Д. Резника, Р.М. Нижегородцева, Г.А. Резник. М.: ИНФРА-М, 2017. 324 с. (Научная мысль). www.dx.doi.org/10.12737/13211.
- 6. Титов Н.Н. Актуальность подготовки студентов к предпринимательской деятельности // Вестник Московского университета МВД России. 2011. № 11. С. 10–12.
- 7. Черницов А.Е., Светалкина М.В. Управление процессом формирования предпринимательских компетенций студентов в региональном вузе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1.; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19577.

УДК 332.1:911(470.56)

ПРИОРИТЕТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Чибилёв А.А. (мл.)

ФГБУН Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург, e-mail: a.a.ml@mail.ru

В Российской Федерации 2017 год Указом Президента объявлен годом экологии. Для Оренбургской области вопросы устойчивого развития всегда тесно переплетаются с вопросами экологической, энергетической, продовольственной, промышленной безопасности, а в конечном счёте национальной безопасности страны в рамках этого приграничного субъекта на южных рубежах России. В устойчиво развивающейся экономике при осуществлении организационно-хозяйственной деятельности на всех уровнях немаловажная роль отводится оценке индикаторов эффективности использования природно-ресурсного потенциала. Природно-ресурсный потенциал Оренбургской области, благодаря разнообразию своей структуры имеет основополагающее значение в экономике региона. Природные условия и природные ресурсы Оренбуржья являются одними из конкурентных преимуществ, обеспечивающих устойчивое развитие территорий. Нерешённость экологических проблем усугубляет проблемы социального развития в Оренбургской области, влияя в том числе на демографические и миграционные показатели. В последние годы в регионе наблюдается сокращение численности населения, которое за 15 лет сократилось на 208,9 тысяч человек (почти на 10 %!), при этом городское население уменьшилось на 71,5 тыс. человек (6%), а сельское - на 137,4 тыс. человек (15%!). В статье рассматриваются проблемы устойчивого развития Оренбургской области, направления реализации мероприятий в рамках проведения региональной экологической политики. Выделяются в качестве приоритетных для решения проблема развития сети ООПТ, проблема рационального использования водных ресурсов и проблема обращения с бытовыми отходами в регионе. Одними из основных задач региональной экологической политики сегодня должны стать предотвращение деэкологизации уже существующих производств и проведение тщательной экспертизы новых проектов.

Ключевые слова: экологическая политика, устойчивое развитие, Оренбургская область, система ООПТ, водные ресурсы, проблема бытовых отходов, год экологии

PRIORITIES OF ENVIRONMENTAL POLICY IN SOLVING PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ORENBURG REGION

Chibilev A.A. (jr.)

Institute of Steppe of the Ural branch of the RAS, Orenburg, e-mail: a.a.ml@mail.ru

In the Russian Federation, in 2017, the Presidential Decree declared the year of ecology. For the Orenburg region, the issues of sustainable development are always closely intertwined with the issues of environmental, energy, food, industrial security, and ultimately national security of the country on the southern borders of Russia. In a steadily developing economy, when implementing organizational and economic activities at all levels, an important role is assigned to the assessment of indicators of the effectiveness of the use of the natural resource potential. The natural and resource potential of the Orenburg region, due to the diversity of its structure, is of fundamental importance in the economy of the region. Natural conditions and natural resources of Orenburg region are among the competitive advantages that ensure sustainable development of the territories. Environmental problems exacerbate the problems of social development in the Orenburg region, affecting, among other things, demographic and migration indicators. In recent years, there has been a decline in the population in the region, which declined by 208.9 thousand people (by almost 10%!) During 15 years, while the urban population decreased by 71.5 thousand people (6%), and the rural population decreased by 137.4 thousand people (15%!). The problems of sustainable development of the Orenburg region, the direction of implementation of activities within the framework of regional environmental policy is provided in the article. The problem of the development of the SPNA network, the problem of rational use of water resources and the problem of handling household waste in the region are highlighted as priority issues for the solution. One of the main tasks of regional environmental policy today is to prevent deecologization of existing production facilities and conduct a thorough examination of new projects.

Keywords: environmental policy, sustainable development, Orenburg region, SPNA system, water resources, problem of household waste, year of ecology

В Российской Федерации 2017 год Указом Президента объявлен годом экологии. Наряду с сохранением биологического разнообразия и привлечением россиян к проблемам сохранности природных богатств страны, главными результатами экологических и природоохранных мероприятий в субъектах должны стать: обеспечение экологической безопасности и улучшение экологических показателей развития. В этой связи реализация экологической политики должна затронуть граждан, предприятия и все уровни органов власти. Отсутствие экологической политики и эффективного управления в области охраны окружающей среды, базирующихся на научном подходе может привести на региональном уровне к формированию неблагоприятной экологи-

ческой обстановки. Экологическая политика, решая вопросы рационального использования природно-ресурсного потенциала территории, организации природно-экологического каркаса и системы природно-заповедного фонда формирует экологически устойчивую экономику. Многие проблемы в природоохранной сфере напрямую влияют на уровень социально-экономического развития региона. В устойчиво развивающейся экономике при осуществлении организационно-хозяйственной деятельности на всех уровнях немаловажная роль отводится оценке индикаторов эффективности использования природно-ресурсного потенциала. Социально-экономическое развитие территории можно в полной мере считать устойчивым, когда: объёмы используемой подземной воды не превышают объёмов восстановления их запасов, эрозия почв соразмерна с показателями естественного почвообразования, вылов рыбы соответствует запасам промысловых зон, вырубка лесов не превосходит посадку новых насаждений, выбросы соединений углерода в атмосферу не превышают способность воздушного бассейна связывать углекислый газ и т.д. [1].

Цель исследования: на основе оценки основных экологически значимых характеристик развития Оренбургской области выявить приоритетные направления экологической политики в рамках устойчивого развития региона.

Материалы и методы исследования

Для Оренбургской области вопросы устойчивого развития всегда тесно переплетаются с вопросами экологической, энергетической, продовольственной, промышленной безопасности, а в конечном счёте национальной безопасности страны в рамках этого приграничного субъекта на южных рубежах России. Природно-ресурсный потенциал Оренбургской области, благодаря разнообразию своей структуры имеет основополагающее значение в экономике региона. Природные условия и природные ресурсы Оренбуржья являются одними из конкурентных преимуществ, обеспечивающих устойчивое развитие территорий.

Программы и проекты, реализуемые в рамках концепции устойчивого регионального развития, нуждаются в долгосрочных инвестициях. Перспективы реализации инвестиционных проектов, связанных с использованием природно-ресурсного потенциала территорий Оренбургской области, являются одним из главных факторов привлечения в этот субъект РФ внутренних и внешних инвестиций. В этой связи для Оренбургской области актуально проведение оценки экологической политики в регионе, включающей анализ ключевых показателей природопользования и охраны окружающей среды [2, 3] (рисунок).

За последние 10–12 лет в целом по Оренбургской области наблюдаются положительные тенденции динамики индикаторов, оценивающих экологи-

ческое состояние земельного фонда, атмосферного воздуха, водных и лесных ресурсов. В сельском хозяйстве в 2015 г. произошло значительное снижение внесения минеральных удобрений (на 32,7% меньше, чем в 2014 г.) и применения органических удобрений (сократилось на 52,8% относительно 2014 г.). Произошло значительное сокращение внесения пестицидов, которых в 2012 г. было внесено по области более 12 кг/га, а в 2015 – всего 1,4 кг/га. Площадь земель изъятых из продуктивного оборота в 2015 г. составила более 623,8 тыс. га, из которых 12,9 тыс. га – нарушенные земли. Для Оренбургской области, на территории которой действуют такие предприятия - загрязнители атмосферного воздуха, как ООО «Газпром добыча Оренбург», ОАО «Комбинат «Южуралникель», ОАО «Оренбургнефть», ОАО «Уральская сталь», ОАО «ОНОС» и др., актуально решение проблемы сокращения количества выбросов от стационарных источников. В структуре выбросов основных стационарных загрязнителей преобладает оксид углерода (CO) – около 43 % и оксид серы (SO₂) – 28%. В 2015 г. суммарное количество этих газов, выброшенных в атмосферу региона, составило 350 тыс. тонн, сократившись с 2011 г. почти на 30%. Сокращение негативного воздействия на окружающую среду наблюдается и в использовании водных ресурсов.

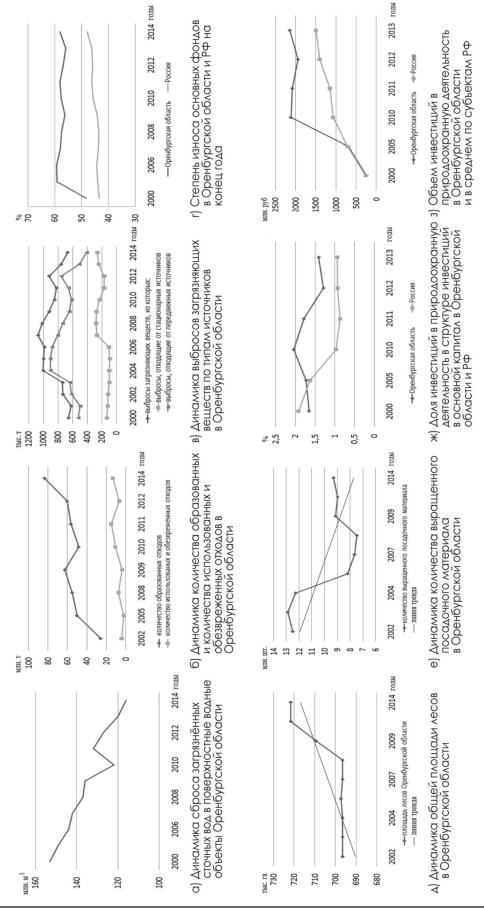
За последние 15 лет в Оренбургской области в результате снижения производственного и хозяйственно-питьевого использования значительно сократился объём расхода свежей воды — с 1,9 млрд м³ до 1,3 млрд м³. Загрязнителями гидросферы, среди которых сброс наибольшего количества сточных вод осуществляют ООО «Оренбургводоканал», ООО «Орскводоканал», ООО «УКХ г. Новотроицка», МУП «ВКХ г. Бузулука», МУП «ЖКХ г. Гай» и др., в 2015 г. в водные объекты было сброшено почти 110 млн м³ сточных вод. Стоит отметить, что данный показатель почти на 12% меньше, чем в 2010 г. [4].

В регионе возрастает образование отходов производства, значительную массу которых в 2015 г. формировали ОАО «Киембаевский горно-обогатительный комбинат «Оренбургские минералы», ЗАО «Ормет», ОАО «Гайский горно-обогатительный комбинат» и др. С 2011 г. показатель образования отходов производства и потребления возрос с 51,8 млн тонн до 64 6 млн тонн

В деятельности надзорных служб в сфере контроля соблюдения экологического и природоохранного законодательства также наблюдается существенный рост ключевых показателей. Вместе с тем в 2015 г. было проверено лишь 911 объектов — это всего 13,5% от общего числа объектов, подлежащих госэконадзору (таблица).

Для Оренбургской области, граничащей с 5 субъектами России и 3 субъектами Казахстана, являющейся ключевым регионом трансграничного бассейна реки Урал, всегда будут актуальными вопросы совершенствования законодательной базы на региональном, федеральном и межгосударственном уровнях. От научного сообщества и природоохранных организаций региона требуются инициативы по внесению поправок в отдельные нормативные акты, регулирующие экологическую сферу и в рамках водного, лесного и земельного кодексов.

Год экологии – хороший повод разработать и начать реализовывать мероприятия, направленные на решение главных экологических проблем региона. Первоочередными из них, по нашему мнению, могли



Динамика некоторых экологически значимых индикаторов устойчивого развития Оренбургской области

бы стать вопросы в сфере природно-заповедного фонда, водных ресурсов и использования бытовых отходов. По этим направлениям на региональном уровне необходимо выработать направления развития природоподобных технологий, разработать план рационального использования ресурсов и оптимизировать систему природоохранных мероприятий.

Особого внимания требует к себе проблема развития сети особо охраняемых природных территорий. Оренбургская область имеет один из самых низких показателей доли земель относящихся к природно-заповедному фонду в стране – 0,6% (79,2 тыс. га). Площадь земель особо охраняемых природных территорий в регионе меньше площади земель промышленности и транспорта в 3,5 раза, а земель, занятых под населённые пункты – в 5,5 раза! Проблема организации экологических коридоров, совершенствования структуры природно-экологического каркаса Оренбургской области тесно взаимосвязаны с организацией новых форм охраняемых территорий, имеющих перспективы интеграции в социально-экономическое развитие региона.

В последнее десятилетие система ООПТ региона претерпела структурные, количественные и качественные изменения. В 2007 г. в регионе появился пока единственный в области национальный парк «Бузулукский бор», в 2014 г. учрежден заповедник «Шайтан-Тау», являющийся самым молодым в стране и наименьшим по площади на Урале (6726 га). Общая площадь Государственного природного заповедника «Оренбургский» увеличилась на 40 %, за счет организации в 2015 г. нового участка «Предуральская степь», расположенного в Акбулакском (10853 га) и Беляевском (5702 га) районах [5]. Наряду с этим в результате оптимизации системы природно-заповедного фонда со стороны Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений к 2016 г. число региональных ООПТ сократилось с 508 до 341 объекта.

Но охраняемые территории это не только экологические коридоры, заповедные рефугиумы, эталонные участки нетронутых степей и т.д. с системой запретов и особым режимом охраны. Туристско-рекреационный потенциал национальных и природных парков, памятников природы и историко-культурные объектов при грамотном позиционировании может и должен интегрироваться в региональное социально-экономическое развитие [6]. К сожалению, в Оренбургской области всего один национальный парк и до сих пор нет ни одного природного парка, хотя перспективных территорий для организации этих категории ООПТ предостаточно: Малый Накас, Уральская Урёма, Ириклинское водохранилище, Урало-Губерлинское ущелье, Карагай-Губерлинское ущелье, Заикское Дивногорье и т.д.

Проблема рационального использования водных ресурсов остро стоит практически во всех 22-х субъектах степной зоны РФ. Водные ресурсы Оренбуржья, наряду с земельными и лесными ресурсами без преувеличения являются стратегическими для региона. Одним из приоритетных направлений региональной экологической политики является совершенствование структуры водопользования и решение проблемы обеспечения качественной водой населения. В Оренбургской области эта проблема остро проявляется не только в городской среде, где она обусловлена высоким износом водопроводных сетей и сохранением неэффективных технологий водоподготовки. На территории степного региона в маловодные годы наблюдается дефицит воды в районах с интенсивной хозяйственной деятельностью. В результате водно-экологическая проблема на значительной его территории угрожает безопасности окружающей среды [7]. Компенсировать дефицит воды и обеспечить гарантированное водообеспечение хозяйства призвана система многочисленных водохранилищ и прудов области, которая насчитывает около 1.6 тыс. искусственных водоёмов [8]. Вместе с тем в области усугубляется проблема исчезновения малых рек. Для юго-восточных районов из-за исчезновения малых рек возможен риск потери былой привлекательности, что уже сейчас в комплексе социально-экономических проблем приводит к депопуляции населения и образованию невостребованного земельного фонда.

Нерешённость экологических проблем усугубляет проблемы социального развития в Оренбургской области, влияя в том числе на демографические и миграционные показатели. В последние годы в регионе наблюдается сокращение численности населения, которое за 15 лет сократилось на 208,9 тысяч человек (почти на 10%!), при этом городское население уменьшилось на 71,5 тыс. человек (6%), а сельское — на 137,4 тыс. человек (15%!) [9].

Показатели деятельности государственного (регионального) экологического надзора Оренбургской области (2012–2015 гг.) [4]

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Количество проверенных объектов	677	917	879	911
Доля проверенных объектов от общего числа	22,5%	31,3	22,0	13,5
Число выявленных нарушений	833	1534	1565	1573
B TOM T	нисле в сфере:			
охраны атмосферного воздуха	118	134	595	520
охраны земель	1	1	3	0
обращения с отходами	182	246	720	783
водопользования	40	45	21	44
недропользования	0	0	42	26
законодательства об ООПТ	2	8	2	1
прочие	490	1100	182	199

В Оренбургской области давно требует решения проблема обращения с бытовыми отходами. Безусловно строительство заводов по термопереработке твёрдых бытовых отходов (ТБО), разработка с помощью внедрения природоподобных технологий методик и способов утилизации и обработки отходов в виде пищевой продукции и другие высокотехнологичные и наукоёмкие проекты требуют серьёзных инвестиций. Вместе с тем навести порядок с использованием бытовых отходов посредством ликвидации свалок, рекультивации полигонов твёрдых коммунальных (ТКО) и ТБО и строительства новых полигонов с соблюдением экологических нормативов — одна из главных задач экологической политики в регионе уже сеголня

В 2015 г. из селитебных зон территории региона было вывезено более 2,4 млн куб.м ТКО, из которых лишь 9% были отправлены на переработку. Образование ТКО в расчёте на душу населения по Оренбургской области составляет около 2 куб.м/чел в год [4]. Сейчас большая часть отходов из селитебных зон вывозится на свалки, при заполнении которых выделяются кислотные стоки. Они загрязняют почвы и грунтовые воды Оренбуржья, привлекают крыс и паразитов, разносчиков опасных для человека болезней.

Результаты исследования и их обсуждение

Выделенные нами три вектора приложения усилий органов власти в реализации экологической политики в Оренбургской области могут быть дополнены другими приоритетными задачами. Одними из основных задач региональной экологической политики сегодня должны стать предотвращение деэкологизации уже существующих производств и проведение тщательной экспертизы новых проектов. Сегодня в регионе большое внимание уделяется экологическому просвещению и воспитанию. Проблемы охраны природы, негативного воздействия человека на окружающую среду поднимаются в ходе проведения многочисленных акций, призванных объединить усилия всех оренбуржцев в этой сфере: «Чистые берега», «Чистый Родник», «Миллион деревьев», «Час Земли», «Родники Оренбуржья», «Живи, родник», «Зелёные ладони», «Чистый город», «Муравейник», «ЭкоМарафон», «Чистый двор» и т.п. [10]. Зачастую мероприятия, призванные улучшить экологическую обстановку в Оренбургской области, находят своё воплощение лишь в форме акций, фестивалей, флешмобов, выставок, «дней», конкурсов и т.д. Не умаляя значение подобных социально значимых мероприятий, хочется надеяться, что региональные власти, формируя приоритеты экологической политики, правильно расставят акценты, а финансовую поддержку для реализации получат проекты с максимальным реальным экологическим эффектом.

Статья подготовлена в рамках темы «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (№ ГР AAAA-A17-117012610022-5) npu финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» № 08/2017/РГО-РФФИ «Геоинформационный анализ индикатоэколого-экономической безопасности и оценка ландшафтно-экологической устойчивости природно-хозяйственных систем регионов степной зоны России» (№ ΓP AAAA-A17-117041310143-0).

- 1. Пермяков Р.С. Какой должна быть экологическая политика России // Экологические проблемы урбанизированных территорий. -2012. -№ 2. -C. 21–23.
- 2. Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и её регионов / под. ред. В.М.Котлякова, А.А.Тишкова. Краткие итоги реализации Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 13 в 2012—2014 гг. М.: Институт географии РАН, 2014. 166 с.
- 4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2016. 639 с.
- 5. Предуральская степь [Электронный ресурс]. URL: http://orenzap.ru/territory/orenburgskiy-zapovednik/preduralskaya-stepa (дата обращения: 15.03.2017).
- 6. Чибилёв А.А. (мл.) Позиционирование природного и историко-культурного наследия охраняемых природных территорий Оренбургской области в рамках устойчивого социально-экономического развития региона // Вестник ОГУ. 2007. Спец выпуск (67). С. 183—189.
- 7. Падалко Ю.А. Социально-экономическая уязвимость населения и хозяйства регионов российской части бассейна р. Урал от наводнений // Успехи современного естествознания. -2016. -№ 12-2. -C. 439-443.
- 8. Чибилёв А.А. (мл.) Возобновляемые стратегические природные ресурсы устойчивого развития регионов степной зоны РФ // Успехи современного естествознания. -2016. -№ 3. -C. 214–219.
- 9. Города и районы Оренбургской области. 2016: Γ 70 Стат. сб. / Оренбургстат. Оренбург, 2016. 257 с.
- 10. «О проведении года экологии в Оренбургской области» [Электронный ресурс]. URL: http://www.orenburg-gov.ru/upload/medialibrary/d9b/d9b1b763c741f7b767df10d2eb6e8 2ac.pdf (дата обращения: 27.07.2017).

УДК 332.1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТОЧЕК РОСТА

Элибиев С.Б.

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», Пятигорск, e-mail: elibievs@mail.ru

В статье представлен обзор основных теорий кумулятивного роста, лежащих в основе концепции поляризованного развития. Рассматривается эволюция научных подходов к объяснению содержания и экономической природы «точек (полюсов) роста». Уточнена классификация полюсов роста по природе их возникновения и по источникам хозяйственного развития, позволяющая конкретизировать роль государства в их формировании и развитии. Разграничиваются понятия «полюс роста» и «драйвер роста». Под полюсом роста предлагается понимать пропульсивные отрасли экономики и конкретные территории, на которых со средоточены эти отрасли и которые не только способны к саморазвитию, но и дают импульс к развитию окружающих территорий. В качестве драйвера роста выступают механизмы управления, которые способствуют трансляции импульсов, создаваемых точками роста, и их распространению (диффузии) в другие предприятия, отрасли или территории.

Ключевые слова: поляризованное развитие, точка (полюс) роста, пропульсивная отрасль, драйвер роста, центр, периферия, кластер

METHODOLOGICAL BASES OF FORMATION OF REGIONAL GROWTH POINTS Elibiev S.B.

Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, e-mail: elibievs@mail.ru

The article presents an overview of the major theories of cumulative growth, the underlying concept of polarized development. It is discussed the evolution of scientific approaches to the explanation of the content and economic nature «of the points (poles) of growth». The classification of the growth poles on the nature of their occurrence and sources of economic development to specify the role of the state in their formation and development is refined. Definitions of «growth pole» and «growth driver» are delineated. Under the growth pole is proposed to understand the propulsive sectors of the economy and the specific areas in which these industries are concentrated and which are not only capable of self-development, but also give impetus to the development of the surrounding areas. As the driver of growth are the control mechanisms that promote the translation of pulses generated by the points of growth, and their distribution (diffusion) in other enterprise, sector or territory.

Keywords: polarized growth, point (pole) growth, propulsive industry, growth driver, centre, periphery, cluster

В региональной политике России последних лет доминирует концепция поляризованного развития, которая была популярна в 1960-е гг. в ряде европейских стран (Франция, Нидерланды, Великобритания, Германия). Ее сторонники обосновывают необходимость выделения точек экономического роста и обеспечения роста их капитализации.

Концепция поляризованного развития базируется на положениях ряда научных школ, рассматривавших вопросы обеспечения экономического роста, размещения производства и расселения, диффузии инновации (таблица).

В основу данной концепции положен принцип «круговой и кумулятивной причинности», введенный в экономические исследования Гуннаром Мюрдалем [1], суть которого заключается в том, что развитые регионы и страны развиваются все более высокими темпами на фоне стагнации депрессивных, то есть тенденции экономического роста (стагнации) самоусиливаются. Исходным допущением теории Г. Мюрдаля являлся вывод о том, что наличие благопри-

ятных условий на конкретной территории для развития какой-либо отрасли вызовет кумулятивный эффект в виде притягивания и других отраслей, следствием чего станет формирование естественным образом на таких территориях точек роста. Этот принцип применялся для объяснения нарастающих межрегиональных различий и объяснения причин концентрации разных отраслей в тех или иных территориях.

Французский экономист Франсуа Перру в начале 1950-х гг. высказал идею о возможности искусственного создания точек роста путем размещения инновационных предприятий в слаборазвитых территориях, которые оказывают индуцирующий эффект на развитие других производств. Теория точек роста Ф. Перру исходит из неравенства экономических субъектов в результате естественно-исторического процесса, что приводит к появлению лидирующих (доминирующих) и подчиненных экономических единиц, асимметрии и деформации экономического пространства [2, с. 93–103]. Под полюсом роста Ф. Перру понимает сконцентрированные на определенной территории бурно растущие отрасли, которые обладают эффектом вовлечения факторов производства, обеспечивая наиболее эффективное их использование, оказывают положительный мультипликативный эффект на развитие других отраслей. Полюса роста активно воздействуют на окружающее их экономическое пространство, активизируя и трансформируя его согласно собственными интересам [3, с. 77–93]. Результатом трансформации пространства может стать появление нового вида деятельности или продукта, изменение способов производства во взаимосвязанных отраслях, технологические новшества и т.д. Точки роста являются ретранслятором нововведений, диффузия которых способствует активизации экономики зон влияния и обеспечивает целостность развития территории. В концепции Ф. Перру определяющая роль в создании «полюсов роста» и «каналов» распространения вызванных ими «эффектов увеличения» отводится государству.

Развивая положения теории полюсов роста Ф. Перру, Ж. Будвиль рассматривает в качестве полюсов роста не только совокупность пропульсивных отраслей, но и конкретные территории, на которых сосредоточены пропульсивные лидирующие

отрасли и которые не только способны к саморазвитию, но и дают импульс к развитию окружающих территорий [4]. Ж. Будвиль в структуре полюса роста выделяет три элемента: 1) лидирующую отрасль, имеющую потенциал роста, новаторский характер и оказывающую мультипликативный эффект; 2) группы отраслей местного значения, обеспечивающие передачу импульсов развития от лидирующей отрасли на территориальное хозяйство; 3) пространственную агломерацию, генерирующую положительные внешние экстерналии. Он выделял «полюса роста» следующих видов:

- мелкие и «классические» города, обслуживающие прилегающую к ним территорию, основу экономики которых составляет третичный сектор;
- промышленные города среднего размера с диверсифицированной структурой хозяйства, интенсивно развивающиеся за счет внешних влияний;
- крупные городские агломерации, пропульсивные отрасли, обусловливающие автономность роста;
- полюса интеграции, охватывающие несколько городских систем и определяющие всю эволюцию пространственных структур.

Теории, лежащие в основе концепции поляри	изованного развития
---	---------------------

Теории	Авторы	Содержание
Теория кумулятивной причинности	Г. Мюрдаль, Н. Калдор	Преимущества определенных местностей ведут к их ускоренному развитию и нарастанию отставания отсталых территорий
Теория полюсов роста	Ф. Перру, Ж. Будвиль	Полюса роста, представляющие пропульсивные отрасли, а также территории, на которых они расположены, путем диффузии инноваций способствуют активизации зон влияния
Теория осей развития	П. Потье	За счет роста грузоперевозок ускоренно растут территории, расположенные между полюсами роста (оси роста)
Теория диффузии инноваций	Т. Хегерстранд, Х. Гирш	Точки роста генерируют инновации, которые постепенно распространяются на периферию и приводят к росту уровня благосостояния отсталых районов
Теория экспортного потенциала	Х.Р. Ласуэн	Полюса роста (региональный комплекс предприятий, связанных с экспортом региона) и их система порождаются общенациональным спросом и передают импульс роста через экспортный сектор региона
Теория новой экономической географии	П. Кругман	Возникновение точек роста связано с наличием конкурентных преимуществ
Теория «центр — периферия»	Дж. Фридман	Диспропорции между центром и периферий усиливаются вследствие благоприятных условий для дальнейшего развития ядра, создаваемых за счет инновационной деятельности, и доминирования центростремительных процессов в отношениях «центр – периферия».
Теория кластеров	М. Портер	Потенциал роста территории определяется тесными связями с покупателями, поставщиками, а также с иными институтами, воздействующими не только на эффективность, но и на скорость совершенствования и обновления

 Π р и м е ч а н и е . *Составлена автором по материалам исследования.

Теория полюсов роста дополняется теорией осей развития П. Потье. Он акцентировал внимание на развитии территорий, расположенных между полюсами роста и ускоренно развивающихся за счет роста грузопотока между полюсами роста. Вместе с полюсами роста оси развития образуют опорный каркас региона.

Основополагающим в формировании и развитии точек роста является процесс распространения инноваций. В этой связи существенным дополнением теорий роста стали теории диффузии инноваций, основоположником которых принято считать Торстена Хегерстранда. Диффузия инноваций трактуется как процесс распространения новых видов изделий, технологий, опыта управления. Т. Хегерстранд выделил следующие стадии распространения нововведений: 1) начало диффузионного процесса, выражающегося в появлении резкого контраста между местами образования нововведения и остальными территориями; 2) действие центробежных сил, способствующее появлению новых стремительно растущих центров на смежных территориях; 3) этап конденсации, на котором одинаково расширяются все пространства и происходит общий рост [5, с. 34].

Теория Т. Хегерстранда получила развитие в модели Х. Гирша, суть которой состоит в том, что в крупной городской агломерации, обладающей развитой промышленностью и научной базой, наиболее высоким уровнем доходов, периодически происходит извержение лавы нововведений, которая постепенно растекается на периферию и приводит к росту уровня благосостояния отсталых районов. При этом под воздействием присущих городским агломерациям негативных факторов постепенно нововведения затухают («затухание вулкана»).

Детализация положений теории полюсов роста с точки зрения экспортного потенциала региона представлена в идеях Х.Р. Ласуэна. Он понимал под полюсом роста региональный комплекс предприятий, связанных с экспортом региона. Полюса роста и их система порождаются общенациональным спросом и передают импульс второстепенным отраслям роста через экспортный сектор региона. Х.Р. Ласуэн полагает, что импульс роста передается второстепенным отраслям через рыночные связи между предприятиями, не указывая на конкретные каналы распространения импульсов роста к второстепенным отраслям экономики.

Аналогичной позиции придерживаются представители новой экономической географии, выдвинувшие тезис о том, что од-

ним из главных факторов, инициирующих агломерационный процесс (а следовательно, появление точек роста), является ориентация территории на создание благоприятных условий для появления экспортных предприятий. При лучших условиях внешней торговли отмечается рост экономической активности. Экспортирование товаров и услуг стимулирует развитие обслуживающих компаний, которые способствуют развитию институциональной среды, повышению инновационной активности, улучшению инфраструктурной среды территории [6, с. 17–20]. Представители новой экономической географии связывали возникновение точек (полюсов, ядер) развития с конкурентными преимуществами. Основной идеолог новой экономической географии Пол Кругман предложил систему факторов развития, выделив факторы «первой природы» - конкурентные преимущества, которые не созданы людьми (обеспеченность природными ресурсами и географическое положение и т.д.) и факторы «второй природы» - конкурентные преимущества, созданные людьми. К факторам «второй природы» П. Кругман относит: 1) агломерационный эффект, который состоит из преимуществ концентрации (эффект масштаба) и разнообразия; 2) человеческий капитал; 3) институты (формальные и неформальные нормы и правила, по которым живет общество и которые могут способствовать или препятствовать развитию; 4) инфраструктура. Совокупность указанных факторов способствует появлению точек роста.

Модифицированным вариантом теории полюсов роста можно считать концепцию «центр – периферия» Дж. Фридмана, который связывал, в отличие от Ф. Перру, понятие «полюс роста» не с экономическим, а с географическим пространством, отмечая невозможность искусственного создания точек роста. Неравномерность экономического роста неизбежно порождает процесс пространственной поляризации и диспропорции между центром и периферией, которые усиливаются вследствие благоприятных условий для дальнейшего развития ядра, создаваемых за счет инновационной деятельности, и доминирования центростремительных процессов в отношениях «центр – периферия», при которых идет выкачивание центром ресурсов из периферии. Конечным этапом формирования «полюсов роста» Дж. Фридман считал агломерации, подчеркивая их значимость в экономическом развитии территорий [7, с. 309].

Методологические основы формирования точек промышленного и инновационного развития региона заложены в кластерной теории М. Портера. В качестве точек роста (полюсов конкурентоспособности) в теории М. Портера выступают кластеры, рассматриваемые как сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных компаний, специализированных поставщиков, фирм в родственных отраслях, а также связанных с их деятельностью организаций в определенных областях, конкурирующих, но при этом ведущих совместную работу [8, с. 84]. При этом М. Портер связывал потенциал роста территорий не столько с эффектом масштаба и доступностью факторов производства, сколько с «тесными связями с покупателями, поставщиками, а также с иными институтами, воздействующими не только на эффективность, но и на скорость совершенствования и обновления» [9, с. 18].

Развивая концепцию точек (полюсов) роста, современные исследователи предлагают различные трактовки данного понятия. Наибольшее распространение получил территориальный подход к определению категории «точка роста». А.С. Молчан определяет точку роста как городское ядро, способное к спонтанному росту населения и экономической активности и формирующееся как спонтанно, так и за счет вмешательства извне [10, с. 393-416]. Дополняет эту трактовку определение, предложенное В.Н. Лексиным, отмечающим в качестве критерия точки роста ее способность к распространению роста на прилегающие территории [11, с. 19–40].

С.В. Раевский предлагает различные подходы к классификации точек роста [5, с. 40-42]. Предлагая довольно логичное деление точек роста, он не всегда вводит критерии классификации. На наш взгляд, при делении точек роста на действующие и потенциальные критерием выступает природа их возникновения. Среди действующих точек роста он, в свою очередь, выделяет: 1) естественные, возникающие в связи с наличием избыточных ресурсов и эффективных механизмов их перераспределения; 2) провоцируемые, создаваемые государством путем управляющих внерыночных рычагов или при прямом перемещении ресурсов. Примером создания провоцируемых точек роста является создание особых экономических зон, зон территориального развития, территорий опережающего социально-экономического развития. Среди потенциальных точек роста С.В. Раевский выделяет перспективные и виртуальные. Перспективные точки роста обладают внутренним источником развития, а потенциальные могут получить развитие только за счет внешнего воздействия (например, внешних источников финансирования).

По типам источников хозяйственного развития точки роста классифицируются как:

- 1) ресурсные, возникновение которых обусловлено разработкой уникального природного ресурса;
- 2) финансовые, формирующиеся благодаря эффективному перераспределению и управлению финансовыми потоками;
- 3) технологические, развивающиеся в связи с внедрением инновационных технологий:
- 4) организационные, развитие в которых обусловлено совершенствованием системы организации производства и бизнес-среды.

Наряду с территориальным подходом отечественной литературе получили распространение рыночный, отраслевой и функциональный подходы. Л.Н. Иванова и Г.А. Терская связывают категорию «точки роста» с потенциалом развития некоего рынка, отмечая, что точка роста возникает на рынке (или сегменте рынка) как возможность удовлетворения первичного спроса на некий товар или услугу [12, с. 122]. В качестве точки роста предлагается рассматривать отрасль экономики или вид деятельности [13, с. 11], предприятие, программу или проект, способные в процессе саморазвития обеспечивать структурные сдвиги в экономике региона [5, с. 38–39]. Примерами проектов – потенциальных точек роста - в Северо-Кавказском федеральном округе являются проекты по строительству горнолыжных комплексов «Архыз» (Карачаево-Черкесская Республика), «Армхи» (Республика Ингушетия), «Ведучи» (Чеченская Республика). Проекты по строительству горнолыжных комплексов в регионах Северного Кавказа дают импульс к развитию смежных отраслей: агропромышленного комплекса, пищевой и легкой промышленности, транспортной инфраструктуры, производства стройматериалов и других сегментов рынка; формируют новые рабочие места; генерируют поток налоговых отчислений.

В ряде научных работ происходит отождествление понятий «точка роста» и «драйвер роста». В качестве драйверов роста рассматриваются отрасли экономики региона: сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, транспорт и т.д. Однако, на наш взгляд, такое отождествление неправомерно. Под драйвером роста мы понимаем механизмы управления, которые способствуют трансляции импульсов, создаваемых точками роста, и их распространению (диффузии) в другие предприятия, отрасли или территории. В качестве драйверов роста

институты развития, в том числе институты экспорта, государственно-частное партнерство, развитие транспортно-логистической, финансовой и инновационной инфраструктуры (индустриальные и технопарки, научно-образовательная база), информационных и коммуникационных технологий, наличие благоприятных условий для развития малого и среднего предпринимательства, а также образования кластерных структур, развитие человеческого капитала и т.д. [14].

Обобщение различных теоретических подходов к формированию и развитию точек роста позволяет прийти к выводу о том, что уровень развития региона определяется уровнем развития точек (полюсов) роста и силой импульса передаваемого от пропульсивных отраслей второстепенным, от территорий — точек роста к окружающей периферии.

- 1. Бартенев С.А. История экономических учений / С.А. Бартенев. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Магистр; ИНФРА-М, 2013.-480 с.
- 2. Perroux F. Note on Concept of «Growth Poles» / F. Perroux // In: Regional Economics: Theory and Practice. New York London, 1970. C. 93–103.
- 3. Перру Ф. Экономическое пространство: теория и приложения / Ф. Перру. // Пространственная экономика. М., 2007. № 2. С. 77–93.
- 4. Boudeville J. Problems of regional economic planning / J. Boudeville. Edinburgh, 1992. 192 p.

- 5. Раевский С.В. Формирование и развитие точек роста в промышленности региона. М.: Изд-во «Экономическое образование», 2015. С. 38-39.
- 6. Растворцева С.Н. Управление развитием процессов концентрации экономической активности в регионе: подходы новой экономической географии / С.Н. Растворцева. М.: Экон-информ, 2013. С. 17–20.
- 7. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе / М. Блауг. М.: Дело Лтд, 1994.-687 с.
- 8. Румянцева Е.Е. Экономические дискуссии XXI века: М.Е. Портер, А. Смит, К. Маркс, Дж.С. Милль, Н.Д. Кондратьев, А.В. Чаянов, А.А. Богданов (конспекты и краткие рецензии трудов) / Е.Е. Румянцева. 2-е изд., испр. М.: Инфра-М, 2011. 300 с.
- 9. Киселева Н.Н., Ильяева Ю.М. Концепция формирования территориальных промышленно-инновационных кластеров / Н.Н. Киселева, Ю.М. Ильяева // Вектор науки ТГУ. Серия: Экономика и управление. Томск: 2017. № 1 (28). С. 17—22.
- 10. Молчан А.С. Формирование точек экономического роста как базовая экономическая стратегия развития и модернизации региональной экономики // Научный журнал КубГАУ. -2011. № 67(03). -C.393-416.
- 11. Лексин В.Н. К методологии исследования и регулирования процессов территориального развития // Регион: Экономика и Социология. 2009. № 3. С. 19–40.
- 12. Иванова Л.Н., Терская Г.А. Точки роста и драйверы роста: к вопросу о содержании понятий // Журнал современных институциональных исследований. 2015. Т. 7, № 2. С. 120—132.
- 13. Лащева Т.О. Формирование и активизация полюсов экономического развития в регионе: автореф. дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2008. 21 с.
- 14. Касаева Т.В. Ресурс здоровья в функционировании человеческого капитала: теория и практика / Монография М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Пятигорский гос. лингвистический ун-т». Пятигорск, 2010. 198 с.