

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ, ТЕХНИКЕ, ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1-2 (29-30)

2019

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Еременко Ю. А., Ченцова А. В.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ МОДЕЛЕЙ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ПОКУПКЕ5

Суровицкая Г. В., Гамидуллаева Л. А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ НАКОПЛЕНИЯ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РЕГИОНАЛЬНЫХ
УНИВЕРСИТЕТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ 16

Середа Е. И.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
СБАЛАНСИРОВАННЫМ РАЗВИТИЕМ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ РОСТА27

Попова И. В.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫКУПНОЙ ЦЕНЫ
АВАРИЙНОГО ЖИЛЬЯ33

Учинина Т. В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЦЕН ПРОДАЖ И АРЕНДНЫХ СТАВОК НА РЫНКЕ ТОРГОВОЙ НЕДВИЖИМОСТИ	42
Ширинкина Е. В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА УРОВЕНЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	51
Полуэктова С. Л., Якунина И. Н., Колесниченко Е. А. К ВОПРОСУ О МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	61
Каминский С. М. ИНСТРУМЕНТАРИЙ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕНЧУРНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ ОБНОВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	72
Рожкова Л. В., Тузускина Г. Н., Сальникова О. В. УПРАВЛЕНИЕ КРОСС-КУЛЬТУРНЫМИ КОЛЛЕКТИВАМИ В МЕЖДУНАРОДНОМ И НАЦИОНАЛЬНОМ БИЗНЕСЕ	82

РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, МЕХАНИЗМЫ В ТЕХНИКЕ

Буценко Е. В., Курдюмов А. В. УМНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ НА ПЛАТФОРМЕ ОДНОПЛАТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ	95
Зогаков Ф. А. АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИКИ В ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОРАХ С ПОМОЩЬЮ СВОБОДНЫХ ПРОГРАММ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОЦЕССА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ	108
Аухадеев А. Э., Литвиненко Р. С., Киснеева Л. Н., Егорова П. В. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА	119
Геращенко С. М., Геращенко С. И., Карнаухов В. В., Едемский М. В. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗУБНЫХ ИМПЛАНТАТОВ С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	129
Дятлов Н. Е., Митрохина Н. Ю., Рахматуллов Ф. К., Митрохин М. А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ	139

MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS, TECHNOLOGY, NATURE AND SOCIETY

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 1-2 (29-30)

2019

CONTENT

SECTION 1. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

Eremenko Yu. A., Chentsova A. V.

THE INFLUENCE OF MODERN INFORMATION
TECHNOLOGIES ON THE TRANSFORMATION
OF THE PURCHASE DECISION-MAKING MODELS5

Surovitskaya G. V., Gamidullaeva L. A.

IMPROVEMENT OF HUMAN CAPITAL ACCUMULATION
MECHANISMS AT REGIONAL UNIVERSITIES
IN THE CONDITIONS OF DIGITAL ECONOMY 16

Sereda E. I.

PROSPECTS OF EFFECTIVE MANAGEMENT
OF THE BALANCED DEVELOPMENT
OF THE REGIONAL CENTERS OF GROWTH27

Popova I. V.

FEATURES OF DETERMINATION OF THE REDEMPTION
PRICE OF THE HAZARDOUS DWELLING33

Uchinina T. V.

PREDICTION OF VARIATIONS OF SALES PRICES
AND RENTAL BENEFITS IN THE REAL ESTATE MARKET.....42

<i>Shirinkina E. V.</i> MODELING OF THE INFLUENCE OF THE COMPONENTS OF HUMAN CAPITAL ON THE LEVEL OF DIGITIZATION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES	51
<i>Poluektova S. L., Yakunina I. N., Kolesnichenko E. A.</i> ON THE ISSUE OF MODERNIZATION OF HIGH-PERFORMANCE JOBS IN THE SYSTEM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....	61
<i>Kaminsky S. M.</i> TOOLS AND STRATEGIC PROSPECTS OF VENTURE INVESTMENT OF UPDATING OF ECONOMIC SYSTEMS	72
<i>Rozhkova L. V., Tuguskina G. N., Sal'nikova O. V.</i> MANAGING CROSS-CULTURAL TEAMS IN THE INTERNATIONAL AND NATIONAL BUSINESS	82

SECTION 2. MODELS, SYSTEMS, MECHANISMS IN THE TECHNIQUE

<i>Butsenko E. V., Kurdyumov A. V.</i> SMART FARMING ON A SINGLE-BOARD COMPUTER PLATFORM	95
<i>Zogakov F. A.</i> ANALYSIS OF THE HYDRODYNAMICS IN THE EDG USING THE FREE MODELLING PROGRAM FOR FURTHER MODERNIZATION WITH THE AIM TO PREVENT SHORT-CIRCUIT OF THE ELECTRODES.....	108
<i>Auhadeev A. E., Litvinenko R. S., Kisneeva L. N., Yegorova P. V.</i> CONCEPTUAL MODEL OF THE PROCESS OF ELECTRIC TRACTION AS A BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF THEORY TRACTION ELECTRICAL EQUIPMENT OF URBAN ELECTRIC TRANSPORT	119
<i>Gerashchenko S. M., Gerashchenko S. I., Karnaukhov V. V., Edemsky M. V.</i> TECHNOLOGY OF CREATING INDIVIDUAL DENTAL IMPLANTS WITH A DEVELOPED SURFACE.....	129
<i>Dyatlov N. E., Mitrokhina N. Yu., Rakhmatullov F. K., Mitrokhin M. A.</i> MATHEMATICAL MODELS FORECASTING OF ATRIAL FIBRILLATION DURING PREGNANCY	139

РАЗДЕЛ 1

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

УДК 338

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ПОКУПКЕ¹

Ю. А. Еременко, А. В. Ченцова

THE INFLUENCE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE TRANSFORMATION OF THE PURCHASE DECISION-MAKING MODELS

Yu. A. Eremenko, A. V. Chentsova

Аннотация. Предмет и цель работы. Успех любого бизнеса зависит от понимания поведения своих клиентов, а именно, как потребитель принимает решение о покупке. На сегодняшний день существует множество подходов к изучению данного процесса. Ряд ученых концентрируют свое внимание на описании стадий принятия решений о покупке, другие детально исследуют факторы, влияющие на поведение потребителей (социальные, поведенческие, психологические и т.д.), чаще всего встречается комбинация описанных выше подходов. Таким образом, в теории и практике маркетинга сложилось множество моделей принятия решений о покупке, которые вносят значительный вклад в понимание поведения потребителей, однако требующие переосмысления и апробации в условиях современного развития экономики и общества. В эпоху информационного бума происходит значительная трансформация поведения потребителя, который становится более информированным, требовательным, активным в создании и распространении информации о продукте. Кроме того, появление множества каналов коммуникации, рост объема информации и постоянная ее динамика значительно усложняют процесс принятия решения о покупке, делают его менее предсказуемым, динамичным и уникальным для каждого отдельного индивида. С одной стороны, цифровые технологии усложняют исследуемый процесс, а с другой, открывают новые возможности в понимании экономического поведения человека и применении различных маркетинговых стимулов. Возможности сбора разнообразной информации о клиентах и появление больших данных, развитие мощных инструментов аналитики, машинного обучения, технологий идентификации и индивидуализации потребителей ставят на новый виток развития исследования потребительского поведения. Современный человек живет в двух средах: реальной и виртуальной. Если поведение потребителя в традиционной среде достаточно хорошо исследовано, то специфика поведения в виртуальной среде требует еще значительно-

¹ Исследование выполнено при поддержке Программы развития ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» на 2015–2024 годы по проекту «Лаборатория нейромаркетинга и поведенческой экономики» И/2018/20. Приказ № 704 от 28.08.2018.

го научного вклада. Целью статьи является рассмотрение трансформации моделей принятия решений о покупке под влиянием развития информационных технологий, а также определение современных особенностей и технологий исследования поведения потребителей, существующих в реальной и виртуальной средах. *Материалы и методы.* Методологической основой послужил теоретический анализ аспектов развития моделирования процесса принятия решений о покупке потребителями. Методологическим инструментарием послужили общенаучные методы: анализ, синтез, аналогия, классификация. *Результаты.* Предлагается систематизация моделей принятия решений о покупке в зависимости от уровня использования информационных технологий предприятием. *Выводы.* Систематизация моделей принятия решений о покупке позволяет предприятию выбрать наиболее подходящую модель в зависимости от уровня применения информационных технологий, а также сформировать наиболее перспективные направления в развитии управления поведением потребителя для более полного удовлетворения его потребностей.

Ключевые слова: модели принятия решения о покупке, информационные технологии, цифровая среда, путь клиента, клиентский опыт, индивидуализированный маркетинг.

Abstract. Subject and goals. The success of any business depends on the understanding of its consumers behavior, namely, how each customer makes a purchase decision. Today there are lots of approaches to study this process. A number of scientists are focusing at the description of the stages of making purchasing decisions. The other scientists are thoroughly exploring the factors that influence the consumer behavior (social, behavioral, psychological, etc.). More often there is a combination of the above approaches. So, in marketing theory and practice a lot of models of purchase decision-making have been developed which make a significant contribution to the understanding of the peculiarities of consumer buying decision-making. However, those models require rethinking and approbation in the context of modern development of economics and society. In the era of the information boom, a significant transformation of consumer behavior takes place. Consumers become more informed, more demanding and active in creating and distributing information about a product. In addition, the appearance of many communication channels, the growth of information and its constant dynamics significantly complicate the purchase decision-making process and make it less predictable, dynamic and unique for each separate individual. On the one hand, digital technologies complicate the process under study and, on the other hand, they open up the new opportunities for better understanding of economic behavior of the person and for applying various marketing incentives. The opportunities to collect diverse customer information and to have more data as well as the development of powerful tools of analytics, machine learning, technologies for consumer identification and individualization put consumer behavior research on a new level of development. A modern person lives in two environments: real and virtual. Whereas the customer behavior in a traditional environment has been fairly well studied, the behavior specificity in a virtual environment still requires significant scientific contribution. The purpose of the article is to consider the transformation of the purchase decision-making models under the influence of the development of information technologies, as well as to define modern features and technologies for researching consumer behavior in real and virtual environments. *Materials and methods.* The implementation of the tasks set has been achieved using general scientific methods: analysis, synthesis, analogy, classification and by monitoring the appropriate sites. *Results.* The stages of the development of the purchase decision-making models have been distinguished: linear models, dynamic models, individualized models. Modern trends and directions in the study of the purchase decision-making process have been denoted, taking into account the development of the digital economic environment. *Conclusions.* The understanding of the process of the transformation of the consumer decisions models under the impact of the development of information technologies allows marketers to actualize in

good time the study of the behavior of target consumers, as well as to effectively use technologies to better meet the needs of their customers.

Keywords: purchase decision-making models, information technologies, digital footprint, customer path, customer experience, individualized marketing

Введение

Центральным вопросом исследования поведения потребителей является изучение процесса принятия решения о покупке. Данный вопрос является сложным и многогранным, требующим междисциплинарного подхода и учета различных факторов в процессе исследования. Знания из таких областей научных дисциплин, как психология (влияние мотивов, чувств, установок на поведение потребителей), социология (влияние социального положения личности, референтных групп, различных культурных факторов на экономическое поведение), нейрофизиология (исследование нейрофизиологических особенностей принятия решений), экономика (знание экономических законов и основ функционирования рынка), антропология (влияние особенностей развития человека в природной и культурной средах) позволяют более комплексно и системно посмотреть на процесс принятия решения о покупке.

Важным является учет различных факторов, например, влияние маркетинговых стимулов на экономическое поведение потребителей, различных ситуационных факторов, истории взаимоотношений с ключевыми брендами, клиентский опыт, характер покупки (первичная или вторичная покупка) и т.д. Анализ научных работ в данной области говорит о существовании различных подходов к описанию моделей принятия решений.

Исследуемая тема представляет особый интерес для ученых и представителей реального сектора экономики. Появление «универсальной модели» принятия решения о покупке означало бы нахождение «ключа» к успеху развития любого бизнеса. Однако на сегодняшний день в научной литературе мы наблюдаем огромное множество моделей принятия решений о покупке, где авторы в той или иной степени рассматривают влияние отдельных факторов, стадий и процессов на поведение потребителей. Кроме того, развитие информационных технологий существенно повлияло на процесс экономического поведения потребителей, сделало его более сложным, менее предсказуемым и динамичным.

Анализ наиболее популярных моделей принятия решений о покупке в научной литературе позволяет на сегодняшний день выделить три стадии его развития, обусловленных, в первую очередь развитием и применением в бизнесе информационных технологий (рис. 1).

1. Линейные модели

В основе ранних моделей принятия решений о покупке лежит линейный принцип, описывающий иерархические этапы процесса принятия решения с учетом отдельных факторов, влияющих на поведение потребителей. На данном этапе многие модели были сформированы на стыке поведенческой психологии, социологии и экономики.

В 1966 г. F. M. Nicosia [1] предложил модель, которая описывает четыре поля взаимодействия бренда с потребителями: формирование отношения с потребителями, поиск и оценка информации, покупка и обратная связь, кроме того, автор отмечает, что мотивация, клиентский опыт и отношение к компании оказывают значительное влияние на каждый из этапов.

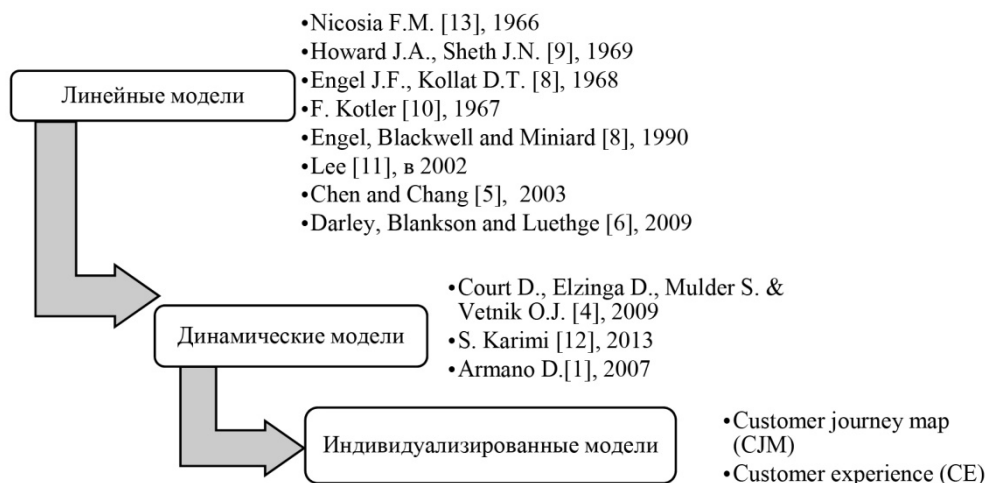


Рис. 1. Этапы развития моделей принятия решений о покупке под влиянием информационных технологий

Работа J. A. Howard, J. N. Sheth [2], вышедшая в 1969 г., рассматривала большой диапазон факторов, влияющих на поведение потребителей. Авторы описывают пять стадий принятия решений: этап привлечения внимания, стадия восприятия товара потребителем, процесс формирования отношения к товару, возникновение желания приобретения, процесс совершения покупки. Также модель учитывает три группы факторов, оказывающих существенное влияние на потребителя: социальные, психологические и маркетинговые. J. A. Howard, J. N. Sheth вводят две переменные, участвующие в процессе прохождения потребителями различных стадий принятия решений о покупке: перцептивные конструкции (фильтрация маркетинговых стимулов), обучающие конструкции (поиск информации, выбор альтернатив).

В 1968 г. J. F. Engel, D. T. Kollat and R. D. Blackwell [3] предложили еще одну линейную модель потребительского поведения, состоящую из пяти последовательных этапов: осознание потребности, поиск информации, оценка альтернатив, покупка, результат. Впоследствии авторы добавили еще две стадии: потребление продукта и его утилизация. Этапы процесса принятия решений зависят от индивидуальных, социальных, культурных и ситуационных факторов. Авторы также выделяли влияние референтных групп и различных видов информации (имеющаяся информация о товаре, новая информация и полученная маркетинговая информация).

Ф. Kotler (1967 г.) [4] также придерживается линейности в описании процесса принятия потребительских решений: осознание потребности, поиск и оценка информации, принятие решения о покупке, оценка правильности, кроме того, ученый указывает на необходимость учета внутренних и внешних стимулов, влияющих на поведение потребителей, которые названы «черный ящик покупателя».

Модель Engel, Blackwell and Miniard, 1990 г., [3] предлагает алгоритм принятия решений потребителем, состоящий из 5 стадий: осознания потребности, информационного поиска, предварительной оценки вариантов, покупки и потребления. Придерживаясь принципа линейности, автор также указывает на необходимость понимания влияния социально-культурных факторов,

индивидуальных различий, информационной среды, а также особенностей когнитивной и поведенческой реакций.

Перечисленные выше модели можно назвать базовыми моделями принятия решения о покупке, которые легли в основу многих классических учебников по маркетингу и поведению потребителей (рис. 2). В моделях присутствует описание линейного этапа принятия решения о покупке, а также описано влияние различных внешних и внутренних факторов, процессов и стимулов на поведение потребителей.

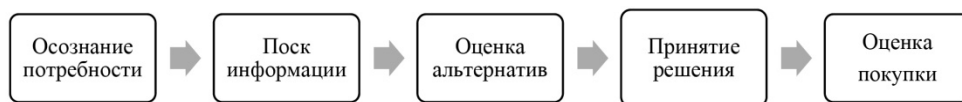


Рис. 2. Классический подход к описанию процесса принятия решения о покупке [4]

Развитие информационных и интернет-технологий в бизнесе привело к необходимости исследования их влияния на поведение потребителей. На сегодняшний день каналы интернет-коммуникаций являются важнейшим источником получения информации потребителем, а возможности описания и демонстрации товара, перечисления денежных средств за покупку или получения консультации делают процесс покупки в Интернете возможным.

Многие ученые, изучающие поведения потребителей в онлайн-среде также придерживаются линейного описания стадий принятия решения о покупке, однако учитывают влияние специфических, свойственных интернет-среде факторов, например, содержание веб-сайта, влияние социальных сетей на принятие решений, онлайн-сервис и т.д.

Лее в 2002 г. предложил модель [5], в которой рассматривает три этапа онлайн-покупок: построение доверия с потребителем, совершение покупки и послепродажная стадия. Однако опущено влияние социальных, психологических, технических факторов, кроме того, чувство доверия к сайту представляет особую значимость на этапе совершения покупки, а на этапе сбора и анализа информации потребители могут посещать любые сайты независимо от доверия к ним.

В 2003 г. авторы в [6] предложили свою модель, которая учитывает технические аспекты влияния на покупку, а также предыдущий опыт. Авторы описывают три фазы процесса принятия решения: интерактивность (подключение к Интернету, скорость работы сайта, визуальные и контекстные характеристики сайта), транзакция (факторы, влияющие на совершение покупки, например, цена, безопасность, удобство), действие (условия оплаты, доставки, возврата, послепродажные услуги). Показаны два вида удовлетворения: удовлетворение перед покупкой, которое приводит к покупке, и удовлетворение после покупки, которое приводит к повторной покупке. В данной модели большое внимание уделяется анализу технических аспектов влияния на поведение потребителей, упуская влияние других факторов.

Еще одну линейную модель онлайн-поведения потребителей представили Darley, Blankson and Luethge (2010 г.) [7], которая основана на классической модели Engel, Blackwell and Miniard (1990 г.). Авторы добавили влияние следующих факторов на поведение потребителей: индивидуальные характеристики, социальные факторы, ситуационные и экономические факторы, онлайн-среда.

2. Динамические модели

Однако рассмотренные выше линейные модели значительно отличаются от реального поведения потребителей в современной экономической среде. Стремительное развитие информационных технологий существенно повлияло на поведение потребителей в целом и процесс принятия решений о покупке, в частности. Информация о продукте для потребителей стала доступной, кроме того, потребители сами генерируют эту информацию, тем самым влияя на восприятие бренда и поведение других участников рынка. Поведение потребителей, соответствующее реальности, не вписывается в линейные, иерархические модели. Современный потребитель может опускать некоторые стадии принятия решений, на любой из стадий может формироваться новая потребность или возникать новые варианты ее решения. Траектория пути клиента становится менее предсказуемой и неоднозначной, может сжиматься или растягиваться.

Поэтому следующий этап развития моделей принятия решений о покупке связан с развитием Интернета и его активным применением в бизнесе.

Рассмотрим особенности развития современной информационной среды и ее влияние на поведение потребителей:

- многоканальность. Увеличилось количество источников получения информации потребителем: интернет-сайты, социальные сети, сайты-агрегаторы, ресурсы рейтингов и отзывов, интернет-реклама и т.д., потребитель стал более информированным;
- отсутствие территориальных и временных границ. Потребитель может приобрести доступный товар в любой точке мира, информация в Интернете доступна 24 часа в сутки;
- интерактивность коммуникации;
- потребители активно участвуют в создании информации о бренде, предприятию сложнее контролировать информационные потоки;
- появление новых участников интернет-рынка, активно влияющих на процесс принятия решений: социальные сети, сайты сравнения и рекомендаций, сайты совместных покупок и т.д.;
- появление возможностей индивидуализации комплекса маркетинга;
- уменьшается влияние некоторых факторов на поведение потребителя, например, влияние личности продавца, атмосфера и мерчендайзинг торгового пространства;
- появление специфических эффектов в поведении потребителей в виртуальной среде, например, ценность электронных денег;
- высокая конкурентная среда, быстрая смена участников рынка.

Описанные выше особенности взаимодействия предприятия с современным хорошо информированным потребителем привели к появлению динамических моделей принятия решений о покупке.

В 2009 г. D. Court, D. Elzinga, S. Mulder & O. J. Vetnik предложили динамическую модель пути принятия решений о покупке McKinsey (рис. 3) [8]. Авторы рассматривают четыре «поля боя» за клиента: первоначальный набор брендов, оценка, покупка, послепродажная оценка, где маркетологи могут выиграть или проиграть. На каждом «поле боя» происходит борьба за клиента, на любом из полей могут произойти потеря или приобретение потреби-

ля. Такой подход к моделированию поведения потребителей связан с полученными следующими результатами исследований компании McKinsey:

- в начале пути принятия решения о покупке у потребителя формируется первоначальный набор брендов, состоящий из 2–3 позиций. Вероятнее всего он выберет одну из этих позиций, поэтому маркетологи должны стремиться, чтобы их продукт вошел в первоначальный набор брендов потребителя;
- уменьшается лояльность потребителей к брендам, следовательно, снижается значение лояльности для предприятия. Исследование 125 000 потребителей по 350 брендам в 30 категориях показало, что только к 3 категориям из 30 потребители испытывают лояльность, т.е. покупают один и тот же бренд, не переключаясь на другие [8].

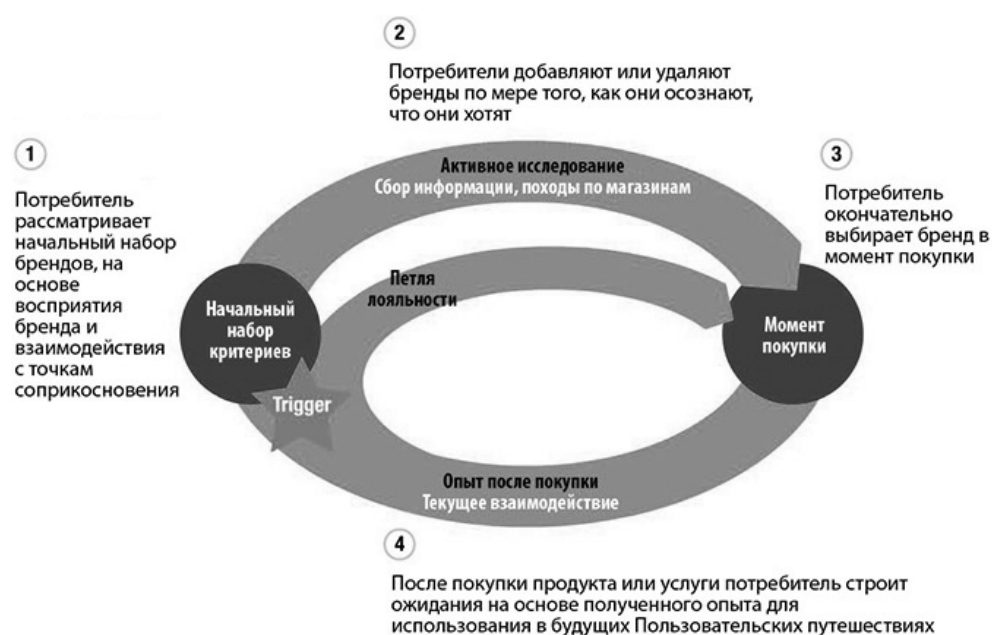


Рис. 3. Модель пути принятия решений о покупке McKinsey [8]

Наиболее ценным в модели является описание различных сценариев пути клиента, а также понимание важности стадии начального набора критериев.

В 2013 г. *S. Karimi* предложила концептуальную модель процесса принятия решений о покупке в режиме онлайн (рис. 4) [9]. В основе модели лежат пять классических этапов принятия решений о покупке, между которыми существует цикличность. Из рис. 4 видно, что некоторые стадии исследуемого процесса могут быть пройдены несколько раз.

Модель является интересной тем, что предлагает различные варианты поведения потребителей в зависимости от полученной информации и ее оценки, что приближает ее к реальности. Недостатком модели можно назвать то, что она не учитывает некоторые возможные сценарии, например, после покупки товара потребитель может совершить повторную покупку без прохождения стадий поиска информации и оценки.



Рис. 4. Концептуальная модель процесса принятия решений о покупке в режиме онлайн (S. Karimi) [9]

Еще одной нелинейной моделью является предложенная *Armano* в 2007 г. «Маркетинговая спираль» (рис. 5) [10]. Спираль усиливается по мере разных уровней взаимодействия потребителя с брендом: взаимодействие, вовлеченность, участие, общение, близость и сообщество. На рисунке видно, что циклы могут повторяться или опускаться потребителем.

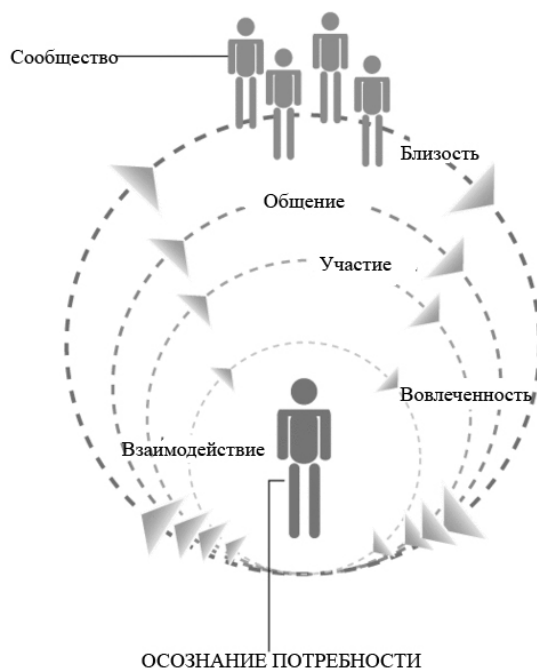


Рис. 5. Маркетинговая спираль (Armano) [10]

Модель показывает развитие отношений компании с потенциальным потребителем, однако не учитывает тот факт, что на рынке существует множество конкурентов, стремящихся поместить клиента в свою собственную маркетинговую спираль.

3. Индивидуализированные модели

Широкое использование цифровой среды в бизнесе, развитие технологий персонализации и идентификации потребителей, современные возможности сбора и обработки больших данных, автоматизация многих бизнес-процессов дают возможность индивидуализированного маркетингового подхода к потребителю. На сегодняшний день мы можем исследовать процесс принятия решения о покупке индивидуального клиента, а также применить к нему соответствующие маркетинговые стимулы. В моделировании поведения конкретного потребителя большое значение приобретают такие технологии, как customerjourneumap – карта пути клиента и customerexperience – клиентский опыт. Такие технологии позволяют визуализировать путь отдельного клиента, а также произвести анализ эффективности его взаимодействия с компанией в каждой точке контакта. Формирование клиентских баз данных, а также автоматизация работы с ними дают возможность применения индивидуальных алгоритмов взаимодействия с потребителями [11–13].

Выводы

Развитие информационных технологий оказало существенное влияние на трансформацию взглядов на моделирование процесса принятия решений о покупке. В процессе исследования наиболее популярных моделей покупательского поведения за последние 50 лет можно проследить следующие особенности в их развитии: в основе ранних моделей лежит линейный подход к моделированию; с развитием и применением информационных технологий в бизнесе наблюдается динамический подход к моделированию поведения потребителей; наиболее современные модели связаны с появлением технологий машинного обучения, возможностью накопления и обработки больших данных, а также с высокой автоматизацией различных бизнес-процессов, позволяющих моделировать индивидуальный путь клиента. Полученная систематизация позволит предприятию выбрать наиболее оптимальную модель управления потребительским поведением.

С одной стороны, технологии усложнили процесс принятия решений о покупке, сделали его более динамичным и менее предсказуемым, с другой, открыли широкие возможности в исследовании пути отдельного клиента и применении индивидуальных маркетинговых стимулов, основанных на глубокой аналитике и автоматизации бизнеса.

Библиографический список

1. Nicosia, F. M. Consumer decision processes: marketing and advertising implications, Englewood Cliffs / F. M. Nicosia. – New Jersey : Prentice-Hall, 1966.
2. Howard, J. A. A Theory of Buyer Behavior / J. A. Howard, J. N. Sheth // Journal of the American Statistical Association. – 1969. – DOI 10.2307/2284311.
3. Engel, J. F. Consumer behaviour, Holt, Rinehart, Winston / J. F. Engel, D. T. Kollat, R. D. Blackwell. – New York, 1968.
4. Kotler, P. Marketing Management / P. Kotler, K. L. Keller. – 14th ed. – 2012.
5. Lee, P. M. Behavioral model of online purchasers in e-commerce environment / P. M. Lee // Electronic Commerce Research. – 2002. – (2:1). – P. 75–85.

6. Chen, S. J. A descriptive model of online shopping process: some empirical results / S. J. Chen, T. Z. Chang // *International Journal of Service Industry Management*. – 2003. – (14:5). – P. 556–569.
7. Darley, W. K. Toward an integrated framework for online consumer behavior and decision making process: A review / W. K. Darley, C. Blankson, D. J. Luethge // *Psychology and Marketing*. – 2010. – (27:2). – P. 94–116.
8. Court, D. The consumer decision journey / D. Court, D. Elzinga, S. Mulder, O. Jørgen Vetvik. – URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/marketing-and-sales/our-insights/the-consumer-decision-journey> (date of the application: 10.01.2019).
9. Karimi, S. A purchase decision-making process model of online consumers and its influential factor a cross sector analysis : A Thesis submitted to the University of Manchester for the degree of PhD / Karimi S. – UK, 2013.
10. Armano, D. The Marketing Spiral, Logic+Emotion / D. Armano. – 2007.
11. Ajzen, I. The theory of planned behavior / I. Ajzen // *Organizational behavior and human decision processes*. – 1991. – (50:2). – P. 179–211.
12. Constantinides, E. Influencing the online consumer's behavior: the Web experience / E. Constantinides // *Internet research*. – 2004. – (14:2). – P. 111–126.
13. Court, D. The Consumer Decision Journey / D. Court, D. Elzinga, S. Mulder, O. J. Vetvik // *McKinsey Quarterly* (3). – 2009.

References

1. Nicosia F. M. *Consumer decision processes: marketing and advertising implications*, Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.
2. Howard J. A. A, Sheth J. N. *Journal of the American Statistical Association*. 1969. DOI 10.2307/2284311.
3. Engel J. F., Kollat D. T., Blackwell R. D. *Consumer behaviour*, Holt, Rinehart, Winston. New York, 1968.
4. Kotler P., Keller K. L. *Marketing Management*. 14th ed., 2012.
5. Lee P. M. *Electronic Commerce Research*. 2002, (2:1), pp. 75–85.
6. Chen S. J., Chang T. Z. *International Journal of Service Industry Management*. 2003, (14:5), pp. 556–569.
7. Darley W. K., Blankson C., Luethge D. J. *Psychology and Marketing*. 2010, (27:2), pp. 94–116.
8. Court D., Elzinga D., Mulder S., Vetvik O. Jørgen *The consumer decision journey*. Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/marketing-and-sales/our-insights/the-consumer-decision-journey> (accessed Jan. 10, 2019).
9. Karimi S. *A purchase decision-making process model of online consumers and its influential factor a cross sector analysis: A Thesis submitted to the University of Manchester for the degree of PhD*. UK, 2013.
10. Armano D. *The Marketing Spiral, Logic+Emotion*. 2007.
11. Ajzen I. *Organizational behavior and human decision processes*. 1991, (50:2), pp 179–211.
12. Constantinides E. *Internet research*. 2004, (14:2), pp. 111–126.
13. Court D., Elzinga D., Mulder S., Vetvik O. J. *McKinsey Quarterly* (3). 2009.

Еременко Юлия Александровна
кандидат экономических наук, доцент,
кафедра маркетинга, торгового
и таможенного дела,
Институт экономики и управления,
Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского
(Россия, Республика Крым,
г. Симферополь,
ул. Севастопольская, 21/4)
E-mail: jul_erenenko@mail.ru

Eremenko Julia Alexandrovna
candidate of economical sciences,
associate professor,
sub-department of marketing, trade
and customs,
Institute of Economic and Management,
Crimean Federal University
named after V. I. Vernadsky
(21/4 Sevastopol'skaya street, Simferopol,
Republic Of Crimea, Russia)

Ченцова Анна Владимировна

студентка,
Институт экономики и управления,
Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского
(Россия, Республика Крым,
г. Симферополь,
ул. Севастопольская, 21/4)
E-mail: annachensova15@gmail.com

Chentsova Anna Vladimirovna

student,
Institute of Economic and Management,
Crimean Federal University
named after V. I. Vernadsky
(21/4 Sevastopol'skaya street, Simferopol,
Republic Of Crimea, Russia)

Образец цитирования:

Еременко, Ю. А. Влияние современных информационных технологий на трансформацию моделей принятия решений о покупке / Ю. А. Еременко, А. В. Ченцова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 5–15.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ НАКОПЛЕНИЯ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РЕГИОНАЛЬНЫХ
УНИВЕРСИТЕТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ¹**

Г. В. Суровицкая, Л. А. Гамидуллаева

**IMPROVEMENT OF HUMAN CAPITAL ACCUMULATION
MECHANISMS AT REGIONAL UNIVERSITIES
IN THE CONDITIONS OF DIGITAL ECONOMY**

G. V. Surovitskaya, L. A. Gamidullaeva

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Представлены материалы исследования механизмов управления человеческим капиталом в части обеспечения его накопления. Целью является выявление направлений совершенствования механизмов накопления человеческого капитала университетов в условиях формирования цифровой экономики. *Материалы и методы.* Для достижения целей исследования обоснована целесообразность оценки эффективности механизмов модернизации деятельности опорных университетов первой волны – наиболее динамично развивающейся группы региональных университетов – с использованием данных Национального рейтинга университетов, формируемого Международной информационной группой «Интерфакс». Кроме того, проведена оценка эффективности механизмов развития кадрового потенциала этих университетов на основе данных мониторинга эффективности вузов, осуществляемого Министерством науки и высшего образования РФ. *Результаты и выводы.* По результатам исследования установлена недостаточная эффективность механизмов накопления человеческого капитала большинства опорных университетов первой волны. Модернизация основных видов деятельности не обеспечила продвижение университетов в Национальном рейтинге университетов по большинству позиций. В то же время большинство показателей развития кадрового потенциала опорных университетов первой волны по итогам двух лет реализации их программ развития демонстрирует положительную динамику. Обосновано наличие существенного потенциала направлений совершенствования механизмов накопления человеческого капитала региональных университетов, базирующихся на их цифровой трансформации и использовании современных механизмов управления знаниями.

Ключевые слова: человеческий капитал, накопление, механизм, совершенствование, университет, управление знаниями.

Abstract. *The subject and purpose of the work.* The article presents research materials on human capital management mechanisms in terms of ensuring its accumulation. The purpose of the article is to identify areas for improving the mechanisms of accumulation of human capital of universities in the conditions of digital economy. *Materials and methods.* To achieve the objectives of the study, the feasibility of evaluating the effectiveness of mechanisms for upgrading the activities of flagship universities of the first wave – the most dynamically developing group of regional universities – was substantiated using data from the National University Rankings generated by the Interfax International Information Group. In addition, an assessment was made of the effectiveness of the mechanisms for de-

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-010-00204-а.

veloping the personnel potential of these universities on the basis of data from the monitoring of the effectiveness of universities, carried out by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. *Results and conclusion.* According to the results of the study, the lack of efficiency of mechanisms for the accumulation of human capital in most flagship universities of the first wave has been established. Modernization of the core activities did not ensure the promotion of universities in the National University Rankings in most positions. At the same time, the majority of indicators of the development of the human resources capacity of the first-wave flagship universities following the results of two years of implementation of their development programs show a positive trend. The authors substantiate the existence of significant potential for improving the mechanisms of accumulation of human capital of regional universities based on their digital transformation and the use of modern knowledge management.

Keywords: human capital, accumulation, mechanism, improvement, university, knowledge management.

Введение

На современном этапе в связи с реализацией национальных проектов, инициированных Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» остро стоит проблема достижения высокого уровня конкурентоспособности человеческого капитала страны и регионов. Перспективной представляется задача формирования универсальных механизмов цифровой трансформации университетов, научных организаций, предприятий реального сектора экономики для обеспечения необходимой и достаточной эффективности механизмов интеграции и кооперации в рамках научно-образовательных центров мирового уровня (Национальный проект «Наука»), для создания цифровой образовательной среды (Национальный проект «Образование»), для формирования новых инструментов подготовки кадров для цифровой экономики (Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»). Все это требует развития и накопления человеческого потенциала ключевых исполнителей национальных проектов и региональных составляющих – региональных университетов.

Важной особенностью университетов является накопление человеческого капитала через включение в научный поиск новых людей и идей в ходе постоянной смены поколений обучающейся молодежи [1]. С позиций исследования различных аспектов участия университетов в накоплении человеческого капитала регионов следует отметить тренд на формирование цифровой экономики и реализацию проекта по созданию в регионах опорных университетов, рассчитанного на пять лет. Особенно интересны результаты участия в этом проекте опорных университетов первой волны, которые уже четвертый год реализуют программы развития.

С другой стороны, в настоящее время основными направлениями формирования человеческого потенциала является повышение эффективности работы персонала посредством качественного использования человеческого капитала, а также накопление и приумножение знаний посредством увеличения интеллектуального капитала внутри организации. В свою очередь, для эффективного управления знаниями необходима эффективная система их

приобретения, хранения, освоения на предприятиях и в организациях, внедрения в бизнес-процессы. Эффективность управления знаниями будет зависеть от характеристик, касающихся того, как разные экономические агенты приобретают, генерируют, распространяют и используют новое знание, необходимое для экономической и инновационной деятельности [2]. Для этого необходимо использование как естественного, так и искусственного интеллекта, реализуемых в форме интеллектуальных систем поддержки принятия решений в организациях.

Оценка эффективности механизмов накопления человеческого капитала опорных университетов первой волны

Эффективность механизмов накопления человеческого капитала опорных университетов зависит от:

- эффективности механизмов модернизации основных видов деятельности в рамках реализации программ развития университетов; для ее оценки использованы данные Национального рейтинга университетов [3];
- эффективность механизмов развития кадрового потенциала университетов; для ее оценки использованы данные мониторинга эффективности вузов [4].

В табл. 1 приведена динамика позиций опорных университетов первой волны в Национальном рейтинге университетов.

Как видно из табл. 1, за три года участия в проекте по созданию опорных университетов только Вятскому государственному университету удалось улучшить позиции в большинстве частных рейтингах. Однако в рейтинге «Исследования» – основном, по мнению авторов, рейтинге, характеризующем результаты работы по накоплению человеческого капитала, – позиции этого университета заметно ухудшились (с 64-го места на старте проекта до 112–114-го места по итогам трех лет реализации программы развития).

В рейтинге «Исследования» по итогам трех лет участия в проекте только двум опорным университетам первой волны – Омскому государственному техническому университету и Воронежскому государственному техническому университету – удалось улучшить свои позиции.

Необходимо отметить, что в пяти регионах – Волгоградской области, Кировской области, Костромской области, Омской области и Орловской области – опорные университеты являются ведущими, т.е. ключевыми региональными вузами, от которых в значительной степени зависят процессы накопления человеческого капитала. Костромской государственный университет и Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева на протяжении проекта остаются аутсайдерами в группе опорных университетов первой волны по данным Национального рейтинга университетов.

В табл. 2 показана динамика значений показателей модели мониторинга эффективности вузов, которые характеризуют эффективность механизмов развития кадрового потенциала в среднем по группе опорных университетов первой волны.

Таблица 1

Динамика позиций ряда региональных университетов в Национальном рейтинге университетов

Университет	Позиции в рейтингах											
	Сводный рейтинг		Образование		Исследования		Инновации		Социализация		Интернационализация	
	на старте проекта	2019	2018 ¹	2019	на старте проекта	2019	на старте проекта	2019	на старте проекта	2019	на старте проекта	2019
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пензенский государственный университет	71	70–71	72	39–41	60	80–81	86	96	50	74–75	91	53–54
Опорные университеты 1 волны												
Волгоградский государственный технический университет	60–61	72–73	34–35	77–79	55	73	32	49	106	51	78	28
Омский государственный технический университет	63	53–54	113–115	119–120	87	52	43	37	110	84–85	43	25
Самарский государственный технический университет	65–66	78–79	26	33	77	95–98	55	91–93	74	52	122	135
											76	69–71

¹ На момент старта проекта и по итогам первого года его реализации нет данных по рейтингу «Образование».

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева	77	82	84–85	129–131	50	78–79	57	54	98	70–72	138	127	172	177–182
Уфимский государственный нефтяной технический университет	57	72–73	95–96	109–112	35	54	84	74–76	40	45	83	116–117	94	99
Донской государственный технический университет	73	78–79	42	86–88	103	115–118	59	55	118	78–80	71	76–78	114	56–58
Воронежский государственный технический университет	86	87	47	132–133	98	76–77	69	63	89	92–96	115	162–165	86	83
Тюменский индустриальный университет	56	86	101–102	160–161	68	93–94	61	78	57	81–83	76	94–96	97	92–95
Вятский государственный университет	78–79	60	23	19	64	112–114	115	68	51	37	149	140–144	144	111–113
Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева	115–119	153–155	73–74	95–98	95	106	141	176–179	107	217–218	164	233–236	127	164–166
Костромской государственный университет	169–170	215–217	223–224	217–220	126	244–251	125	176–179	183	108–109	134	287–288	207	201–206

Таблица 2

Динамика показателей эффективности механизмов развития
кадрового потенциала опорных университетов первой волны

Показатели	Значения показателей		
	2015	2016	2017
1	2	3	4
Объем НИОКР в расчете на одного НПП, тыс. руб.	279,1	190,5	240,0
Удельный вес численности обучающихся (приведенного контингента) по программам магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуры), ординатуры, ассистентуры-стажировки в общей численности приведенного контингента обучающихся по основным образовательным программам высшего образования, %	13,8	15,8	17,0
Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science в расчете на 100 НПП, ед.	6,9	9,6	22,3
Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus в расчете на 100 НПП, ед.	14,6	14,7	26,7
Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования РИНЦ в расчете на 100 НПП, ед.	226,9	238,8	339,5
Количество полученных грантов за отчетный год в расчете на 100 НПП, ед.	4,5	4,1	3,7
Удельный вес численности иностранных граждан из числа НПП в общей численности НПП, %	0,5	0,4	0,3
Численность зарубежных ведущих профессоров, преподавателей и исследователей, работающих (работавших) в образовательной организации не менее 1 семестра, чел.	3	3	4

1	2	3	4
Доходы образовательной организации из средств от приносящей доход деятельности в расчете на одного НПР, тыс. руб.	895,7	823,6	933,1
Отношение средней заработной платы НПР в образовательной организации (из всех источников) к средней заработной плате по экономике региона, %	175,4	178,7	192,7
Удельный вес НПР, имеющих ученую степень кандидата и доктора наук, в общей численности НПР образовательной организации (без совместителей и работающих по договорам гражданско-правового характера), %	69,8	71,7	74,60
Доходы вуза из всех источников, тыс. руб.	1575815,8	2257607,5	2344193,9
Доля внебюджетных средств в доходах от научных исследований и разработок, %	69,5	70,2	61,0

Как видно из табл. 2, по итогам двух лет реализации программ развития опорных университетов первой волны имеет место рост значений большинства показателей.

В то же время не удалось обеспечить устойчивый рост по показателю «Доля внебюджетных средств в доходах от научных исследований и разработок», а также повысить значение показателя «Количество полученных грантов за отчетный год в расчете на 100 НПР». Названные показатели характеризуют эффективность механизмов накопления человеческого капитала университетов именно с позиций создания условий для включения в научный поиск новых людей, в том числе и обучающихся.

Таким образом, наблюдается недостаточная эффективность механизмов накопления человеческого капитала в опорных университетах первой волны – наиболее динамично развивающейся группе региональных университетов. Для улучшения сложившейся ситуации необходимы нетривиальные междисциплинарные решения, в том числе с использованием новых инструментов управления, характерных для цифровой экономики.

Направления совершенствования механизмов накопления человеческого капитала в региональных университетах

Развитие механизмов накопления человеческого капитала в региональных университетах напрямую связано с наличием и эффективностью функционирующей в них системы управления знаниями (рис. 1).

В настоящее время существует необходимость в преодолении разрыва между требованиями, предъявляемыми современными предприятиями к квалифицированным кадрам, и теми знаниями и компетенциями, которые непосредственно получают выпускники университетов в рамках образовательного процесса. Данная проблема со временем все более актуализируется не только

в связи с недостаточным притоком квалифицированных кадров в региональные университеты, но и по причине отсутствия релевантных форм учебного процесса, эффективных механизмов сбора, хранения и обработки информации о существующих потребностях в знаниях, навыках и компетенциях выпускников университетов со стороны работодателей [5].



Рис. 1. Система управления знаниями университета

В качестве одного из решений обозначенной проблемы можно предложить разработку системы управления знаниями университета и последующую организацию в вузе процесса управления знаниями, отвечающего современным корпоративным требованиям [6].

По мнению авторов [7], под знаниями следует понимать продуктивное применение информации или способность трансформировать информацию в действия и решения. Соответственно под управлением знаниями можно понимать процессы и действия, которые способствуют накоплению и эффективному использованию знаний в целях обеспечения конкурентного преимущества организации.

Управление знаниями в региональных институтах позволит сократить затраты времени на обучение сотрудников, сохранить, накопить и развить человеческий капитал, что в конечном итоге будет способствовать улучшению качества предоставления образовательных и иных услуг. Эффективная система управления знаниями обеспечивает повышение производительности труда персонала, качества производимых продуктов и услуг, а также уровня согласованности результатов за счет оптимизации интеллектуальных ресурсов [8].

Роль современных информационных технологий в системе управления знаниями университета

Технологии обработки больших данных, искусственный интеллект и машинное обучение представляют собой эффективный инструментарий при

построении и использовании системы управления знаниями. В целях повышения эффективности представляется возможным использовать технологию добычи данных (data mining) для выявления скрытых закономерностей и взаимосвязей в больших объемах генерируемых данных.

Технология BigData позволяет обрабатывать большие объемы накапливающихся с течением времени как структурированных, так и неструктурированных данных с целью оценки качества образовательной деятельности, определения эффективных направлений развития учреждений высшего образования, а также прогнозирования возможных проблем [9]. Кроме того, появляется возможность повышения конкурентоспособности образовательных программ университетов и качества обучения и переподготовки посредством развития персонализированных образовательных программ.

При этом накапливаемые с течением времени данные становятся основой для прогнозирования успешности учебного процесса, определения необходимых корректирующих воздействий в целях повышения качества и эффективности управления учебным процессом [10].

Применение технологии моделирования на основе цифрового интеллектуального аватара [11], использующего алгоритмы нейросетевого анализа, дает возможность отслеживать изменения в процессах обучения, выявлять значимые благоприятствующие и неблагоприятствующие факторы, влияющие на качество процессов обучения, оценивать текущий уровень и прогнозировать развитие необходимых компетенций персонала и т.д.

Использование геоинформационных технологий (ГИС) также может сыграть значимую роль в управлении знаниями в современных университетах. Для успешного функционирования в условиях цифровой трансформации экономики университеты должны обеспечить гибкость управления и быстроту принятия решений. В то же время эффективность процесса принятия решений во многом зависит от кодирования и интерпретации сложной информации, получаемой из различных систем управления знаниями. ГИС-технология представляет собой вычислительное приложение, которое предлагает расширенные возможности по созданию, хранению, манипулированию, визуализации, анализу и интерпретации данных, информации и знаний различными способами с представлением результатов в форме карт, отчетов, диаграмм.

Заключение

По мнению авторов, перспективным представляется развитие систем управления знаниями в современных университетах за счет системной интеграции в рамках единого инструментария таких методов, как стратегическое управление знаниями, интеллектуальный анализ и машинное обучение, инструменты поддержки принятия решений и нейросетевого моделирования на базе современных компьютерных и информационных технологий.

Проекты по совершенствованию механизмов накопления человеческого капитала в региональных университетах целесообразно реализовывать в рамках использования проблемно-ориентированных онтологий, ГИС-технологий, алгоритмов BigData, цифровых интеллектуальных аватаров, а также методов искусственного интеллекта для обеспечения процессов принятия решений ЛПР.

Библиографический список

1. Романов, Е. В. Феномен утраты неявного знания высшей школой: причины и последствия. Часть I / Е. В. Романов // Образование и наука. – 2019. – Т. 21, № 4. – С. 60–91. – DOI 10.17853/1994-5639-2019-4-60-91.
2. Гамидуллаева, Л. А. Формирование базовой модели инновационной системы: проблемы и решения / Л. А. Гамидуллаева // Экономическое возрождение России. – 2015. – № 3(45). – С. 161–163.
3. Национальный рейтинг университетов. – URL: <https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2019&page=1> (дата обращения: 05.06.2019).
4. Информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования. – URL: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpo> (дата обращения: 01.02.2019).
5. Суровицкая, Г. В. Механизмы развития кадрового потенциала опорных университетов России. Университетское управление: практика и анализ / Г. В. Суровицкая. – 2019.
6. Карпенко, Д. С. Система управления знаниями ВУЗа / Д. С. Карпенко, О. В. Глебова, А. С. Домников // Наука и образование. – 2013. – DOI 10.7463/0613.0581872
7. Wang, E. Improving enterprise resource planning (ERP) fit to organizational process through knowledge transfer / E. Wang, C. Lin, J. Jiang, G. Klein International Journal of Information Management. – 2007. – Vol. 27(3). – P. 200–212.
8. Mohajan, H. Knowledge Management Strategy to Improve Business Sector / H. Mohajan // Annals of Spiru Haret University. – 2017. – Iss. 3. – URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3053857>
9. Ben, D. Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice / D. Ben. – Springer, 2016. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-06520-5>
10. Фаткуллин, Н. Ю. Балльно-рейтинговая система оценивания обучающихся как источник формирования «больших данных» в учебном процессе / Н. Ю. Фаткуллин // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2016. – № 4 (34). – С. 75–81.
11. Mkrttchian, V. About Digital Avatars for Control Systems Using Big Data and Knowledge Sharing in Virtual Industries. In A. Gyamfi, & I. Williams (Eds.) / V. Mkrttchian, I. Palatkin, L. A. Gamidullaeva, S. Panasenko // Big Data and Knowledge Sharing in Virtual Organizations. – Hershey, PA : IGI Global. – 2019. – P. 103–116. – DOI 10.4018/978-1-5225-7519-1.ch004.

References

1. Romanov E. V. *Obrazovanie i nauka* [Education and science]. 2019, vol. 21, no. 4, pp. 60–91. DOI 10.17853/1994-5639-2019-4-60-91. [In Russian]
2. Gamidullaeva L. A. *Ekonomicheskoe vrozozhdenie Rossii* [Economic revival of Russia]. 2015, no. 3 (45), pp. 161–163. [In Russian]
3. *Natsional'nyy reyting universitetov* [National University rankings]. Available at: <https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2019&page=1> (accessed Jun. 05, 2019). [In Russian]
4. *Informatsionno-analiticheskie materialy po rezul'tatam provedeniya monitoringa effektivnosti deyatel'nosti obrazovatel'nykh organizatsiy vysshego obrazovaniya* [Information and analytical materials on the results of monitoring the effectiveness of educational institutions of higher education]. Available at: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpo> (accessed Febr. 01, 2019). [In Russian]

5. Surovitskaya G. V. *Mekhanizmy razvitiya kadrovogo potentsiala opornykh universitetov Rossii. Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [Mechanisms of development of personnel potential of supporting universities in Russia. University management: practice and analysis]. 2019. [In Russian]
6. Karpenko D. S., Glebova O. V., Domnikov A. S. *Nauka i obrazovanie* [Science and education]. 2013. DOI 10.7463/0613.0581872 [In Russian]
7. Wang E., Lin C., Jiang J., Klein G. *International Journal of Information Management*. 2007, vol. 27 (3), pp. 200–212.
8. Mohajan H. *Annals of Spiru Haret University*. 2017, iss. 3. Available at: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3053857>
9. Ben D. *Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice*. Springer, 2016. Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-06520-5>
10. Fatkullin N. Yu. *Sovremennaya vysshaya shkola: innovatsionnyy aspekt* [Modern high school: innovative aspect]. 2016, no. 4 (34), pp. 75–81. [In Russian]
11. Mkrtchian V., Palatkin I., Gamidullaeva L. A., Panasenkov S. *Big Data and Knowledge Sharing in Virtual Organizations*. Hershey, PA: IGI Global. 2019, pp. 103–116. DOI 10.4018/978-1-5225-7519-1.ch004.

Суровицкая Галина Владимировна

доктор экономических наук, профессор,
начальник отдела менеджмента качества,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40);
профессор кафедры прикладной
и бизнес информатики,
МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
E-mail: gvs_kachestvo@inbox.ru

Surovitskaya Galina Vladimirovna

doctor of economical sciences, professor,
head of department of quality management,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia);
professor of sub-department
of applied and business informatics,
K. G. Razumovsky Moscow State
University of Technologies
and Management (the First Cossack
University)
(6 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Гамидуллаева Лейла Айваровна

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра менеджмента
и экономической безопасности,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40);
доцент кафедры прикладной
и бизнес информатики,
МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

Gamidullaeva Leyla Ayvarovna

candidate of economical sciences,
associate professor,
sub-department of management
and economic security,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia);
associate professor of sub-department
of applied and business informatics,
K. G. Razumovsky Moscow State
University of Technologies
and Management (the First Cossack
University)
(6 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Суровицкая, Г. В. Совершенствование механизмов накопления человеческого капитала региональных университетов в условиях цифровой экономики / Г. В. Суровицкая, Л. А. Гамидуллаева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 16–26.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
СБАЛАНСИРОВАННЫМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНАЛЬНЫХ
ЦЕНТРОВ РОСТА**

Е. И. Середя

**PROSPECTS OF EFFECTIVE MANAGEMENT
OF THE BALANCED DEVELOPMENT
OF THE REGIONAL CENTERS OF GROWTH**

E. I. Sereda

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Представлен новый подход к инновационному развитию на основе управления уникальными технологическими компетенциями, центрами глобального превосходства, проблемами и задачами, имеющий значительный потенциал и перспективу. *Материалы и методы.* Теоретической и методологической основой исследования послужили общенаучные эмпирико-теоретические методы системного анализа, абстракция, анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия, моделирование, конкретизация, исторический и логический методы исследования. В качестве конкретно-научных методов применялись сплошное и выборочное наблюдение. *Результаты.* Разработана система рекомендаций по формированию региональных центров роста в виде центров глобального превосходства и центров глобального технологического превосходства. *Выводы.* Принципиальное отличие предлагаемого подхода заключается в обосновании необходимости создания команд уникальных технологических компетенций, формирующих новый функционал, бизнес-процессы, ключевые показатели эффективности.

Ключевые слова: центры глобального технологического превосходства, центры глобальной конкурентоспособности, уникальные технологические компетенции

Abstract. *Subject and goals.* The new approach to innovative development on the basis of management of unique technological competences, the centers of global superiority, problems and tasks having the considerable potential and prospect. *Materials and methods.* General scientific theoretical methods of the system analysis, abstraction, the analysis and synthesis, induction and deduction, analogy, modeling, a specification, historical and logical methods of a research formed a theoretical and methodological basis of a research. As concrete and scientific methods were applied continuous and selective observation. *Results.* The system of recommendations about formation of the regional centers of growth in the form of the centers of global superiority and the centers of global technological superiority is developed. *Conclusions.* The fundamental difference of the offered approach consists in justification of need of creation of teams of the unique technological competences forming new functionality, business processes, key performance indicators.

Keywords: centers of global technological superiority, centers of global competitiveness, unique technological competences.

Введение

Центры глобального превосходства, уникальные технологические компетенции – это точки роста, опережающего развития и технологического превосходства, количеством которых можно оценить потенциал инновационного развития организации [1]. Решение проблем и задач – инструмент ускорения

инновационного развития. Данный подход может быть успешно применен не только в корпорациях, но и в вузах, научных организациях, стартапах, территориях.

Материал и методика исследования

Уникальные технологические компетенции – это совокупность знаний, умений, навыков, способностей команды ученых, специалистов, позволяющая им создавать инновационные технологии и продукты для различных сфер применения, технические характеристики которых отвечают критериям глобального превосходства (превышают характеристики лучших мировых аналогов) или глобальной конкурентоспособности (сопоставимы с характеристиками лучших мировых аналогов).

Уникальные технологические компетенции являются новым объектом управления в инновационной сфере, формируют новый функционал, бизнес-процессы, ключевые показатели эффективности. Уникальные технологические компетенции возникают на базе имеющихся технологических компетенций в процессе решения новых (нестандартных) проблем и задач и предполагают использование интеллектуального нешаблонного подхода для решения таких задач. Уникальные технологические компетенции могут передаваться только через обучение.

Это сущностная основа центров глобального превосходства и центров глобальной конкурентоспособности.

Команда уникальных технологических компетенций – это группа научно-технических специалистов во главе с руководителем коллектива, которая обладает соответствующими компетенциями и представляет собой интеллектуальную и инновационную элиту организации. Команда уникальных технологических компетенций является новым субъектом управления в инновационной сфере, формирует новый функционал, бизнес-процессы, ключевые показатели эффективности.

Центр глобального превосходства – это совокупность команды уникальных технологических компетенций, нацеленной на активную коммерциализацию уникальных технологических компетенций и необходимых материально-технических и финансовых ресурсов организации, в совокупности обеспечивающих разработку и производство инновационных технологий и продуктов для различных сфер применения, технические характеристики которых отвечают критериям глобального превосходства.

Центр глобального превосходства – это точки инновационного роста, имеющийся инновационный потенциал. Центр глобального превосходства – это статус, который присваивается команде уникальных технологических компетенций руководством организации как внутреннему механизму опережающего технологического и инновационного развития, деятельность которого обеспечивается соответствующими мерами морального и материального стимулирования [2].

Центр глобального превосходства является новым объектом управления в инновационной сфере. Внутренним содержанием, основой центра глобального превосходства является команда специалистов, обладающая уникальными технологическими компетенциями глобального превосходства. Оценка собственного уровня технологического развития на основе центров глобального превосходства дает понимание инновационного потенциала, который может быть использован для опережающего развития. Это касается в

полной мере науки, промышленности, вузов, малых инновационных компаний, регионов, страны. Данный подход полностью вписывается в самые современные и эффективные стратегии развития бизнеса, включая «стратегию голубого океана», стратегии, основанные на ключевых компетенциях и монопольного положения компании, продукта [3, 4]. Центр глобального превосходства дает им новое содержание.

Таким образом, теория и практика управления уникальными технологическими компетенциями глобального превосходства и центрами глобального технологического превосходства показывает высокую эффективность в создании и продвижении на рынок глобально превосходящих продуктов и технологий, а также оказании услуг по решению проблем и задач потребителей и обеспечении на основе этого опережающего инновационного развития и глобального технологического превосходства.

Результаты

Алгоритм выявления уникальных технологических компетенций (табл. 1) представляет собой последовательный переход по следующим этапам в следующей логике: продуктовые уникальные технологические компетенции → процессные уникальные технологические компетенции → продукт, ключевые элементы, процессы и компетенции, отвечающие критериям глобального технологического превосходства или конкурентоспособности.

Таблица 1

Алгоритм выявления уникальных технологических компетенций
(источник: составлено автором)

Вход	
Продуктовые уникальные технологические компетенции	
Передовой продукт. Критерии (технико-технические характеристики) глобального превосходства или конкурентоспособности	Уникальные технологические компетенции – разработка и производство аналогичных продуктов
Ключевой элемент(ы) продукта (1–3). Критерии (технико-технические характеристики) глобального превосходства или конкурентоспособности	Уникальные технологические компетенции – разработка и производство аналогичных ключевых элементов
Процессные уникальные технологические компетенции	
Ключевые (задачи) параметры технического задания на продукт и/или ключевой элемент	
Проблемы, решенные в ходе создания продукта/ключевого элемента	Уникальные технологические компетенции – умение решать подобные проблемы
Ключевой технический процесс(ы), управление которыми позволило решить проблему(ы)	Уникальные технологические компетенции – умение управлять подобными процессами
Продукт, ключевые элементы, процессы и уникальные технологические компетенции должны отвечать критериям глобального технологического превосходства или конкурентоспособности	
Выход	

Рассмотрим пример уникальных технологических компетенций организации ГК «Ростех» (ЦНИИАГ) уровня глобальной конкурентоспособности.

Продуктом в рассматриваемом примере является система посадки летательного аппарата (пилотируемого и беспилотного) на основе радиотехнической системы локальной навигации.

Формулировки уникальных технологических компетенций:

1. Продуктовые уникальные технологические компетенции:

1.1. Разработка и производство систем посадки ЛА на необорудованные аэродромы.

1.2. Разработка и производство радиотехнических систем локальной (беспутниковой) навигации.

1.3. Разработка и производство программно-аппаратных комплексов радиодальномерных измерений и определения местоположения движущихся объектов в режиме реального времени.

1.4. Разработка программно-алгоритмического обеспечения высокоточных (до 1 м) радиодальномерных измерений.

1.5. Разработка программно-алгоритмического обеспечения сбора, фильтрации, комплексной обработки измерений разнородных датчиков в высоком темпе (до 200 Гц), обеспечивающего посадку ЛА до скоростей 350 км/ч.

2. Процессные уникальные технологические компетенции:

2.1. Высокоточное определение координат местоположения подвижных объектов в режиме реального времени.

2.2. Повышение точности (радио)дальномерных измерений в десять раз за счет специальной обработки сигнала.

2.3. Повышение достоверности инструментальных измерений (вероятность ошибки 0,01) за счет использования показаний датчиков на различных физических принципах.

3. Новые сферы применений:

3.1. Определение местоположения движущихся объектов (воздушных, сухопутных, наводных, подводных, космических) в открытых и закрытых пространствах (аэропорты, торгово-офисные центры, вокзалы, гаражи, шахты).

3.2. Повышение точности дальномерных измерений (радио/лазерных/ультразвуковых).

3.3. Повышения точности:

– навигации речных судов в шлюзовых камерах;

– геодезических измерений;

3.4. Верификации навигационных систем летательных аппаратов.

Обсуждение

В современных условиях научно-технологического развития для достижения глобальной конкурентоспособности руководителям корпораций, вузам, научным организациям, стартапам, субъектам Федерации рекомендуется сформировать системы управления уникальными технологическими компетенциями (так называемые центры глобального технологического превосходства), включая реализацию комплекса мероприятий по выявлению, описанию, формированию и реализации плана коммерциализации уникальных технологических компетенций, обмен опытом, подведение итогов этой деятельности, мотивацию участников данных процессов на достижение результатов в виде повышения уровня диверсификации, роста объемов граждан-

ской инновационной продукции на основе создания и продвижения на рынок глобально превосходящих продуктов и технологий в разных сферах применения, а также оказании услуг по решению проблем и задач потребителей.

Выводы

Теория и практика управления уникальными технологическими компетенциями глобального превосходства и центрами глобального технологического превосходства показывает высокую эффективность в создании и продвижении на рынок глобально превосходящих продуктов и технологий, а также оказании услуг по решению проблем и задач потребителей и обеспечения на основе этого опережающего инновационного развития и глобального технологического превосходства. В 2017 г. в холдинговой компании «Высокоточные комплексы» сформированы основы системы управления уникальными технологическими компетенциями. В 2018 г. к этому приступили в холдинговой компании «Швабе».

Библиографический список

1. Толстых, Т. О. Цифровое инновационное производство на основе формирования экосистемы сервисов и ресурсов / Т. О. Толстых, Е. В. Шкарупета, Л. А. Гамидуллаева // Экономика в промышленности. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 159–168. – URL: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2018-2-159-168>
2. Чемезов, С. В. Диверсификация, компетенции, проблемы и задачи. Новые возможности / С. В. Чемезов, Н. А. Волобуев, Ю. Н. Коптев, А. И. Каширин // Инновации. – 2017. – № 4 (222).
3. Roth, E. M. Human interaction with an “intelligent” machine / E. M. Roth, K. B. Bennett, D. D. Woods // International Journal of Man-Machine Studies. – 1987. – Vol. 27, iss. 5–6. – P. 479–525.
4. Deligianni, I. Non-linear effects of technological competence on product innovation in new technology-based firms: Resource orchestration and the role of the entrepreneur's political competence and prior start-up experience / I. Deligianni, I. Voudouris, Y. Spanos, S. Lioukas // Technovation. – 2019. (In Press). – URL: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.05.002>

References

1. Tolstykh T. O., Shkarupeta E. V., Gamidullaeva L. A. *Ekonomika v promyshlennosti* [Economy in industry]. 2018, vol. 11, no. 2, pp. 159–168. Available at: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2018-2-159-168> [In Russian]
2. Chemezov S. V., Volobuev N. A., Koptev Yu. N., Kashirin A. I. *Innovatsii* [Innovations]. 2017, no. 4 (222). [In Russian]
3. Roth E. M., Bennett K. B., Woods D. D. *International Journal of Man-Machine Studies*. 1987, vol. 27, iss. 5–6, pp. 479–525.
4. Deligianni I., Voudouris I., Spanos Y., Lioukas S. *Technovation*. 2019. (In Press). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.05.002>

Серёда Евгений Иванович
аспирант,
Ростовский государственный
экономический университет
(Россия, г. Ростов-на-Дону,
ул. Большая Садовая, 69)
E-mail: molchnov.e@yandex.ru

Sereda Evgeniy Ivanovich
postgraduate student,
Rostov State Economic University
(69 Bolshaya Sadovaya street,
Rostov-on-Don, Russia)

Образец цитирования:

Середа, Е. И. Перспективы эффективного управления сбалансированным развитием региональных центров роста / Е. И. Середа // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 27–32.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫКУПНОЙ ЦЕНЫ АВАРИЙНОГО ЖИЛЬЯ

И. В. Попова

FEATURES OF DETERMINATION OF THE REDEMPTION PRICE OF THE HAZARDOUS DWELLING

I. V. Popova

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Исследован проблемный вопрос формирования размера выкупной цены за аварийное жилье. На примере г. Пензы рассмотрен поэтапно процесс расчета выкупной цены за жилое помещение и особенности расчета отдельных ее элементов. Приведены необходимый перечень документов для профессионального оценщика выкупной стоимости и перечень документов по предмету оценки. *Материалы и методы.* Для расчета стоимости выкупа за аварийное жилье применяются положения ч. 6 ст. 32 Жилищного кодекса РФ. Методы оценки основаны на положениях Федерального закона от 29.07.1998 г. № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации». *Результаты.* Основным итогом исследования является детализированный единообразный подход к определению выкупной цены на примере расчета выкупной цены для конкретного жилого объекта в г. Пензе. *Выводы.* Единообразная методика определения размера выкупной стоимости, а также привлечение к работе опытных оценщиков позволит собственникам аварийного жилья избежать некомпенсированных расходов при выселении, а регионам более точно спланировать расходы своих региональных и муниципальных бюджетов на реализацию программ переселения граждан из ветхого и аварийного жилья.

Ключевые слова: судебная экспертиза, эксперт, выкупная стоимость, аварийное жилье, ветхое жилье, оценка, изъятие жилого помещения, расселение ветхого и аварийного жилья, программа переселения.

Abstract. *Subject and goals.* In this article the problematic issue of formation of the size of the redemption price for the hazardous dwelling is investigated. On the example of the city of Penza process of calculation of the redemption price for premises and features of calculation of its separate elements is considered step by step. The necessary list of documents for the professional appraiser of redemption cost, and the list of documents in assessment subject is also provided. *Materials and methods.* Provisions of Part 6 of Article 32 of the Housing code of the Russian Federation are applied to calculation of cost of repayment for the hazardous dwelling. Methods of assessment are based on provisions of the Federal law of 29.07.1998 No. 135-FZ "About estimated activity in the Russian Federation". *Results.* The main result of a research is the detailed uniform approach to determination of the redemption price on the example of calculation of the redemption price for a concrete inhabited object in Penza. *Conclusions.* The uniform technique of determination of the size of redemption cost and also attraction to work of experienced appraisers will allow owners of the hazardous dwelling to avoid noncompensated expenses at eviction, and to regions to plan expenses of the regional and municipal budgets on implementation of programs of resettlement of citizens from the shabby and hazardous dwelling more precisely.

Keywords: judicial examination, expert, redemption cost, hazardous dwelling, shabby housing, assessment, withdrawal of premises, resettlement of the shabby and hazardous dwelling, program of resettlement.

Введение

Изучение сложившейся российской судебной практики выявило отсутствие единого, общепризнанного подхода к определению выкупной цены за аварийное жилье. Верховный суд РФ периодически дает разъяснения лишь по отдельным возникающим спорным вопросам. Ввиду отсутствия единой общепринятой методики в каждом регионе выкупная стоимость определяется оценщиками с учетом собственного опыта и представлений собственника относительно размера возмещения. В данной статье предпринята попытка унификации различных оценочных практик с целью разработки унифицированного подхода для определения размера выкупной цены за изымаемое аварийное жилье.

Основная часть

С целью реализации региональных программ по расселению граждан аварийных жилых домов государство ежегодно предусматривает в федеральном бюджете значительные суммы.

Согласно ч. 3 ст. 35 Конституции РФ жилая недвижимость, которая принадлежит гражданину РФ на праве частной собственности, может изыматься только в случае равнозначного возмещения ее стоимости.

Выкупная цена аварийного жилья (*Свцж*) – это единовременное возмещение рыночной стоимости жилого помещения, признанного аварийным независимой (межведомственной) комиссией или экспертом в ходе естественного физического износа или чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время в российском законодательстве отсутствует четкое определение аварийного жилья. Однако в практической сфере принято различать, что к аварийному жилью относится жилая недвижимость с физическим износом в 65 % для деревянных домов и в 70 % – для кирпичных домов.

Принципы определения *Свцж* четко прописаны в российском жилищном законодательстве (ч. 7 ст. 32 [1]). Данные принципы охватывают все виды изымаемого жилья. Но в большинстве случаев речь идет о жилых помещениях в многоквартирных жилых домах (МКД). Согласно [1] основными составными частями *Свцж* являются:

1. Стоимость жилого помещения (*РСж*).
2. Стоимость доли общего имущества в аварийном МКД (*РСдж*).
3. Убытки собственника изымаемого жилья (*У*), а именно:
 - аренда временного жилья,
 - транспортные расходы,
 - риелторские услуги,
 - юридические услуги (госпошлина, нотариус и пр.),
 - упущенная выгода.

Таким образом, формула определения *Свцж* выглядит следующим образом:

$$Свцж = РСж + РСдж + \sum U. \quad (1)$$

Однако и этот перечень не является исчерпывающим.

В последние годы все чаще в состав *Свцж* включается компенсация за непроведенный капитальный ремонт МКД. Однако суды неоднозначно отно-

сятся к данной статье компенсации. В связи с этим зачастую при определении размера *Свцаж* данный вид компенсации вовсе не учитывается. И это несмотря на то, что Верховный суд РФ в своем Обзоре еще от 29.04.2014 прямо указал, что компенсация за непроведенный капитальный ремонт относится к числу убытков, причиненных собственнику изъятием жилого помещения, т.е. должна включаться в состав $\Sigma У$.

Кроме того, в разъяснениях Верховного суда прямо указано, что если возникает несогласие относительно размера *Свцаж* за изымаемое жилье, то рыночная стоимость жилого помещения рассчитывается согласно нормам Федерального закона об оценочной деятельности № 135-ФЗ [2].

В связи с обозначенными выше проблемными вопросами (отсутствие единой методики расчета, неоднозначность толкования законодательства и разносторонняя правоприменительная практика) на практике собственники аварийных жилых помещений зачастую не согласны с предлагаемой суммой возмещения (размер *Свцаж*) и готовы оспаривать ее в суде, добиваясь существенного ее увеличения. Связано это с тем, что размер возмещения оказывается недостаточным для приобретения нового жилья.

Рассмотрим основные особенности процесса определения *Свцаж*.

Во-первых, оценка рыночной стоимости должна производиться профессиональными оценщиками, имеющими необходимую квалификацию (диплом об образовании в сфере оценочной деятельности, членство в саморегулируемой организации оценщиков, страхование ответственности и начиная с 01.04.2018 – квалификационный аттестат по направлению «Оценка недвижимости»).

Во-вторых, для проведения оценки необходимы следующие документы на жилое помещение:

- свидетельство о ЕГРП на жилое помещение либо выписка ЕГРН;
- технический паспорт помещения;
- технический паспорт аварийного МКД с отметками БТИ о проводимых ремонтах или их отсутствии;
- фотографии.

В-третьих, при проведении оценки должны быть учтены основные ценообразующие характеристики объекта оценки, а именно:

1. Местоположение объекта оценки.
2. Материал стен МКД, в котором расположен объект оценки.
3. Уровень ремонта жилого помещения.
4. Площадь оцениваемого жилого помещения.
5. Этаж расположения.
6. Близость к остановкам общественного транспорта.
7. Физическое состояние МКД.
8. Наличие огороженной территории.
9. Видовые характеристики.

В-четвертых, цена за изымаемое жилье складывается исходя из следующих параметров:

- сложившийся уровень рыночных цен на данное жилье в данном регионе;
- проведенная экспертная оценка, которая учитывает цены на жилье в аналогичных домах;

– не учитывается плохое состояние основной конструкции жилого дома – для оценки выбираются жилые помещения, не находящиеся в аварийном состоянии.

Рассмотрим более детально обозначенные особенности к определению выкупной цены на примере расчета выкупной цены для конкретного жилого объекта в г. Пензе. В качестве примера возьмем расчет *Свцаж* для 2-комнатной квартиры 43,4 кв.м на 1-м этаже жилого дома по адресу: г. Пенза, ул. Беляева, д.3 (рис. 1).



Рис. 1. Фотографии объекта оценки

Данный расчет является авторским, выполнен автором статьи в рамках договора с собственником на оценку рассматриваемого в качестве примера аварийного жилого помещения.

Рассматриваемое жилое помещение расположено в Заводском районе г. Пензы. Структура жилой застройки микрорайона по годам постройки домов представлена на рис. 2.

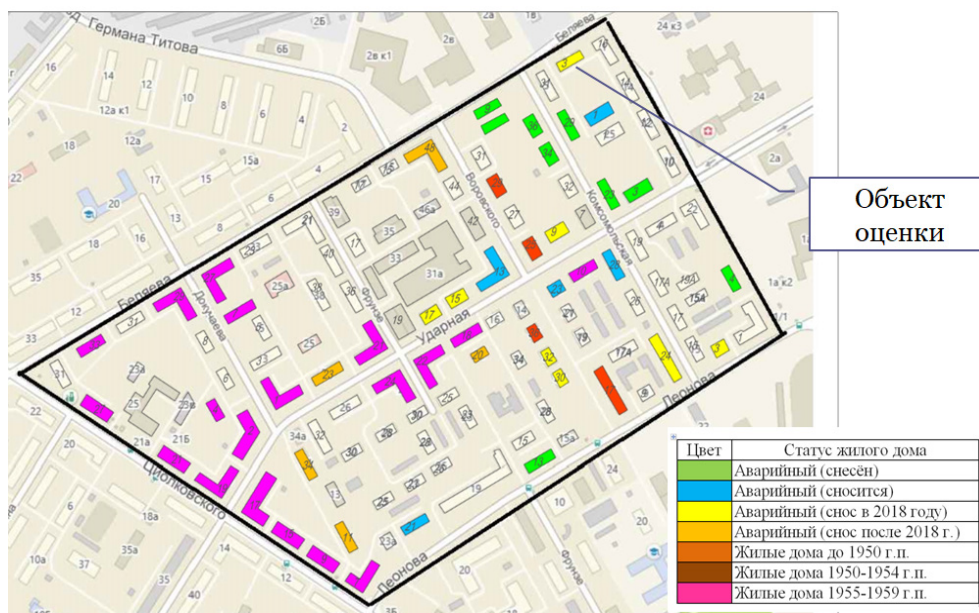


Рис. 2. Микрорайон объекта оценки

Методика оценки выполняется согласно формуле (1) в несколько этапов.

На первом этапе определяется рыночная стоимость объекта – РСж. Расчет ведется сравнительным подходом как наиболее рыночным и единственно подходящим к данному объекту оценки. Отказ от доходного подхода обоснован тем, что квартира используется для проживания. В коммерческих целях не используется. Стоимость объекта, рассчитанная методом сравнимых продаж, составила 1 357 378 руб. или 31 276 руб./кв. м.

На втором этапе определяется стоимость земельного участка (РСдж), где расположен МКД, в котором находится объект оценки. Его стоимость необходимо учесть, так как земельный участок находится в частной собственности собственников квартир МКД (сведения об этом содержатся в правоустанавливающем документе).

В классической ситуации в стоимость квартиры всегда входит стоимость доли земельного участка, относимого к этой квартире как части общей нормативной площади земельного участка, отведенного под МКД. Нормативный размер земельного участка под МКД рассчитывается на основании СП30.101.98 [3].

На практике может возникнуть ситуация, когда фактическая площадь участка оказывается больше нормативной. В таком случае собственники покупаемых квартир могут рассчитывать на дополнительную компенсацию за долю излишнего земельного участка.

Пример расчета сверхнормативной доли участка земли, приходящейся на объект оценки, приведен в табл. 1. Рыночная стоимость доли земельного участка, приходящегося на объект оценки, составила 427 574 руб.

Таблица 1

Расчет стоимости сверхнормативной доли участка земли,
приходящейся на объект оценки

Наименование параметра	Источник данных	Значение параметра	Расчет
1	2	3	4
Общая полезная площадь квартир всего дома	Согласно техническому паспорту жилого дома и данным сайта http://penza-guk.ru/	687,2 кв. м	–
Удельный показатель земельного участка, приходящегося на 1 кв. м общей площади жилых помещений	СП30.101.98 [6]	2,84 кв. м	–
Нормативная площадь земельного участка под МКД, всего	Расчетно	1951,6 кв. м	$2,84 \times 687,2$
Площадь земельного участка под МКД, всего	Согласно данным Росреестра	2502 кв. м	
Сверхнормативная площадь всего	Расчетно	550,4 кв. м	$2502 - 1951,6$
Площадь объекта оценки – <i>Квартира</i>	Свидетельство о ЕГРП	43,4 кв. м	
Доля объекта оценки в общей площади МКД	Расчетно	0,0632	$43,4 / 687,2$

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Сверхнормативная площадь земельного участка, приходящаяся на объект оценки	Расчетно	34,79 кв. м	$550,4 \times 0,0632$
Рыночная стоимость доли земельного участка, приходящейся на объект оценки	Отдельный расчет	427 574 руб.	—
Рыночная стоимость 1 кв. м общей площади объекта оценки	Отдельный расчет	2704 руб./кв. м	—
Рыночная стоимость сверхнормативной доли земельного участка, приходящейся на объект оценки	Расчетно	94 072 руб.	$34,79 \times 2704$

Таким образом, в ходе произведенных расчетов (см. табл. 1) была выявлена сверхнормативная площадь, которая была учтена отдельно. В результате проведенных расчетов средняя стоимость 1 кв.м жилой площади выросла до 39 484 руб., включая все затраты и расходы собственника.

Третий этап – определение стоимости убытков ($\sum U$) в связи с изъятием жилого помещения. Методика расчета убытков представлена в табл. 2.

Таблица 2

Определение стоимости убытков ($\sum U$)

Наименование убытков	Определение убытков	Расчет размера убытков	Размер убытков, руб.
1	2	3	4
Компенсация за непроизведенный капитальный ремонт МКД	Методика согласно [9]		263 395
Компенсация затрат за аренду жилого помещения до приобретения в собственность нового жилья	Компенсация за аренду жилого помещения в течение 2 месяцев (принят на уровне срока экспозиции для аналогичных объектов)	$9700 \cdot 2$	19 400
Компенсация затрат на переезд	Компенсация услуг грузчиков и грузового транспорта	$((400 \cdot 2 \cdot 4) + (250 \cdot 3 \cdot 4))2$	12 400
Компенсация затрат на поиск другого жилого помещения для приобретения права собственности на него	Компенсация за услуги риелторов при покупке нового жилого помещения	Среднерыночная стоимость услуг (анализ рынка)	30 000

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Компенсация затрат на оформление права собственности на другое жилое помещение	Госпошлина – 2000 руб.	2000	2000
	Техпаспорт в БТИ – 1557 руб. по данным БТИ г. Пензы	1557	1557
Итого			328 752
Комиссия за зачисление денежных средств	По данным ЦБ РФ – 0,5 % от размера обналичиваемой (зачисляемой) суммы	(Рыночная стоимость квартиры, земельного участка + убытки п.1-5) · 0,5 %	10 569
ИТОГО Σ			339 321

Таким образом, выкупная стоимость объекта оценки составила

$$1\,357\,378 + (427\,574 + 94\,072) + 339\,321 = 1\,790\,771 \text{ руб.}$$

Эта стоимость соотносится с данными рынка. Для сравнения, выкупная цена, предложенная администрацией г. Пензы собственнику жилого помещения, составила 1 213 500 руб., или 23 800 руб./кв. м по состоянию на май 2017 г. (дата оценки), что было в два раза ниже текущей средней стоимости 1 кв. м вторичного жилья в г. Пензе (рис. 3).

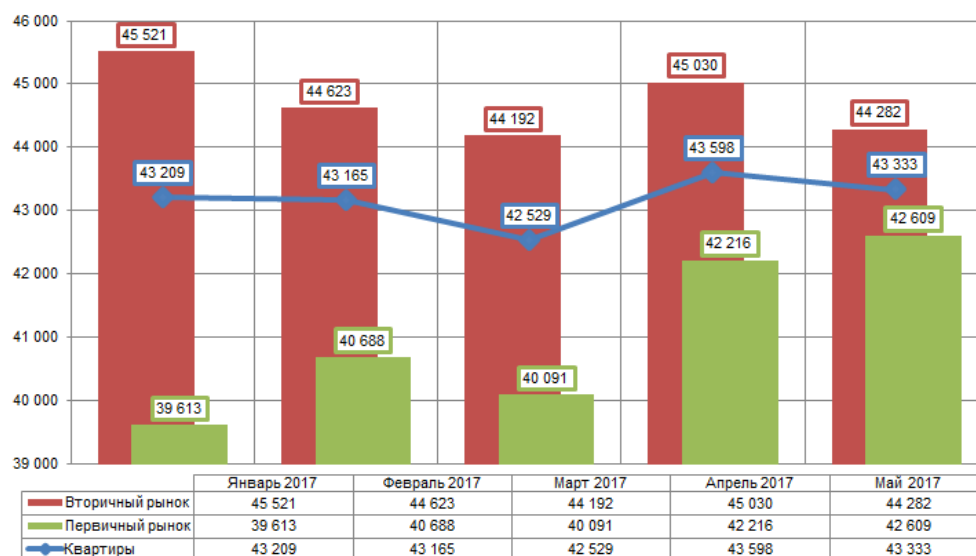


Рис. 3. Средняя цена на жилую недвижимость в г. Пензе в 2017 г., руб./кв. м

Таким образом, предложенная методика расчета *Свцаж* позволила собственнику аварийного жилья увеличить размер выплаты в 1,5 раза и приобрести новое жилье на вторичном рынке в том районе, который он сам выбрал, и в том доме, который его устраивал по всем параметрам.

Заключение

По итогам рассматриваемого проблемного вопроса формирования размера выкупной цены за аварийное жилье можно сделать следующие основные выводы:

- принципы определения *Свцж* законодательно отражены в ч. 7 ст. 32 ЖК РФ [1];
- формула определения выкупной цены $Свцж = РСж + РСдж + \sum U$, включая сумму компенсации за капитальный ремонт;
- единообразный подход к определению *Свцж* позволит избежать некомпенсированных расходов при выселении.

Библиографический список

1. Жилищный кодекс Российской Федерации № 188-ФЗ : [от 29.12.2004 ; ред. от 22.01.2019].
2. Об оценочной деятельности в Российской Федерации : Федер. закон № 135-ФЗ : [от 29.07.1998].
3. СП 30-101-98 Свод правил по проектированию и строительству «Методические указания по расчету нормативных размеров земельных участков в кондоминиумах», дата введения 01.09.1998.
4. О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации : Федер. закон № 73-ФЗ : [от 31 мая 2001 г.].
5. Ширинкин, А. Ю. Определение рыночной величины компенсации за произведенный капитальный ремонт жилого дома при расселении ветхого и аварийного жилья / А. Ю. Ширинкин. – URL: <http://mvm-ocenka.ru/page-new/opredelenie-rynochnoi-velichiny-kompensatsii-za-neproizvedennyi-kapitalnyi-remont-zhilogo-dom-4> (дата обращения: 01.02.2019).

References

1. *Zhilishchnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii № 188-FZ: [ot 29.12.2004; red. ot 22.01.2019]* [Housing code of the Russian Federation № 188-FZ : [from 29.12.2004 ; ed. from 22.01.2009]]. [In Russian]
2. *Ob otsenochnoy deyatel'nosti v Rossiyskoy Federatsii: Feder. zakon № 135-FZ: [ot 29.07.1998]* [About estimated activity in the Russian Federation : Feder. law № 135-FZ : [dated 29.07.1998]]. [In Russian]
3. *SP 30-101-98 Svod pravil po proektirovaniyu i stroitel'stvu «Metodicheskie ukazaniya po raschetu normativnykh razmerov zemel'nykh uchastkov v kondominiumakh», data vvedeniya 01.09.1998* [SP 30-101-98 a Set of rules for design and construction "guidelines on the calculation of the normative dimensions of land plots in condominiums have beautiful pool. max", date of introduction 01.09.1998]. [In Russian]
4. *O gosudarstvennoy sudebno-ekspertnoy deyatel'nosti v Rossiyskoy Federatsii : Feder. zakon № 73-FZ : [ot 31 maya 2001 g.]* [About state forensic activities in the Russian Federation : Feder. law № 73-FZ : [of 31 may 2001]]. [In Russian]
5. Shirinkin A. Yu. *Opredelenie rynochnoy velichiny kompensatsii za neproizvedenny kapital'nyy remont zhilogo doma pri rasselenii vetkhogo i avariynogo zhil'ya* [Determination of the market value of compensation for non-commissioned major repairs of a residential house during the resettlement of dilapidated and dilapidated housing]. Available at: <http://mvm-ocenka.ru/page-new/opredelenie-rynochnoi-velichiny-kompensatsii-za-neproizvedennyi-kapitalnyi-remont-zhilogo-dom-4> (accessed Febr. 01, 2019). [In Russian]

Попова Инна Викторовна

кандидат экономических наук, доцент,
Пензенский государственный
университет архитектуры
и строительства
(Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28)
E-mail: invikt2007@mail.ru

Popova Inna Viktorovna

candidate of economical sciences,
associate professor,
Penza State University of Architecture
and Construction
(28 Germana Titova street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Попова, И. В. Особенности определения выкупной цены аварийного жилья /
И. В. Попова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. –
2019. – № 1-2 (29-30). – С. 33–41.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЦЕН ПРОДАЖ
И АРЕНДНЫХ СТАВОК НА РЫНКЕ
ТОРГОВОЙ НЕДВИЖИМОСТИ**

Т. В. Учинина

**PREDICTION OF VARIATIONS OF SALES PRICES
AND RENTAL BENEFITS IN THE REAL ESTATE MARKET**

T. V. Uchinina

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Рассмотрен метод формирования «коридора» значений рыночной стоимости и стоимости аренды торговой недвижимости на рынке в заданном прогнозном периоде. Для определения указанного диапазона значений необходим анализ рынка торговой недвижимости, при этом период для ретроспективного анализа цен продаж и арендных ставок необходимо брать достаточно длительный, не менее трех лет, что позволит сделать достоверные выводы о колебаниях значений и отбросить те из них, которые находятся вне средних значений диапазона. Целью исследования является формирование перспектив развития рынка торговой недвижимости на основе определения диапазона колебаний рыночной стоимости и арендных ставок. *Материалы и методы.* В качестве применяемых методов исследования использовались подходы, основанные на прогнозировании, экономико-математическом, технико-экономическом, логическом анализах. Базой для формирования «коридора» значений рыночной стоимости и стоимости аренды явился массив информации о ценах арендных ставок и ценах продаж на рынке торговой недвижимости г. Пензы, сгруппированный по периодам с 2013 по 2014 г., с 2015 по 2016 г. и с 2017 по 2018 г. *Результаты.* Представлены результаты расчета средневероятного значения относительного прироста (убыли) цен на продажу и аренду торговой недвижимости, дисперсия этих показателей; стандартного отклонения значений показателей; оптимистичного и пессимистичного ожидания значений показателей в прогнозном периоде. *Выводы.* Крайние ожидаемые значения показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости имеют прикладное значение для оперативного мониторинга и комплексной оценки достижения поставленных целей при управлении торговой недвижимостью, а также при принятии управленческих решений при отчуждении объектов торговой недвижимости либо сдаче их в аренду.

Ключевые слова: торговая недвижимость, рынок торговой недвижимости, прогноз, рыночная стоимость, цена аренды, колебание цен, продажа, аренда.

Abstract. *Subject and goals.* The article describes the method of forming a “corridor” of the values of the market value and the cost of renting commercial real estate on the market in a given forecast period. To determine the specified range of values, an analysis of the retail real estate market is necessary, while the period for retrospective analysis of sales prices and rental rates must be long enough for at least three years, which will make it possible to draw reliable conclusions about fluctuations in values and discard those that are outside the average range values. The aim of the study is to form the prospects for the development of a retail property market based on the determination of the range of fluctuations in market value and rental rates. *Materials and methods.* As applied research methods used approaches based on the use of forecasting, economic-mathematical, technical-economic, logical analysis. The basis for the formation of a “corridor” of the market value and rental value was an array of information on rental rates and sales prices in the retail real

estate market of Penza, grouped by periods from 2013 to 2014, from 2015 to 2016. and from 2017 to 2018. *Results.* The results of the calculation of the average probability of the relative increase (decrease) in prices for the sale and rental of commercial real estate, the variance of these indicators are presented; standard deviation of the values of indicators; optimistic and pessimistic expectations of indicators. *Conclusions.* Extreme expected values of the price fluctuation indicator in the retail real estate market are of practical importance for operational monitoring and comprehensive assessment of the achievement of goals in the management of commercial real estate, as well as in management decisions when disposing of commercial real estate or leasing them.

Keywords: commercial real estate, retail real estate market, forecast, market value, rental price, price fluctuation, sale, rent.

Введение

Актуальность выбранной темы определяется нестабильным состоянием цен на рынке торговой недвижимости. Рыночная стоимость торговых площадей и арендные ставки в значительной степени зависят от внешних факторов: нестабильной экономической ситуации в стране, снижения покупательской способности населения, некачественного управления. Как следствие, наблюдается снижение спроса на арендные торговые площади, что ведет к уменьшению значений цен продаж и арендных ставок. С одной стороны, рынок торговой недвижимости России характеризуется качественным и количественным ростом, с другой – неравномерностью. В кризисное время в 2014–2016 гг. рост показателей рынка коммерческой недвижимости в России замедлился, произошло снижение спроса. В посткризисном периоде происходит постепенная стабилизация, торговая недвижимость является наиболее доходным сегментом коммерческой недвижимости. Исследование проводилось в двух временных периодах: кризисный и посткризисный, с целью сравнения и обобщения рыночной ситуации. Развитие торговой недвижимости России в кризисный период характеризуется увеличением вакантных площадей, а также увеличением предложения недвижимости, что объясняется снижением спроса. В посткризисном периоде по-прежнему наблюдается снижение годового объема ввода торговых площадей, однако в 2019 г. прогнозируется постепенное возвращение к докризисным значениям. В 2017 г. наибольший объем ввода торговых площадей в эксплуатацию принадлежал городам с численностью населения от 500 тыс. до 1 млн человек, эта тенденция продолжает сохраняться и в 2019 г.

Область исследования

В области исследования, характеризующейся экономическими и организационными взаимоотношениями при управлении торговой недвижимостью, а также при проведении операций на рынке недвижимости в указанном сегменте выполнено достаточно научных и прикладных исследований. Значительный и весомый вклад в решение вопросов, связанных с управлением недвижимостью, а также реализацией инвестиционных проектов развития недвижимости, внесли Н. Ю. Улицкая [1], С. А. Баронин [2], В. М. Володин [3], И. В. Попова [4], А. А. Ильин [5, 6], Н. Я. Кузин [7, 8], Ю. О. Смирнова (Толстых) [9, 10] и другие авторы. Однако проведенный обзор и анализ научно-практической литературы по данной тематике показал недостаточную освещенность вопросов прогнозирования рыночной стоимости и арендных ставок на основе статистических методов.

Материалы и методы исследования

Определение диапазона колебаний цен продаж и арендных ставок сводится к пошаговому алгоритму расчета и опирается на статистические методы:

- расчет средневероятного значения интересующего показателя по фактическим данным за ряд лет;
- определение дисперсии этого показателя;
- расчет стандартного отклонения значения показателя;
- выявление оптимистичного и пессимистичного ожидания значения показателя.

В качестве показателя для прогноза диапазона колебаний цен продаж и арендных ставок на рынке торговой недвижимости нами принят ежемесячный относительный прирост (убыль) цен на продажу и аренду торговой недвижимости, выражаемый в процентах. Таким образом, выявив оптимистичное и пессимистичное ожидание значения этого показателя, можно принять верное управленческое решение при отчуждении объектов торговой недвижимости либо сдаче их в аренду [9].

При формировании стоимостного коридора значений цен продаж и арендных ставок на рынке недвижимости большое значение имеет отбор информации о ценах за предыдущие периоды для дальнейшего прогнозирования [6]. Анализ ситуации на рынке торговой недвижимости (цен продаж и арендных ставок) по трем периодам: с 2013 по 2014 г., с 2015 по 2016 г. и с 2017 по 2018 г. в г. Пензе. Данные получены в результате анализа информации о ценах, представленных в открытых источниках (в исследовании использованы данные интернет-источников, возможно также использование данных из печатных изданий).

Для анализа были взяты сходные объекты недвижимости, предлагаемые к продаже на открытом рынке Пензы. Информация, представленная в открытых источниках, отслеживалась в течение 2013–2018 гг. ежемесячно, при обработке массива информации значения цен продаж и арендных ставок представлены для четырех муниципальных районов, однако на рис. 1 и 2 представлены данные в среднем по г. Пензе, поскольку значительного расхождения между значениями в различных районах не наблюдалось. Из ежемесячной выборки исключались объекты с большим (более 30 %) отличием в цене от остальных значений.

Таким образом, можно считать выборку по указанному сайту и за указанный период практически исчерпывающей.

Основные типы торговой недвижимости, представленные в выборке:

1. Streetretail – определено несколько значений данного определения: первое – вид продаж в розницу, когда торговые площади находятся в офисных и жилых зданиях на первых этажах; второе – такой вид торговых площадей, которые находятся на первых этажах зданий и имеют собственный вход и витрины.

2. Торговые центры, торгово-развлекательные центры, торгово-офисные центры, торговые комплексы – группа предприятий торговли, находящихся под управлением как единое целое и расположенных в едином здании либо группе зданий с сообщающимися закрытыми переходами.

3. Отдельно стоящие магазины – стационарное здание или его часть со специальным торговым оборудованием, имеющее предназначение розничной продажи товаров и оказания услуг покупателям, при этом в нем расположены

административно-бытовые, подсобные, торговые помещения, складские помещения для хранения товаров. В магазинах, как правило, отсутствует самообслуживание.

На рис. 1 представлена информация по ценам продаж торговой недвижимости.

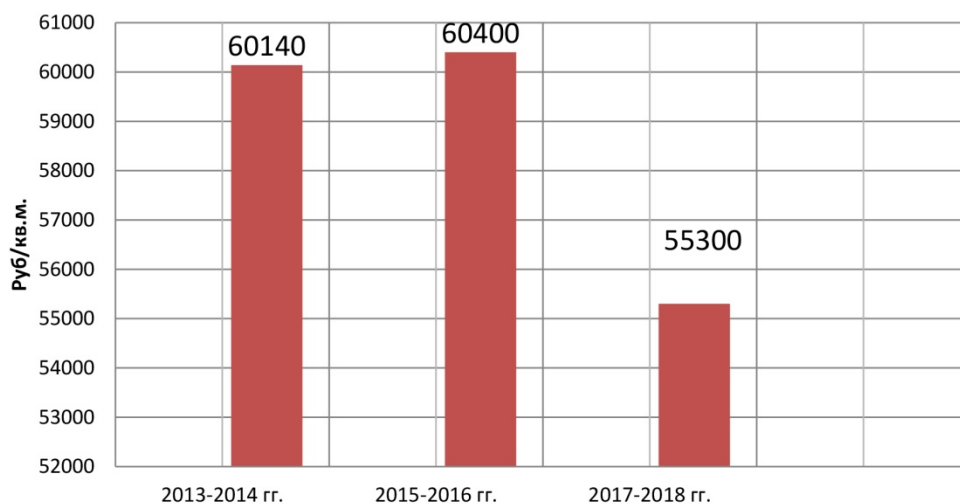


Рис. 1. Цены продаж торговой недвижимости в г. Пензе

Рыночная стоимость 1 кв. м торговых площадей по г. Пензе в 2017–2018 гг. снизилась на 8,44 % по отношению к 2015–2016 гг., по отношению к 2013–2014 гг. – на 8,05 %. В абсолютном выражении снижение составило 5100 руб./кв. м и 4840 руб./кв. м соответственно.

На рис. 2 отражены результаты анализа значений арендных ставок в сегменте торговых площадей.

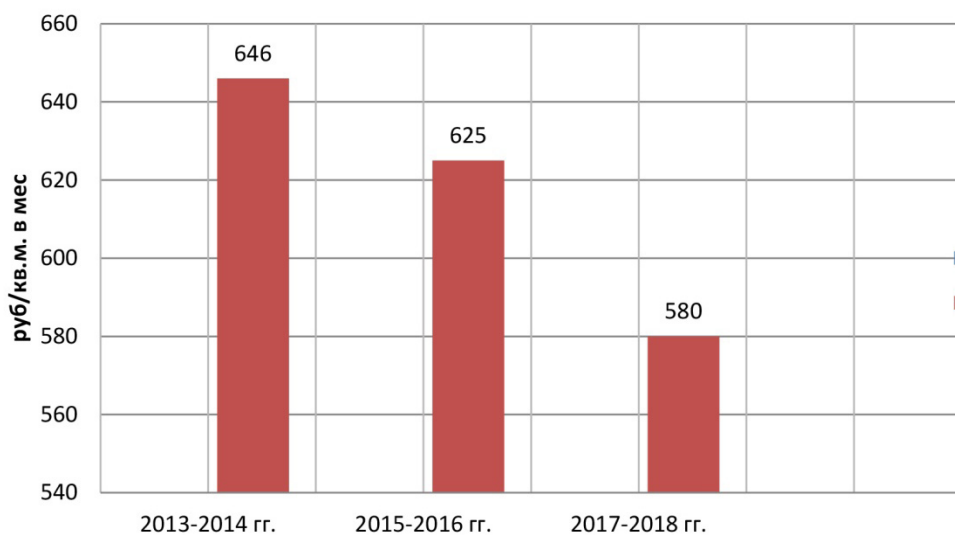


Рис. 2. Цена аренды торговой недвижимости в г. Пензе

В относительном выражении средняя ставка арендной платы в 2017–2018 гг. по сравнению с 2015–2016 гг. понизилась на 7,2 %, по сравнению с 2013–2014 гг. – 10,22 %. В абсолютном выражении получаем 45 руб./кв. м и 66 руб./кв. м соответственно.

Таким образом, стоимость коммерческой недвижимости торгового назначения, а также арендные ставки незначительно изменяются с течением времени, причем за последние два года имеется тенденция к снижению указанных значений. При этом в отношении арендных ставок снижение более значительно.

Для прогнозирования нами рассчитывается ежемесячный относительный и абсолютный прирост (убыль) по исследуемым показателям (цена продажи и цена аренды) (табл. 1, 2). При этом анализ проводится как по районам г. Пензы, так и в целом по городу. Для повышения достоверности исследования использованы данные посткризисного периода, поскольку они отражают более вероятные альтернативы развития рынка торговой недвижимости, так как наблюдается угасание кризисных явлений в экономике РФ.

Таблица 1

Ежемесячный относительный прирост (убыль) цен на продажу
торговой недвижимости, %

Наименование территории	Временной период					
	Ноябрь 2017 г.	Декабрь 2017 г.	Январь 2018 г.	Февраль 2018 г.	Март 2018 г.	Среднее значение
Железнодорожный район	0,00 %	–18,38 %	–11,63 %	–0,42 %	+10,23 %	–5,05 %
Ленинский район	0,00 %	+8,93 %	–39,79 %	+84,05 %	–18,71 %	+8,62 %
Октябрьский район	0,00 %	–4,62 %	–0,32 %	–6,15 %	+1,72 %	–2,34 %
Первомайский район	0,00 %	+15,83 %	–56,67 %	+73,85 %	+22,57 %	+13,89 %
г. Пенза	0,00 %	–0,59 %	–27,60 %	+27,75 %	+1,08 %	+0,16 %

Таблица 2

Ежемесячный абсолютный прирост (убыль) цен
на продажу торговой недвижимости, руб.

Наименование территории	Временной период					
	Ноябрь 2017 г.	Декабрь 2017 г.	Январь 2018 г.	Февраль 2018 г.	Март 2018 г.	Среднее значение
Железнодорожный район	0	–12000	–6200	–200	+4800	–3400,00
Ленинский район	0	+5380	–26100	+33200	–13600	+280,00
Октябрьский район	0	–3000	–200	–3800	+1000	–1500,00
Первомайский район	0	+8200	–34000	+19200	+10200	+900,00
г. Пенза	0	–355	–16625	+12100	+600	+1070,00

Как видно из табл. 1 и 2, в посткризисный период наблюдались следующие тенденции на рынке торговой недвижимости: в Ленинском и Перво-

майском районах прирост цены продаж в среднем за исследуемый период, в Железнодорожном и Октябрьском – снижение. В среднем по г. Пензе наблюдается незначительный рост цен. Данные явления объясняются стабилизацией в экономике и, как следствие, повышением спроса на недвижимость в связи с увеличением покупательской способности граждан.

Таблица 3

Ежемесячный относительный прирост (убыль) цен
на аренду торговой недвижимости, %

Наименование территории	Временной период					
	Ноябрь 2017 г.	Декабрь 2017 г.	Январь 2018 г.	Февраль 2018 г.	Март 2018 г.	Среднее значение
Железнодорожный район	0,00 %	+25,00 %	–30,77 %	–8,89 %	+29,27 %	+3,65 %
Ленинский район	0,00 %	–6,35 %	–20,34 %	+29,79 %	+35,25 %	+9,59 %
Октябрьский район	0,00 %	–15,52 %	+59,18 %	–5,13 %	–18,92 %	+4,90 %
Первомайский район	0,00 %	–5,26 %	0,00 %	0,00 %	+7,41 %	+0,54 %
г. Пенза	0,00 %	–1,30 %	–1,32 %	+2,68 %	+10,22 %	+2,57 %

Таблица 4

Ежемесячный абсолютный прирост (убыль) цен
на аренду торговой недвижимости, руб.

Наименование территории	Наименование временного периода					
	Ноябрь 2017 г.	Декабрь 2017 г.	Январь 2018 г.	Февраль 2018 г.	Март 2018 г.	Среднее значение
Железнодорожный район	0	+130	–200	–40	+120	+3
Ленинский район	0	–40	–120	+140	+215	+49
Октябрьский район	0	–90	+290	–40	–140	+5
Первомайский район	0	–30	0	0	+40	+3
г. Пенза	0	–7,5	–7,5	+15	+58,75	+15

Из табл. 3 и 4 видно, что в посткризисный период наблюдались следующие тенденции на рынке аренды торговой недвижимости: во всех районах стабильное повышение арендных ставок так же, как и по городу в целом. Данные явления объясняются повышением спроса на арендуемые площади в связи с повышением покупательской способности граждан, и как следствие – увеличением числа предпринимателей, готовых арендовать площади.

Результаты исследования

Прогноз проводится для территории г. Пензы без разделения на районы, прогноз действителен в 2019 г.

Прогнозирование цены на продажу торговой недвижимости.

Среднее или наиболее вероятное значение интересующего показателя (СВЗП – имеет еще одно наименование – математическое ожидание показате-

ля: n – количество наблюдений (замеров) показателя; $1/n$ – вероятность проявления фактического значения показателя (P) определяется по формуле

$$СВЗП = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{n} \PhiЗП_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \PhiЗП_i, \quad (1)$$

где $\PhiЗП_i$ – фактическое значение показателя в i -м наблюдении.

Математическое ожидание показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости составляет

$$СВЗП = \frac{1}{4} \times (-0,59) + \frac{1}{4} \times (-27,6) + \frac{1}{4} \times 27,75 + \frac{1}{4} \times 1,08 = 0,25 \times 0,64 = 0,16 \, \%.$$

Значение дисперсии наблюдаемого показателя (α) рассчитывается по формуле

$$\alpha = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{n} (\PhiЗП_i - СВЗП)^2. \quad (2)$$

Значение дисперсии показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости равно:

$$\alpha = 0,25 \left[(-0,59 - 0,16)^2 + (-27,6 - 0,16)^2 + (27,75 - 0,16)^2 + (1,08 - 0,16)^2 \right] = 383,31 \, \%.$$

По формуле (3) ведется расчет стандартного отклонения показателя σ :

$$\sigma = \sqrt{\alpha} = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{n} (\PhiЗП_i - СВЗП)^2}. \quad (3)$$

Значение стандартного отклонения показателя составляет

$$\sigma = \sqrt{383,31} = 19,58 \, \%.$$

Крайние ожидаемые значения показателя (КОЗП) вычисляются по формуле

$$КОЗП = СВЗП \pm \sigma. \quad (4)$$

Крайние ожидаемые значения показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости составляют:

- оптимистичное: $0,16 + 19,58 = 19,74 \, \%$ – возможное увеличение цены;
- пессимистичное: $0,16 - 19,58 = -18,98 \, \%$ – возможное снижение цены.

Прогнозирование цены аренды торговой недвижимости.

Математическое ожидание показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости составляет

$$СВЗП = \frac{1}{4} \cdot (-1,3) + \frac{1}{4} \cdot (-1,32) + \frac{1}{4} \cdot 2,68 + \frac{1}{4} \cdot 10,22 = 0,25 \cdot 10,28 = 2,57 \, \%.$$

Значение дисперсии показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости равняется

$$\alpha = 0,25 \left[(-1,3 - 2,57)^2 + (-1,32 - 2,57)^2 + \right. \\ \left. + (2,68 - 2,57)^2 + (10,22 - 2,57)^2 \right] = 22,16 \, \%$$

Стандартное отклонение показателя составит

$$\sigma = \sqrt{22,16} = 4,71 \, \%$$

Крайние ожидаемые значения показателя колебания цены на рынке торговой недвижимости составляют: оптимистичное: $2,57 + 4,71 = 7,28 \, \%$ – возможное увеличение цены; пессимистичное: $2,57 - 4,71 = -2,14 \, \%$ – возможное снижение цены.

Выводы

Проведенные расчеты показывают, что в ближайший год ожидается рост цен на торговую недвижимость в оптимистичном ожидании на $19 \, \%$, либо снижение цены продажи в пессимистичном ожидании на $18 \, \%$. На рынке аренды ожидается увеличение арендных ставок на $7,28 \, \%$ в оптимистичном ожидании, либо снижение на $2,14 \, \%$ – в пессимистичном.

Библиографический список

1. О необходимости развития инфраструктурного обеспечения российского рынка недвижимости / М. С. Акимова, А. Н. Поршакова, Н. Ю. Улицкая, С. В. Старостин, В. С. Оцоколич // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 12-2 (41-2). – С. 956–959.
2. Баронин, С. А. Управление в развитии недвижимости : учеб. пособие / С. А. Баронин, С. Н. Попельнюхов, И. В. Попова, Е. В. Тарханова. – Пенза, 2012.
3. Володин, В. М. Специфические формы финансирования инновационных проектов в России. / В. М. Володин, С. С. Солдатова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. – 2017. – № 1 (5). – С. 24–31.
4. Воронцова, Д. С. Исследование тенденций развития рынка торговых центров в России / Д. С. Воронцова, И. В. Попова, А. А. Кутузова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 678.
5. Ильин, А. А. Разработка стратегии управления развитием объектов торговой недвижимости : автореф. дис. ... канд. экон. наук / Ильин А. А. – Москва, 2012.
6. Красовская, Е. А. Торговая коммерческая недвижимость города Оренбурга: реалии и перспективы : монография / Е. А. Красовская, А. М. Ситжанова. – Оренбург, 2014.
7. Кузин, Н. Я. Основные задачи и функции фасилити менеджмента в процессе технической эксплуатации объектов коммерческой недвижимости / Н. Я. Кузин, Н. М. Люлькина, В. С. Люлькин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6 – С. 589.
8. Люлькин, В. С. Управление и техническая эксплуатация крупных объектов коммерческой недвижимости (торговых центров) : монография / В. С. Люлькин, Н. Я. Кузин, Н. М. Люлькина. – Пенза, 2016.
9. Медведева, Е. Н. Анализ тенденций и особенностей развития торговой недвижимости в г. Пензе / Е. Н. Медведева, К. А. Глухова, Т. В. Учинина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1 – С. 780.
10. Танаева, Т. Н. Особенности формирования рынка и позиционирования торговых объектов в г. Пензе / Т. Н. Танаева, Ю. О. Толстых, А. А. Кашежева, Т. В. Учинина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 414.

References

1. Akimova M. S., Porshakova A. N., Ulitskaya N. Yu., Starostin S. V., Otsokolich V. S. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and business]. 2013, no. 12-2 (41-2), pp. 956–959. [In Russian]
2. Baronin S. A., Popel'nyukhov S. N., Popova I. V., Tarkhanova E. V. *Upravlenie v razvitii nedvizhimosti: ucheb. posobie* [Management in real estate development : studies. benefit]. Penza, 2012. [In Russian]
3. Volodin V. M., Soldatova S. S. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Ekonomicheskie nauki* [University proceedings. Volga region. Economic sciences]. 2017, no. 1 (5), pp. 24–31. [In Russian]
4. Vorontsova D. S., Popova I. V., Kutuzova A. A. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015, no. 1-1, p. 678. [In Russian]
5. Il'in A. A. *Razrabotka strategii upravleniya razvitiem ob"ektov trgovoy nedvizhimosti: avtoref. dis. kand. ekon. nauk* [Development of management strategy for the development of commercial real estate : autoref. dis. ... kand. econ. sciences]. Moscow, 2012. [In Russian]
6. Krasovskaya E. A., Sitzhanova A. M. *Torgovaya kommercheskaya nedvizhimost' goroda Orenburga: realii i perspektivy: monografiya* [Commercial real estate in Orenburg: realities and prospects : monograph]. Orenburg, 2014. [In Russian]
7. Kuzin N. Ya., Lyul'kina N. M., Lyul'kin V. S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014, no. 6, p. 589. [In Russian]
8. Lyul'kin V. S., Kuzin N. Ya., Lyul'kin N. M. *Upravlenie i tekhnicheskaya ekspluatatsiya krupnykh ob"ektov kommercheskoy nedvizhimosti (torgovykh tsentrov): monografiya* [Management and technical operation of large commercial real estate objects (shopping centers) : monograph]. Penza, 2016. [In Russian]
9. Medvedeva E. N., Glukhova K. A., Uchinina T. V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015, no. 1-1, p. 780. [In Russian]
10. Tanaeva T. N., Tolstykh Yu. O., Kashezheva A. A., Uchinina T. V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014, no. 5, p. 414. [In Russian]

Учинина Татьяна Владимировна

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра экспертизы и управления
недвижимостью,
Пензенский государственный
университет архитектуры
и строительства
(Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28)
E-mail: tatiana-Vladim@yandex.ru

Uchinina Tatyana Vladimirovna

candidate of economical sciences,
associate professor,
sub-department of expertise
and real estate management,
Penza State University of Architecture
and Construction
(28 Germana Titova street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Учинина, Т. В. Прогнозирование колебаний цен продаж и арендных ставок на рынке торговой недвижимости / Т. В. Учинина // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 42–50.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА УРОВЕНЬ
ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Е. В. Ширинкина

**MODELING OF THE INFLUENCE OF THE COMPONENTS
OF HUMAN CAPITAL ON THE LEVEL OF DIGITIZATION
OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

E. V. Shirinkina

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Актуальность исследования обусловлена тем, что сегодня применение цифровых технологий воспринимается топ-менеджментом многих российских компаний все еще как сугубо технологическая задача, в то время как смысл происходящей цифровизации состоит в том, что меняются не столько технологии, сколько сама система управления человеческим капиталом и организации деятельности самой компании. Авторами проведена оценка влияния отдельных компонентов человеческого капитала на цифровую и общую результативности промышленных компаний методом моделирования структурных уравнений. *Материалы и методы.* Эмпирической базой послужили данные опроса 75 предприятий. В фокусе исследования представлены такие теоретические конструкции, как цифровая культура, практики управления человеческим капиталом, а также цифровые знания сотрудников. *Результаты и выводы.* Выдвинуты и подтверждены гипотезы исследования. Данное исследование позволит предприятиям определить пути для выработки правильной стратегии управления человеческим капиталом как важного фактора конкурентоспособности в цифровой экономике.

Ключевые слова: цифровая экономика, человеческий капитал, цифровые знания, цифровая культура, уровень цифровизации, метод моделирования структурных уравнений.

Abstract. The relevance of the study is due to the fact that today the use of digital technologies is perceived by top management of many Russian companies as a purely technological task, while the meaning of the digitalization that is taking place is that not so much technology changes as the system of human capital management and organization the company itself. Thing. The authors assessed the impact of individual components of human capital on the digital and general performance of industrial companies using structural equation modeling. The empirical base was the survey data of 75 enterprises. The study focuses on such theoretical constructs as digital culture, human capital management practices, as well as digital knowledge of employees. Results. The hypotheses of the research have been put forward and confirmed. Findings. This study will allow enterprises to identify ways to develop the right strategy for managing human capital as an important competitive factor in the digital economy.

Keywords: digital economy, human capital, digital knowledge, digital culture, digitalization level, structural equations modeling method.

Введение

Цифровизация является фактором конкурентоспособности предприятий, благодаря чему им удастся сократить затраты до 25 %, поэтому в условиях международной конкуренции промышленным компаниям необходимо

активно внедрять цифровые технологии и, как следствие, новые подходы в управлении человеческим капиталом с позиции развития организационной цифровой культуры и цифровых знаний. Сегодня применение цифровых технологий воспринимается топ-менеджментом многих российских компаний все еще как сугубо технологическая задача. В то время как смысл происходящей цифровизации состоит в том, что меняются не столько технологии, сколько сама система управления человеческим капиталом и организации деятельности самой компании [1, 2].

Очевидно, что при планировании эффективной стратегии управления человеческим капиталом в условиях цифровизации бизнес-процессов необходимо интегрировать структурные и социальные компоненты, однако актуальным остается вопрос об эмпирической оценке влияния таких компонентов человеческого капитала, как культура цифровизации, практика стратегии управления человеческим капиталом, накопленные знания в области цифровых технологий на цифровую и общую результативность промышленных компаний.

Модель для эмпирического анализа предполагаемых гипотез

Первой гипотезой для дальнейшего эмпирического анализа выдвигается утверждение:

H1: уровень цифровизации компании имеет значимую взаимосвязь с общей организационной цифровой культурой, выраженной через увеличение продаж, снижение ресурсо- и трудоемкости, появление новых потребителей, появление новых продуктов, услуг и возможностей.

Организационная цифровая культура включает в себя такие ценности, как новизна и цифровые инновации, а также цифровые технологии, ориентированные на повышение экономической эффективности. Каждый из ее элементов имеет стратегическое основание, тогда как само понятие организационной культуры является предметом отдельного изучения [3]. В данном исследовании важным является ее проекция на стратегию управления человеческим капиталом. Исследованием элементов организационной культуры в управлении человеческим капиталом занимался Schulze и др., которые выделяют такие ее элементы, как обучение, мотивация и внутренняя коммуникация [4]. С целью формулирования особого элемента общей организационной культуры, относящейся к принципам управления человеческим капиталом мы применяем термин «цифровая культура», под которой понимаем внутренние ценности и ожидания, разделяемые сотрудниками и направленные на развитие и практическую реализацию цифровизации для системного достижения общей результативности компании. Следовательно, следующая гипотеза для проверки сформулирована следующим образом:

H2: между цифровой культурой и результативностью производства существует значимая взаимосвязь.

H3: существует значимая взаимосвязь между цифровой культурой и общей организационной результативностью.

Практики управления человеческими ресурсами включают в себя весь комплекс прикладных технологий планирования, организации, контроля и мотивации сотрудников в целях эффективной работы предприятия, которые реализуются на системной основе.

Эмпирические работы говорят о разной степени влияния практик управления человеческим капиталом на уровень цифровизации промышлен-

ности. Например, зарубежные ученые Л. Ли, Ф. Су, В. Жанг, Li L. Mao, F. Su, W. Zhang, Дж. Мао на примере предприятий среднего и малого бизнеса не находят значимой взаимосвязи между стратегией управления человеческими ресурсами и цифровой стратегией, а также уровнем цифровизации, однако акцентируют внимание на создании бизнес-команды нового мышления и организационной культуры [5]. Таким образом, следующие гипотезы формулируются:

Н4: между практиками управления человеческим капиталом и уровнем цифровизации производства существует значимая взаимосвязь.

Н5: существует значимая взаимосвязь между практиками управления цифровым человеческим капиталом и общей организационной результативностью.

Инструменты управления цифровым человеческим капиталом, объединяющие такие социальные компоненты, как концепция цифровой культуры и практики управления человеческим капиталом, а также структурные компоненты, представленные в виде организационно-управленческих подходов к управлению новыми цифровыми знаниями и к проблематике знанийых границ и имеющие определенный вклад в результативность компании.

Ф. Necklau, М. Galeitzke, S. Flachs, Н. Kohl утверждают: «...Чтобы справиться с проблемами знаний и компетенции, связанными с новыми цифровыми технологиями и процессами промышленности в производственных компаниях, необходимы новые стратегические подходы к комплексному управлению человеческими ресурсами» [6], однако исследования ведутся только в русле стратегического подхода к повышению квалификации сотрудников.

О необходимости массового переобучения высвобождаемой рабочей силы свидетельствуют исследования Н. Sirkin, М. Zinser, J. Rose [7], речь идет прежде всего о развитии навыков использования цифровых знаний, которые позволяют работникам адаптироваться к изменившимся рабочим процессам и требованиям работодателей. На основе рассмотренных исследований формулируем следующую гипотезу для проверки:

Н6: существует значимая взаимосвязь между цифровыми знаниями и уровнем цифровизации бизнес-процессов.

Общая модель для эмпирического анализа предполагаемых гипотез приведена на рис. 1.

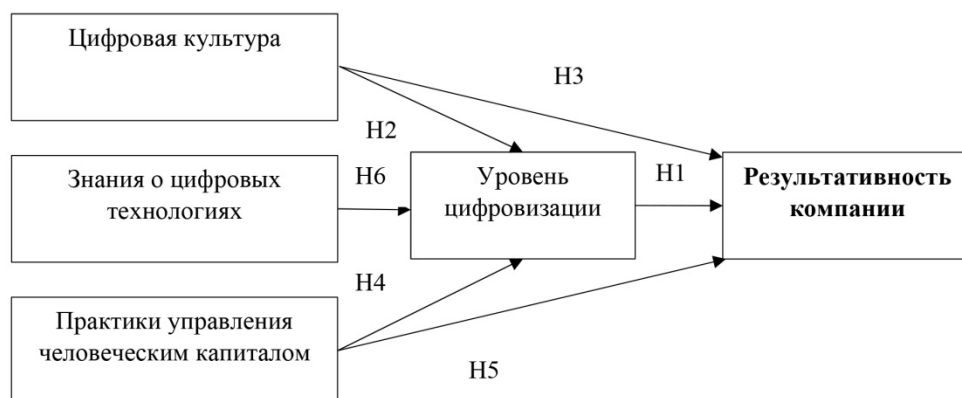


Рис. 1. Теоретическая модель взаимосвязи цифровой культуры, практик управления человеческим капиталом, знаниями о цифровых технологиях, уровнем цифровизации и результативностью компаний

Материалы и методы исследования

С целью проведения эмпирического анализа на проверку сформулированных гипотез используется метод моделирования структурных уравнений (МСУ), который является эффективным методом количественного исследования неявных теоретических конструкций в современных социальных исследованиях при проверке соответствия теоретических моделей существующей практике в целом. Метод моделирования структурных уравнений представляет собой синтез таких методов, как конфирматорного факторного анализа и регрессионного, позволяющих проводить исследования в различных направлениях [8].

Переменные для моделирования. Вопросы по организационной культуре, цифровой культуре и практикам обучения были адаптированы из исследования ученых Высшей школы экономики [9]. Перечень вопросов, применявшихся для их измерения, был закодирован (см. табл. 1).

Сбор данных. Осуществлялся в результате опроса предприятий, всего было опрошено 75 предприятий. Использовались несколько методов сбора информации: онлайн-опрос, телефонное и личное интервью. Телефонное и личное интервью проводились совместно с Центром социологических и маркетинговых исследований. Онлайн-опрос проходил по полуформализованной анкете.

Для определения объема репрезентативной выборки приняты следующие параметры с доверительной вероятностью – 95 %; доверительным интервалом или погрешностью – 5 %; объемом генеральной совокупности – 3183 респондента. Для расчетного объема выборки принято 1500 человек, на 75 предприятиях роздано по 20 анкет. В ходе первоначального этапа статистического исследования 330 анкет оказались незаполненными полностью и, таким образом, невалидными, в итоге валидность составляет 78 %, что является хорошим результатом, поскольку в аналогичных зарубежных обследованиях уровень «возврата» составляет порядка 45 % [10].

Методология исследования. На первом этапе для изучения структуры взаимосвязи переменных при моделировании проведен факторный анализ для определения величины факторных нагрузок каждой переменной.

Факторные нагрузки, представленные в матрице компонентов, интерпретируются по абсолютной величине, чем больше значение нагрузки, тем больше переменная коррелирует с фактором, и тем больше переменная обусловлена этим фактором. Метод главных компонентов позволяет определить, сколько факторов брать, поскольку их количество заранее неизвестно. В факторном анализе важным понятием является общность – это часть дисперсии переменных, объясняемая главными компонентами, т.е. факторами, и вычисляется суммой квадратов нагрузок по строке. Для этого используем вращение при факторном анализе. Данное вращение необходимо, чтобы определить наибольшее значение переменной по одному фактору и наименьшее – по другому фактору, ибо важно, чтобы одна и та же переменная не нагружала остальные факторы, она должна нагружать только один фактор. Таким образом, используем вращение варимакс с нормализацией Кайзера. Перевернутая матрица позволяет определить, какие переменные нагружают каждый фактор, при этом нагрузка считается нормальной от 0,4. Полученные результаты позволяют интерпретировать следующим образом: первый фактор нагружен

всеми переменными, кроме PERF_10 и DIGITAL_CULT_18. Показатели меры адекватности выборки Кайзера – Мейера – Олкина (КМО) и критерий Альфа Кронбаха свидетельствуют об адекватности результатов проведенного факторного анализа (табл. 1).

Таблица 1

Результаты факторного анализа (составлено автором)

Фактор	Код переменной	Среднее значение	Средне-квадратичное отклонение	Число наблюдений N	Альфа Кронбаха
Цифровая культура	DIG_CULT_8	9,23	1,718	1170	0,753
	DIGITAL_CULT_18	4,20	2,200	1170	0,769
Знания о цифровых технологиях	DIG_KNOW_14	4,47	1,660	1170	0,775
	DIGIT_KNOW_16	7,85	5,720	1170	0,827
Практики управления человеческим капиталом	HUM_CAP_9	4,26	1,376	1170	0,757
	HUM_CAPIT_15	9,23	1,718	1170	0,758
	HUM_CAPITAL_17	6,76	3,273	1170	0,774
Уровень цифровизации	DIG_TEHC_7	9,23	1,718	1170	0,758
	DIG_TEHCN_12	15,49	4,805	1170	0,728
	DIGIT_TECH_13	9,23	1,718	1170	0,758
Результативность компании	PERFE_11	2,66	1,581	1170	0,789
	PERF_10	2,29	1,414	1170	0,790
	PER_19	4,26	1,376	1170	0,790

По значению показателей факторных нагрузок очевидно, что в цифровой культуре значительная роль отводится направлениям компании, которые были реализованы для собственных нужд по внедрению цифровых решений в течение последних 3 лет, а также понимание наиболее серьезных факторов, препятствующих для повышения цифровизации компании. В области знаний о цифровых технологиях значимым является уровень информированности о перспективах развития различных направлений цифровых технологий. В практиках управления человеческим капиталом важным являются главные инициаторы реализации проекта по внедрению цифровых решений и наличие документально оформленной стратегии управления человеческим капиталом при переходе на новые цифровые технологии (программы, плана, дорожной карты и т.п.) на ближайшие 5 лет. По уровню цифровизации компании факторной нагрузки можно судить о положительном результате от реализации проекта по внедрению цифровых решений, а также технологических направлениях, оказывающие влияние на бизнес компании уже сегодня.

Для определения влияния факторов на результативность компании построим путевую диаграмму, используя приложение к SPSS Amos, с расчетом стандартизированных коэффициентов, коэффициентов парных регрессий между переменными и факторами, показателей качества модели (рис. 2).

В представленной путевой модели со стандартизированными коэффициентами овалами обозначены факторы – неявные переменные; прямоугольниками – явные переменные; линии с двойными стрелками обозначают ковариацию факторов; линии с одинарными стрелками – направление взаимосвязи.

Очевидно, что все коэффициенты стандартизованы, а значит, пригодны для сравнения между собой. Величина показателей качества или согласия данной модели свидетельствует, что значимость полученных результатов является приемлемой.

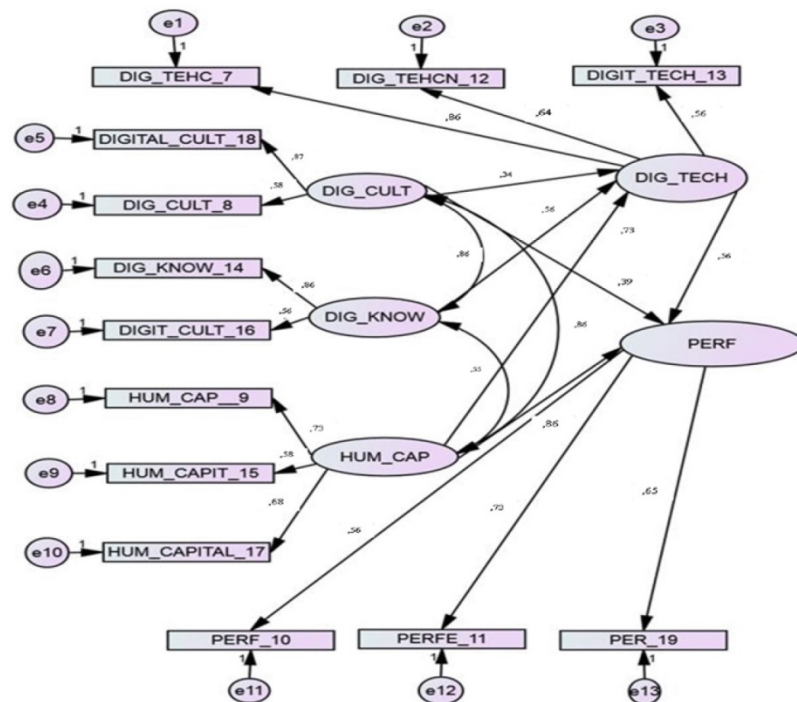


Рис. 2. Путьевая модель со стандартизованными коэффициентами эмпирической оценки методом моделирования структурных уравнений (источник: составлено автором с помощью программного обеспечения SPSS AMOS)

Результаты исследования

Таким образом, можно говорить о следующих результатах проверки гипотез, выдвинутых в данном исследовании.

Гипотеза Н1 опровергнута. Несмотря на ожидания, значимой взаимосвязи между уровнем цифровизации и общей результативностью компании не обнаружено, это, возможно, обусловлено тем, что в обследованных компаниях недостаточно четко воспринимаются специалистами и менеджерами по информационным технологиям проблемы недостаточного уровня цифровизации и в большинстве случаев пока не являются объектом стратегического планирования.

Гипотеза Н2 опровергнута. Не обнаружено значимой связи между организационной цифровой культурой и уровнем цифровизации, что объясняется низким уровнем вовлеченности сотрудников в проектную деятельность по освоению цифровых технологий. Цифровизация бизнес-процессов даст толчок общему усложнению всех профессий, с одной стороны, высвобождая время сотрудников для решения более сложных и творческих задач, с другой – существенно повышая требования к их квалификации. Следствием этого ста-

нет распространение нового подхода к распределению ответственности в противовес действовавшему долгое время принципу «1 человек – 1 задача»: один работник или небольшая команда. Поэтому в составе принципов организационной культуры является умение работать в команде [11], где необходимо отвечать за комплексный процесс/продукт или несколько процессов разного профиля. Как следствие все большего проникновения алгоритмов и компьютерных решений произойдет переориентация потребностей рынка труда на «человеческое в человеке», на творческое начало, на культурные, ценностные аспекты взаимодействия – все то, что машины не могут реализовать.

Гипотеза Н3 подтверждена. Цифровая организационная культура влияет на общую результативность компании, при этом особая роль отводится информированности специалистов компаний об имеющихся на рынке цифровых предложениях, об опыте реализации цифровых проектов другими компаниями, о полученных ими при этом эффектах, а также инициировании топ-менеджмента по реализации цифровых проектов.

Гипотеза Н4 подтверждена. Существующие практики управления человеческим капиталом преимущественно влияют на уровень цифровизации, в составе важных переменных является квалификация сотрудников. В компаниях с низким уровнем цифровизации в качестве препятствующего фактора в 33 % случаях отмечается низкая квалификация персонала. Почти вдвое чаще компании на ранней стадии развития сталкиваются с проблемой высокой затратности эксплуатации систем (82 % против 41–45 % у других компаний). Получается, что если разово они и могут вложиться в проект, то расходы на постоянное поддержание функционирования системы для них могут стать серьезным препятствием. «Новички» ограничены в возможностях расширения цифровых проектов и в силу низкой развитости инфраструктуры (71 % против 38–45 % у других компаний), а также нежелания сотрудников менять привычные формы работы (59 % против 34–29 % у других компаний).

Гипотеза Н5 опровергнута. Установлена значимая устойчивая взаимосвязь влияния практик управления человеческим капиталом на общую результативность компании, поскольку данный показатель преимущественно обусловлен другими факторами, такими как влияние рыночных, общеэкономических, политических, а также производственным, финансовым и инвестиционным менеджментом. Вместе с тем это обусловлено и тем, что лишь 12 % компаний имеют стратегию управления человеческим капиталом при переходе на новые цифровые технологии на ближайшие 5 лет в виде отдельного документа. Если присовокупить к этому числу еще компании, которые такую стратегию как отдельный документ не имеют, но она, по крайней мере, выделена в отдельный раздел, то в сумме мы получим 17 % (12 % + 5 %) компаний, которые в том или ином виде оформили стратегию управления человеческим капиталом при переходе на новые цифровые технологии. Ровно столько же (17 %) вообще не планируют применять цифровые технологии в ближайшие 5 лет. Более четверти компаний (27 %) включают применение цифровых технологий только в оперативное планирование в пределах года. Примерно столько же (26 %) не выделяют «цифровизацию» в отдельное направление или самостоятельный раздел, но так или иначе учитывают возможность применения цифровых технологий (или в качестве самостоятельных проектов – 12 %, или в рамках реализации долгосрочных инвестиционных проектов – 14 %).

Гипотеза Н6 подтверждена. Имеется значимое устойчивое влияние цифровых знаний на уровень цифровизации компании. Чуть более трети респондентов (37 %) считают, что специалисты их компании располагают всей необходимой информацией о развитии цифровых технологий и хорошо понимают степень их возможного влияния на бизнес компании. Четверть от числа опрошенных (25 %) в меньшей степени уверены в информированности своих специалистов и их способности для оценки степени возможного влияния цифровых технологий на деятельность предприятий. Таким образом, не менее 2/3 респондентов (суммарно – 62 %) дают достаточно высокие оценки уровня осведомленности и компетентности своих сотрудников в вопросе оценки влияния цифровых технологий на деятельность предприятий. В ходе интервью представители компаний также отмечали, что они вполне удовлетворены объемом имеющейся у них информации по цифровым технологиям и хорошо понимают их возможное влияние на бизнес компании.

Выводы

Как показал анализ практики управления человеческим капиталом, что лишь 12 % компаний имеют стратегию управления человеческим капиталом при переходе на новые цифровые технологии на ближайшие 5 лет в виде отдельного документа. Вопреки ожиданиям не обнаружено значимой связи между организационной цифровой культурой и уровнем цифровизации, что объясняется низким уровнем вовлеченности сотрудников в проектную деятельность по освоению цифровых технологий, но цифровая организационная культура влияет на общую результативность компании, при этом особая роль отводится информированности специалистов компаний об имеющихся на рынке цифровых предложениях, об опыте реализации цифровых проектов другими компаниями, о полученных ими при этом эффектах, а также инициирование топ-менеджмента по реализации цифровых проектов.

В данном исследовании мы также не затронули вопросы цифровой защищенности компаний и сотрудников как способ минимизации риска. Экономическая безопасность, к которой в первую очередь относятся выявление и предотвращение мошенничества и которая непосредственно связана с кибербезопасностью, а также обеспечением неприкосновенности частной жизни (защита систем от взлома с целью кражи средств или получения закрытой информации). Сегодня применение цифровых технологий становится делом не только специально назначенных для этого ИТ-специалистов, а всех сотрудников компании, начиная с генерального директора и заканчивая рядовыми исполнителями и рабочими.

Данное исследование позволит предприятиям определить пути для выработки правильной стратегии управления человеческим капиталом как важного фактора конкурентоспособности в цифровой экономике.

Библиографический список

1. Кельчевская, Н. Р. Особенности управления человеческим капиталом на предприятиях в условиях цифровой экономики / Н. Р. Кельчевская, Е. В. Ширинкина // *Инновации в менеджменте*. – 2018. – № 18. – С. 24–31.
2. Ширинкина, Е. В. Идентификация и оценка факторов среды формирования человеческого капитала / Е. В. Ширинкина // *Современная научная мысль*. – 2016. – № 6. – С. 144–150.

3. Shirinkina, E. Management of human capital in the national economy: Estimation and simulation / E. Shirinkina, A. Kodintsev // *Revista Espacios*. – 2018. – Vol. 39, № 44. – P. 28.
4. Schulze, M. Energy management in industry – a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework / M. Schulze, H. Nehler, M. Ottosson, P. Thollander // *Journal of Cleaner Production*. – 2015. – № 112. – 13/14. – P. 3692–3708.
5. Li, L. Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective / L. Li, F. Su, W. Zhang, J.-Y. Mao // *Information Systems Journal*. – 2018. – № 28 (6). – P. 1129–1157.
6. Hecklau, F. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry. 4.0 / F. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs, H. Kohl // *Procedia CIRP*. – 2016. – № 54. – P. 1-6.
7. Sirkin, H. The Robotics Revolution. The Next Great Leap in Manufacturing / H. Sirkin, M. Zinser, J. Rose. – Boston : BCG. – 2015. – 28 p.
8. Babin, B. J. Structural equation modeling in social science research / B. J. Babin, G. Svensson // *European Business Review*. – 2012. – № 24-4. – P. 320–330.
9. Digital economy: global trends and Russian business practice. National Research University Higher School of Economics. – URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/175985858/?>
10. Kagaari, J. Performance management practices? employee attitudes and managed performance / J. Kagaari, J. C. Meunene, J. M. Ntayi // *International Journal of Educational Management*. – 2010. – № 24 (6) – P. 507–530.
11. Ширинкина, Е. В. Трансформация принципов управления человеческим капиталом в условиях развития цифровой экономики / Е. В. Ширинкина // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право»*. – 2019. – Т. 29, № 1. – С. 55–61.

References

1. Kel'chevskaya N. R., Shirinkina E. V. *Innovatsii v menedzhmente* [Innovations in management]. 2018, no. 18, pp. 24–31. [In Russian]
2. Shirinkina E. V. *Sovremennaya nauchnaya mysl'* [Modern scientific thought]. 2016, no. 6, pp. 144–150. [In Russian]
3. Shirinkina E., Kodintsev A. *Revista Espacios* [Space Magazine]. 2018, vol. 39, no. 44, p. 28.
4. Schulze M., Nehler H., Ottosson M., Thollander P. *Journal of Cleaner Production*. 2015, no. 112, 13/14, pp. 3692–3708.
5. Li L., Su F., Zhang W., Mao J.-Y. *Information Systems Journal*. 2018, no. 28 (6), pp. 1129–1157.
6. Hecklau F., Galeitzke M., Flachs S., Kohl H. *Procedia CIRP*. 2016, no. 54, pp. 1–6.
7. Sirkin H., Zinser M., Rose J. *The Robotics Revolution. The Next Great Leap in Manufacturing*. Boston: BCG, 2015, 28 p.
8. Babin B. J., Svensson G. *European Business Review*. 2012, no. 24-4, pp. 320–330.
9. *Digital economy: global trends and Russian business practice. National Research University Higher School of Economics*. Available at: <https://docviewer.yandex.ru/view/175985858/?>
10. Kagaari J., Meunene J. C., Ntayi J. M. *International Journal of Educational Management*. 2010, no. 24 (6), pp. 507–530.
11. Shirinkina E. V. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Ekonomika i pravo»* [Bulletin of the Udmurt University. Series "Economics and law"]. 2019, vol. 29, no. 1, pp. 55–61. [In Russian]

Ширинкина Елена Викторовна

кандидат экономических наук, доцент,
заведующий кафедрой менеджмента
и бизнеса,
Сургутский государственный
университет Ханты-Мансийского
автономного округа – Югры
(Россия, г. Сургут, ул. Ленина, 1)
E-mail: shirinkina86@yandex.ru

Shirinkina Elena Viktorovna

candidate of economic sciences,
associate professor,
head of sub-department
of management and business,
Surgut State University of the Khanty-
Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra
(1 Lenin street, Surgut, Russia)

Образец цитирования:

Ширинкина, Е. В. Моделирование влияния компонентов человеческого капитала на уровень цифровизации промышленных предприятий / Е. В. Ширинкина // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 51–60.

К ВОПРОСУ О МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

С. Л. Полуэктова, И. Н. Якунина, Е. А. Колесниченко

ON THE ISSUE OF MODERNIZATION OF HIGH-PERFORMANCE JOBS IN THE SYSTEM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

S. L. Poluektova, I. N. Yakunina, E. A. Kolesnichenko

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Рассматривается концепция устойчивого развития социально-экономических систем через призму решения вопросов повышения производительности труда. Анализируется содержание понятия «высокопроизводительные рабочие места», а также методика их выявления и учета в российской экономике. Определена значимость создания высокопроизводительных рабочих мест для решения проблем обеспечения устойчивого развития социально-экономических систем. *Материалы и методы.* Особое внимание уделяется действующей в настоящее время методике расчета показателя по приросту высокопроизводительных рабочих мест. В качестве критерия для отбора организаций (предприятий), имеющих высокопроизводительные рабочие места, устанавливается пороговое значение среднемесячной заработной платы работников на одно замещенное рабочее место, дифференцированное по типам предприятий и субъектам Российской Федерации. *Результаты.* Отмечено, что при такой методике уменьшение числа высокопроизводительных рабочих мест наблюдается в основном на многотерриториальных предприятиях и их обособленных подразделениях. Проблема заключается в том, что при определении высокопроизводительного места для многотерриториальных предприятий устанавливается пороговое значение по заработной плате по видам экономической деятельности в среднем по России. При условии, если заработная плата на многотерриториальных предприятиях, осуществляющих свою деятельность на территории региона, не перекрывает пороговое значение заработной платы по виду экономической деятельности по Российской Федерации, предприятие со всей среднесписочной численностью не включается в число высокопроизводительных рабочих мест. *Выводы.* Обосновано, что в рамках концепции устойчивого развития социально-экономических систем должны быть пересмотрены подходы к современной инвестиционной политике не только на федеральном, но и на региональном уровне в части ее переориентации на развитие числа высокопроизводительных рабочих мест. Формирование системы высокопроизводительных рабочих мест на российском рынке, в свою очередь, будет способствовать повышению конкурентоспособности российской продукции, снижению издержек производства и дифференциации населения по уровню и качеству жизни, что и будет способствовать обеспечению устойчивого развития.

Ключевые слова: социально-экономическая система, устойчивое развитие, производительность труда, высокопроизводительные рабочие места, занятость населения, экономическая политика, инвестиции, инвестиционные проекты, заработная плата, трудовые ресурсы.

Abstract. *Subject and goals.* The article discusses the concept of sustainable development of socio-economic systems through the prism of solving issues of increasing productivity. The content of the concept of “high-performance jobs” is analyzed, as well as

the methodology for identifying and accounting for them in the Russian economy. The significance of creating high-performance workplaces for solving the problems of ensuring the sustainable development of socio-economic systems has been determined. *Materials and methods.* Particular attention is paid to the current method of calculating the indicator for the growth of high-performance jobs. As a criterion for the selection of organizations (enterprises) with high-performance workplaces, the threshold value of the average monthly wage of workers for one replaced workplace, differentiated by types of enterprises and subjects of the Russian Federation, is established. *Results.* It is noted that with such a method, a decrease in the number of high-performance workplaces is observed, mainly in multi-territorial enterprises and their separate subdivisions. The problem is that when determining a high-performance place for multiterritory enterprises, a threshold value is established for wages by type of economic activity on average in Russia. Provided that wages at multi-territorial enterprises operating in the region do not overlap with the threshold wage by type of economic activity in the Russian Federation – an enterprise with all the average number of employees is not included in the number of high-performance jobs. *Conclusions.* The article substantiates that within the framework of the concept of sustainable development of socio-economic systems, approaches to modern investment policy should be revised not only at the federal level, but also at the region in terms of its reorientation towards the development of the number of high-performance jobs. The formation of a system of high-performance jobs in the Russian market, in turn, will help increase the competitiveness of Russian products, reduce production costs and differentiate the population in terms of quality and quality of life, which will help ensure sustainable development.

Keywords: socio-economic system, sustainable development, labor productivity, high-performance jobs, employment, economic policy, investment, investment projects, wages, labor resources.

Введение

Актуальность темы определяется тем, что решение вопросов устойчивого развития социально-экономических систем неразрывно связано с вопросами формирования и развития тех направлений и сфер национальной экономики, которые способствовали бы интенсификации экономического роста, качественной модернизации народного хозяйства. При этом создание высокопроизводительных рабочих мест является именно таким фактором, в полной мере отвечающим требованиям XXI века: цифровизация экономики, наукоемкие производства, высокотехнологические отрасли, инновационные технологии, глубокая переработка сырья. При этом решение задачи качественного развития российской экономики и увеличения темпов такого развития требует многоуровневой системы мер, направленной на совершенствование производственных отношений, в том числе и ориентированных на рост числа высокопроизводительных рабочих мест (ВПРМ), повышение качества профессиональной подготовки и переподготовки рабочих кадров.

В 2012 г. приняты майские указы (всего это 11 документов со сроком реализации до 2018–2020 гг.), включающие в себя 218 поручений по социально-экономическому развитию страны и ставящие задачи по совершенствованию экономики, демографии, здравоохранения, образования и науки [1]. Определяя долгосрочные приоритеты экономической политики, Президент особое внимание уделил вопросам обеспечения устойчивого экономического роста и увеличения его темпов, усилению роли интенсивных факторов в его обеспечении, в том числе посредством ускоренного технологического развития, увеличения инвестиции в человеческий капитал (подробнее см.: [2]).

Как считают эксперты [3, 4], построение долгосрочной стратегии развития национальной экономики должно учитывать тот факт, что в ближайшие 15 лет формирование условий для технологических прорывов и обеспечение научно-технологического потенциала для опережающего технологического развития станет общемировым технологическим трендом, именно высокие технологии сформируют возможности для повышения благосостояния населения, формирования базиса для устойчивого развития социально-экономической системы как на национальном, так и на региональном уровнях.

Реализация выделенных приоритетов долгосрочного социально-экономического развития напрямую взаимосвязана с решением задач инвестирования в человеческий капитал, направленных на повышение уровня профессиональной подготовки работников и уровня жизни работающего населения, что повлечет за собой рост производительности труда. Одним из целевых ориентиров для реализации выделенных приоритетов долгосрочного развития в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» является создание и модернизация к 2020 г. 25 млн ВПРМ.

При этом, как отмечает Н. В. Лаптев, для отдельных регионов основным базисом экономического развития территории выступают инвестиции в человеческий капитал, а также модернизация производства, повышение квалификации работников и формирование высокооплачиваемых рабочих мест с высокой производительностью труда [5].

Создание в России 25 миллионов высокопроизводительных (высокотехнологичных) рабочих мест к 2020 г. является одним из важнейших стратегических ориентиров экономического развития, содержащихся в майских указах Президента РФ [6].

В последние годы в рамках концепции устойчивого развития вопрос повышения уровня производительности труда стоит особенно остро. Прежде всего данная проблема определяется старением населения и дефицитом высококвалифицированных работников именно рабочих специальностей, серьезными ограничениями и по другим экстенсивным факторам экономического роста.

Целесообразность разработки темы обусловлена необходимостью усиления роли ВПРМ в обеспечении устойчивого развития социально-экономических систем. Несмотря на активное обсуждение в научно-экспертном сообществе проблемы создания ВПРМ, до настоящего времени многие теоретико-методические аспекты проблемы по созданию ВПРМ и раскрытию их роли в обеспечении устойчивого развития социально-экономических систем остаются недостаточно изученными.

Метод и методология исследования

Проблемам устойчивого развития социально-экономических систем и факторам, его определяющим, посвящены труды таких исследователей, как А. А. Гранберг, Д. С. Львов, Д. Медоуз, С. Мураи, Д. Пирс, В. К. Сенчагов, А. Д. Урсул и др.

Различные подходы к определению понятия и методикам отбора ВПРМ представлены в трудах Н. И. Волковой, С. Г. Кузнецова, Е. Е. Кокоулиной, А. Г. Коровкина, Э. И. Романюк, С. М. Смирных, З. Б. Хмельницкой и др.

Роль ВПРМ в экономике как ключевого фактора устойчивого социально-экономического развития показана в исследованиях ученых-экономистов В. С. Вахромеева, И. А. Кульковой, Ю. В. Наумовой, Е. В. Потанцевой, И. И. Сикачевой, Д. В. Тютин и др.

О необходимости совершенствования современной экономической политики России в направлении разработки и реализации инструментария модернизации уже существующих предприятий с ВПРМ, а также создания благоприятных условий для открытия новых ВПРМ говорят уже достаточно давно. Тем не менее говорить о том, что в настоящее время в полной мере структурировано понятие ВПРМ, что существующие методики их выявления в полной мере релевантны, а принимаемые меры носят серьезный комплексный характер и служат задачам обеспечения устойчивого развития социально-экономических систем, преждевременно.

Целью исследования является выявление проблем при решении вопросов модернизации и создания ВПРМ и определении направлений их решения как элемента концепции устойчивого развития социально-экономических систем в России.

В соответствии с указанной целью поставлены задачи исследования:

- охарактеризовать состояние понятийного аппарата в сфере создания ВПРМ;
- проанализировать динамику ВПРМ на общероссийском и региональном уровнях;
- определить причины снижения ВПРМ;
- сформировать предложения по решению проблем в сфере модернизации и создания ВПРМ.

Результаты работы и область их применения

Правительством Российской Федерации был утвержден план мероприятий, направленных на реализацию дополнительных мероприятий по интенсивности использования труда и стимулирование инвестиций, включающий следующие направления реализации:

- стимулирование инвестиций,
- стимулирование технологического обновления;
- стимулирование замены устаревших рабочих мест;
- создание условий для профессионального развития работников;
- реализация мер по повышению мобильности трудовых ресурсов;
- меры по повышению производительности труда в компаниях с государственным участием;
- меры по созданию условий для увеличения занятости в сферах индивидуального и малого предпринимательства [7].

В ходе реализации мероприятий майских указов показатели «Создание и модернизация высокопроизводительных рабочих мест», «Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте», «Индекс производительности труда» включены в государственные программы регионов [8]. Действующая на основании приказа Росстата от 9 октября 2017 г. № 665 методика расчета показателя «Прирост высокопроизводительных рабочих мест в процентах к предыдущему году» трактует высокопроизводительные рабочие места как «замещенные рабочие места пред-

приятия (организации), на котором среднемесячная заработная плата работников (для индивидуальных предпринимателей – средняя выручка) равна или превышает установленную величину критерия (пороговое значение)» [9].

Стоит отметить несовершенство данной методики подсчета ВПРМ. Поскольку она ориентируется только на среднюю заработную плату на предприятии, если она сложилась выше определенного порогового значения, установленного с учетом отрасли, размера организации и региона, все рабочие места на предприятии автоматически признаются «высокопроизводительными». Современная методика ВПРМ, как мы полагаем, просто обязана учитывать передовые технологии, применяемые на предприятии, квалификацию работников и производительность труда.

На наш взгляд, составляющими понятия высокопроизводительного рабочего места можно считать:

- обустроенность современным высокотехнологичным оборудованием, обеспечивающим ее высокую производительность;
- использование труда высококвалифицированного работника;
- достижение высокоэффективного производства (превышающего в несколько раз среднероссийские показатели);
- высокая заработная плата рабочего (превышающая в несколько раз заработную плату в отрасли);
- высокая производительность труда (на уровне развитых стран).

«Очевидно, что создание ВПРМ должно способствовать решению одной из важнейших задач социально-экономического развития, а именно – задачи эффективного использования трудовых ресурсов при минимизации негативных последствий для занятости населения, а значит, обеспечения роста производительности труда и адекватного ему роста заработной платы» [10]. Рассмотрим ряд особенностей, выделяемых множеством авторов в создании и модернизации ВПРМ:

1. Отсутствие методологической базы для определения и идентификации ВПРМ.
2. Демографический кризис в стране.
3. Недостаток высококвалифицированных кадров в результате роста требований к трудовым кадрам.
4. Высокая стоимость создания и модернизации ВПРМ [11].

Углубленный анализ вышеперечисленных особенностей свидетельствует, в частности, о том, что развитие экономики России происходит в условиях жестких ограничений, связанных прежде всего с экстенсивными факторами экономического роста. В качестве одного из таких ограничений можно рассматривать такой долгосрочный тренд, как сокращение трудоспособного населения в трудоспособном возрасте, если в 01.01.2012 оно составляло 87 млн чел., то к 2018 г. достигло значения в 82,2 млн чел. Соответственно, условием преодоления данного ограничения будет не простое расширение рабочих мест, а повышение производительности деятельности на уже существующих. В период с 2012 по 2014 г. наблюдалась положительная динамика ежегодного прироста высокопроизводительных рабочих мест: 2012 г. – 10,9 % (10 200 единиц), 2013 г. – 2,1 % (2172 единицы), 2014 г. – 8,7 % (9228 единиц).

Наибольший прирост высокопроизводительных рабочих мест наблюдается в таких сферах деятельности, как обрабатывающие производства – 6129 ед., производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 3443 ед., транспорт и связь – 3304 ед., сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство – 1791 ед., строительство – 1438 ед., здравоохранение и предоставление социальных услуг – 1111 ед. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг – 913 ед., образование – 679 ед. В целом за период 2012–2016 гг. в Тамбовской области произошел прирост высокопроизводительных рабочих мест к уровню 2011 г. на 8828 ед. и составляет 102 040 ед. по итогам 2016 г. При этом стабильный рост ВПРМ в регионе отмечался в 2013–2016 гг. в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве – прирост 4952 ед.; в здравоохранении и предоставлении социальных услуг – прирост 2956 ед. Впервые, в 2015 г., в Российской Федерации зафиксировано уменьшение числа ВПРМ: их количество сократилось по сравнению с 2014 г. на 9,2 % (1672,4 тыс. ед.). Сокращение числа ВПРМ наблюдалось во всех видах экономической деятельности, кроме добычи полезных ископаемых и образования.

Аналогичная ситуация сложилась в Тамбовской области – в 2015 г. произошло уменьшение высокопроизводительных рабочих мест к уровню 2014 г. на 6,8 %, или 7757 ед. Следует отметить, что снижение численности ВПРМ в области было одним из наименьших среди 18 регионов ЦФО – 2-е место, и 32-е место среди субъектов Российской Федерации (табл. 1).

Таблица 1

Прирост высокопроизводительных рабочих мест

Субъекты РФ	2012		2013		2014		2015	
	Тыс. ед.	%	Тыс. ед.	%	Тыс. ед.	%	Тыс. ед.	%
Российская Федерация	1849,1	12,7	1122,8	6,9	788,1	4,5	-1671,9	-9,1
Белгородская обл.	26,8	15,2	9,3	4,6	16,9	7,9	-16,0	-6,9
Брянская	18,5	15,7	8,3	6,1	11,7	8,1	-29,9	-19,1
Владимирская	12,5	7,6	-9,5	-5,3	17,9	10,6	-23,5	-12,6
Воронежская	6,0	2,7	17,0	7,6	16,3	6,8	-19,1	-7,4
Ивановская	7,8	9,0	7,1	7,6	-4,1	-4,1	-15,3	-15,9
Калужская	33,3	31,7	-2,1	-1,5	18,3	13,4	-24,1	-15,5
Костромская	2,0	2,9	-1,7	-2,4	2,8	4,0	-7,7	-10,6
Курская	5,2	4,9	10,2	9,2	8,9	7,4	-12,0	-9,2
Липецкая	17,6	12,1	11,6	7,1	2,2	1,2	-27,9	-15,7
Московская	146,0	24,2	63,3	8,4	74,1	9,1	-67,6	-7,6
Орловская	10,3	11,5	9,1	9,1	-6,4	-5,9	-13,1	-12,8
Рязанская	20,9	16,7	-3,2	-2,2	-3,1	-2,1	-13,0	-9,3
Смоленская	13,9	14,6	3,5	3,2	15,2	13,5	-21,1	-16,5
Тамбовская	10,2	10,9	2,2	2,1	9,2	8,7	-7,8	-6,8
Тверская	13,8	10,9	2,8	2,0	8,3	5,8	-26,2	-17,3
Тульская	13,1	6,9	10,8	5,4	4,4	2,1	-28,8	-13,3
Ярославская	18,6	13,1	7,3	4,5	3,0	1,8	-20,8	-12,2
г. Москва	304,1	22,6	330,0	20,0	-50,5	-2,5	-149,3	-7,7

Прирост ВПРМ в 2015 г. отмечен лишь в четырех субъектах РФ: Амурской области (10,18 тыс. ед., или 9,6 %), Чеченской Республике (2,1 тыс. ед.,

или 4 %), Камчатском крае (2,1 тыс. ед. или 3,6 %), Еврейской автономной области (0,53 тыс. ед., или 2,9 %).

Причиной такого снижения численности ВПРМ стало установление порогового значения при определении высокопроизводительного рабочего места для малых предприятий (микропредприятий) в размере величины двух прожиточных минимумов для трудоспособного населения, которое фактически не было достигнуто. В 2016 г. продолжилось снижение численности высокопроизводительных рабочих мест как в целом по Российской Федерации – 4,8 %, или 799,1 тыс. ед., так и на территории Тамбовской области. Однако по сравнению с предыдущим годом уменьшение ВПРМ в Тамбовской области составило 4,6 %, или 4966 ед., что в 1,6 раза меньше, чем в 2015 г.

Согласно применяемой методике расчета, снижение числа высокопроизводительных рабочих мест в последние годы в основном наблюдается на многотерриториальных предприятиях и их обособленных подразделениях. Это обусловлено тем фактом, что при определении высокопроизводительного места для многотерриториальных предприятий устанавливается пороговое значение по заработной плате по видам экономической деятельности в среднем по Российской Федерации. Соответственно, если заработная плата на многотерриториальных предприятиях, осуществляющих свою деятельность на территории региона, не перекрывает пороговое значение заработной платы по виду экономической деятельности по РФ, вся среднесписочная численность работников предприятия не включается в число высокопроизводительных рабочих мест.

Вклад в развитие ВПРМ области вносится и через инвестиционные проекты, активно реализуемые в сфере агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности, жилищного строительства, производства и распределения электроэнергии газа и воды, в сфере транспортной инфраструктуры и связи.

В современных условиях хозяйствования инвестиционная политика на уровне отдельных регионов должна базироваться на формировании нормативно-правовой базы благоприятного инвестиционного климата региона, которая позволит не только сформировать комплексный инструментальный поддержки ключевых инвесторов или проектов, например посредством предоставления налоговых льгот, инфраструктурной поддержки, долевого участия в наиболее значимых проектах, но и позволит защитить права инвесторов, будет способствовать снижению их рисков.

Однако без соответствующего информационного поля и грамотного маркетинга территории даже перечисленных условий будет недостаточно, поскольку потенциальные инвесторы должны о них как-то узнать. Так, с целью повышения инвестиционной привлекательности и формирования положительного инвестиционного имиджа в 2008 г. начал свое существование инвестиционный паспорт Тамбовской области. На сайте представлена база данных перспективных инвестиционных площадок, объектов инженерной и социальной инфраструктуры, сведений о реализуемых и реализованных инвестиционных проектах.

За период 2012–2018 гг. промышленными предприятиями области осуществляется реализация инвестиционных проектов, направленных на модернизацию и техническое перевооружение производственных мощностей.

В целях стимулирования инвестиционной деятельности в области создан «Фонд развития промышленности Тамбовской области».

В результате реализации мероприятий Государственной программы области по развитию промышленности за период 2012–2016 гг. создано и модернизировано более 3500 высокопроизводительных рабочих мест, введено в эксплуатацию 2383 единицы высокопроизводительного оборудования.

Для увеличения объемов продукции высокотехнологичных и наукоемких видов производств на территории области созданы три индустриальных парка [12].

В рамках Программы развития сельского хозяйства области реализован ряд крупных инвестиционных проектов [13].

В основе цели по созданию 25 млн ВПРМ должен лежать комплексный подход. С одной стороны – формирование прогноза по высвобождению рабочей силы и устранение последствий избыточного высвобождения. Путем оказания максимального содействия в подготовке (переподготовке), повышении квалификации инженерно-технического персонала (специалистов) и рабочих основных профессий. В достижении цели должны лежать меры, стимулирующие экономическое развитие регионов и страны в целом. Только многократное увеличение валового внутреннего продукта позволит сохранить занятость населения в условиях создания значительного количества высокопроизводительных рабочих мест. Естественный рост ВВП – в пределах уровня инфляции (5–7 %) этого обеспечить не может [14].

Выводы

Проведенное исследование позволило проанализировать динамику создания ВПРМ за последние годы, показать место и роль производительности труда в решении задачи по эффективному использованию трудовых ресурсов и созданию ВПРМ, а также определить причины снижения ВПРМ. В качестве основных проблем при решении задачи создания высокопроизводительных рабочих мест в российских регионах исследователи [15] выделяют как проблемы методологического характера (речь идет об отсутствии единой трактовки понятия ВПРМ, а также достаточной релевантности предлагаемых критериев выделения ВПРМ), что приводит к существенным расхождениям при оценке их количества, так и экономическим проблемам системного характера (высокая межрегиональная и отраслевая дифференциация, которая не может не отражаться на решении вопросов создания ВПРМ и их модернизации; сокращение численности ВПРМ, которое приобретает устойчивый характер и требует принятия серьезных мер для преодоления подобного тренда).

При этом, на наш взгляд, при формировании критериев выделения ВПРМ необходимо отталкиваться от следующих ориентиров: доля высокотехнологичного оборудования; доля работников предприятия с высокой квалификацией и заработной платой, превышающей среднеотраслевую не менее чем в 2 раза; эффективность производства, превышающая среднероссийские показатели не менее чем в 2 раза; производительность труда на уровне развитых стран.

Необходимо обратить отдельное внимание на тот факт, что формирование новых ВПРМ и модернизация уже существующих будет способствовать построению современного рынка труда, способного удовлетворить рас-

тушие потребности экономики в высококвалифицированном труде, в полной мере лежит в проблемном поле концепции устойчивого развития социально-экономических систем, поскольку будет способствовать:

- решению задач импортозамещения и повышению конкурентоспособности российской продукции на иностранных рынках;
- снижению издержек производства посредством внедрения высоких технологий, информатизации и автоматизации производственных процессов;
- соответствию производств современным требованиям к экологичности и безопасности труда;
- снижению дифференциации населения по уровню и качеству жизни.

Научная новизна состоит в анализе динамики ВПРМ в масштабах страны и региона и разработке направлений создания и модернизации ВПРМ в рамках концепции устойчивого развития социально-экономических систем.

Теоретическая значимость заключается в выявлении ключевых проблем как методологического, так и прикладного характера, в повышении роли ВПРМ, в обеспечении устойчивого развития социально-экономических систем.

Практическая значимость исследования заключается в том, что проанализированы подходы к изучению и созданию ВПРМ, выявлены направления экономической, в том числе инвестиционной политики, реализация которых будет способствовать формированию системы рабочих мест путем создания новых и модернизации уже существующих ВПРМ.

Библиографический список

1. Обещания третьего срока: как исполняются майские указы президента. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/17/05/2016/573a034a9a7947d18967193a>
2. О долгосрочной государственной экономической политике : Указ Президента Российской Федерации № 596 от 7 мая 2012 года.
3. Гринберг, Р. Российская структурная политика: между неизбежностью и неизвестностью / Р. Гринберг // Вопросы экономики. – 2008. – № 3. – С. 56–63.
4. Мартынов, А. Общенациональная стратегия развития России: проблема реализации / А. Мартынов // Общество и экономика. – 2009. – № 3. – С. 5–26.
5. Лаптев, Н. В. Создание и модернизация рабочих мест как эффективная стратегия развития рынка труда Ульяновской области / Н. В. Лаптев // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России : материалы X Всерос. науч.-практ. интернет-конференции. – 2013. – Кн. 1. – 325 с.
6. Кокоулина, Е. Е. Как оценивают высокопроизводительные рабочие места в современной России / Е. Е. Кокоулина // Проблемы учета и финансов. – 2013. – № 3 (11). – С. 56–59.
7. Тютин, Д. В. Повышение производительности труда, создание и модернизация высокопроизводительных рабочих мест в РФ: оценка состояния и направления стимулирования / Д. В. Тютин // Калужский экономический вестник. – 2016. – № 2. – С. 21–24.
8. Об утверждении методики расчета показателя «Прирост высокопроизводительных рабочих мест, в процентах к предыдущему году» : Приказ Федеральной службы государственной статистики № 665 : [от 9 октября 2017 г.].
9. Смирных, С. Н. Оценка отраслевой и региональной структуры высокопроизводительных рабочих мест / С. Н. Смирных // Экономика и социум. – 2016. – № 12 (31). – URL: www.iupr.ru

10. Коровин, С. Г. Высокопроизводительные рабочие места: определение, учет, анализ и прогнозирование / С. Г. Коровин, А. Г. Кузнецов // Научные труды ИХП РАН. – 2015. – Т. 13. – С. 115–137.
11. Белкин, В. Н. Создание и модернизация высокопроизводительных рабочих мест как условие совершенствования трудовых отношений персонала промышленных предприятий / В. Н. Белкин, Н. А. Белкина, О. А. Антонова // Челябинский гуманитарный журнал. – 2018. – № 2 (43). – С. 47–62.
12. Об утверждении государственной программы Тамбовской области «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» : постановление администрации Тамбовской области № 1054 [от 23.09.2013].
13. Об утверждении Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Тамбовской области : постановление администрации Тамбовской области № 1443 [от 21.11.2012].
14. Создание высокопроизводительных рабочих мест – стратегия роста для России. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3447734>
15. Кадочников, С. М. Высокопроизводительные рабочие места в промышленности Свердловской области / С. М. Кадочников, Д. Е. Толмачев. – URL: sospp.ru/wp-content/uploads/3

References

1. *Obeshchaniya tret'ego sroka: kak ispolnyayutsya mayskie ukazy prezidenta* [Promises of the third term: how the may decrees of the President are executed]. Available at: <https://www.rbc.ru/economics/17/05/2016/573a034a9a7947d18967193a> [In Russian]
2. *O dolgosrochnoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy politike: Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii № 596 ot 7 maya 2012 goda* [On long-term state economic policy : The decree of the President of the Russian Federation № 596 dated may 7, 2012]. [In Russian]
3. Grinberg R. *Voprosy ekonomiki* [Economic issue]. 2008, no. 3, pp. 56–63. [In Russian]
4. Martynov A. *Obshchestvo i ekonomika* [Society & economy]. 2009, no. 3, pp. 5–26. [In Russian]
5. Laptev N. V. *Spros i predlozhenie na rynke truda i rynke obrazovatel'nykh uslug v regionakh Rossii: materialy X Vseros. nauch.-prakt. internet-konferentsii* [Demand and supply in the labor market and the market of educational services in the regions of Russia : materials X vsiros. science.-prakt. Internet-conferences]. 2013, bk. 1, 325 p. [In Russian]
6. Kokoulina E. E. *Problemy ucheta i finansov* [Accounting and Finance issues]. 2013, no. 3 (11), pp. 56–59. [In Russian]
7. Tyutin D. V. *Kaluzhskiy ekonomicheskyy vestnik* [Kaluga economic Bulletin]. 2016, no. 2, pp. 21–24. [In Russian]
8. *Ob utverzhdenii metodiki rascheta pokazatelya «Prirost vysokoproizvoditel'nykh rabochikh mest, v protsentakh k predydushchemu godu»: Prikaz Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki № 665: [ot 9 oktyabrya 2017 g.]* [About the statement of the method of calculation of the indicator "Growth of high-performance workplaces, in percent to the previous year" : the Order of Federal state statistics service № 665 : [of October 9, 2017]]. [In Russian]
9. Smirnykh S. N. *Ekonomika i sotsium* [Economy and society]. 2016, no. 12 (31). Available at: www.iupr.ru [In Russian]
10. Korovin S. G., Kuznetsov A. G. *Nauchnye trudy INHP RAN* [Scientific works of INHP RAS]. 2015, vol. 13, pp. 115–137. [In Russian]
11. Belkin V. N., Belkina N. A., Antonova O. A. *Chelyabinskyy gumanitarnyy zhurnal* [Chelyabinsk Humanities journal]. 2018, no. 2 (43), pp. 47–62. [In Russian]

12. *Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Tambovskoy oblasti «Razvitie promyshlennosti i povyshenie ee konkurentosposobnosti»: postanovlenie administratsii Tambovskoy oblasti № 1054 [ot 23.09.2013]* [About the approval of the state program of the Tambov region "Development of the industry and increase of its competitiveness" : the resolution of the ad-Ministry of the Tambov region № 1054 [of 23.09.2013]]. [In Russian]
13. *Ob utverzhdenii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Tambovskoy oblasti: postanovlenie administratsii Tambovskoy oblasti № 1443 [ot 21.11.2012]* [About the approval of the State program of development of agriculture and regulation of the markets of agricultural products, raw materials and food of the Tambov region : resolution of administration of the Tambov region № 1443 [of 21.11.2012]]. [In Russian]
14. *Sozdanie vysokoproizvoditel'nykh rabochikh mest – strategiya rosta dlya Rossii* [Creating high-performance jobs – a growth strategy for Russia]. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3447734> [In Russian]
15. Kadochnikov S. M., Tolmachev D. E. *Vysokoproizvoditel'nye rabochie mesta v promyshlennosti Sverdlovskoy oblasti* [High-performance jobs in the industry of Sverdlovsk region]. Available at: sospp.ru/wp-content/uploads/3 [In Russian]

Полуэктова Светлана Леонидовна
аспирант,
Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина
(Россия, г. Тамбов, ул. Советская 6)
E-mail: poluektovasweta@mail.ru

Poluektova Svetlana Leonidovna
postgraduate student,
Tambov State University
named after G. R. Derzhavin
(6 Sovetskaya street, Tambov, Russia)

Якунина Инна Николаевна
доктор экономических наук, профессор,
кафедра кадрового управления,
Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина
(Россия, г. Тамбов, ул. Советская 6)
E-mail: yakunina@bk.ru

Yakunina Inna Nikolaevna
doctor of economic sciences, professor,
sub-department of personnel administration,
Tambov State University
named after G. R. Derzhavin
(6 Sovetskaya street, Tambov, Russia)

Колесниченко Елена Александровна
доктор экономических наук, профессор,
кафедра кадрового управления,
Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина
(Россия, г. Тамбов, ул. Советская 6)
E-mail: ekolesnichenko@live.ru

Kolesnichenko Elena Alexandrovna
doctor of economic sciences, professor,
sub-department of personnel administration,
Tambov State University
named after G. R. Derzhavin
(6 Sovetskaya street, Tambov, Russia)

Образец цитирования:

Полуэктова, С. Л. К вопросу о модернизации высокопроизводительных рабочих мест в системе устойчивого развития / С. Л. Полуэктова, И. Н. Якунина, Е. А. Колесниченко // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 61–71.

**ИНСТРУМЕНТАРИЙ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЕНЧУРНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ ОБНОВЛЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

С. М. Каминский

**TOOLS AND STRATEGIC PROSPECTS OF VENTURE
INVESTMENT OF UPDATING OF ECONOMIC SYSTEMS**

S. M. Kaminsky

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Излагается проблема формирования концептуальных основ и стратегических перспектив венчурного инвестирования развития экономических систем, которые позволяют получить теоретические знания для научно-практического инструментария, включающего процедуру мониторинга национального венчурного рынка. *Материалы и методы.* Теоретической и методологической основой исследования послужили диалектический подход к изучению закономерностей формирования и развития систем, базовые положения научной методологии изучения явлений и процессов, общенаучные эмпирико-теоретические методы системного анализа, абстракция, анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия, моделирование, конкретизация, исторический и логический методы исследования. В качестве конкретно-научных методов применялись сплошное и выборочное наблюдение, сравнительный, факторный и корреляционно-регрессионный анализы, метод прогнозной экстраполяции. *Результаты.* Разработана мультивариантная конструкция сценариев развития рынка прямых и венчурных инвестиций, являющаяся результатом селекции альтернативных путей обновления экономических систем до 2030 г. *Выводы.* Принципиальное отличие предлагаемого подхода заключается в обосновании реперных точек по инерционному, базовому и оптимистичному вариантам развития венчурного рынка, что позволяет количественно и качественно описать образ будущего, выбрать и скорректировать наилучшую траекторию его достижения с учетом поставленных долгосрочных целей.

Ключевые слова: венчурный рынок, венчурная экосистема, VC-инвестиции, PE-инвестиции

Abstract. *Subject and goals.* In work the problem of formation of conceptual bases and the strategic prospects of venture investment of development of economic systems which allow to gain theoretical knowledge for the scientific and practical tools including the procedure of monitoring of the national venture market rises. *Materials and methods.* Dialectic approach to studying of regularities of formation and development of systems, basic provisions of scientific methodology of studying of the phenomena and processes, general scientific empiriko-theoretical methods of the system analysis, abstraction, the analysis and synthesis, induction and deduction, analogy, modeling, a specification, historical and logical methods of a research formed a theoretical and methodological basis of a research. As concrete and scientific methods continuous and selective observation, the comparative, factorial and correlation-regression analysis, a method of expected extrapolation were applied. *Results.* The multialternative design of scenarios of development of the market of direct and venture investments which is result of selection of alternative ways of updating of economic systems till 2030 is developed. *Conclusions.* The fundamental difference of the offered approach consists in justification of defined points by inertial, basic and optimistic options of development of the venture market that allows to describe quantita-

tively and qualitatively an image of the future, to choose and correct the best trajectory of its achievement taking into account the set long-term goals.

Keywords: venture market, venture ecosystem, VC investments, PE investments.

Введение

Актуальность темы статьи обусловлена в первую очередь тем, что рынок венчурных и прямых инвестиций напрямую влияет на количество и качество создаваемых в стране инновационных проектов за счет предоставления финансирования и инфраструктуры для их формирования и развития. Развитие рынка венчурных (VC) и прямых (PE) инвестиций и рост числа инновационных проектов позволит решить сразу несколько задач, стоящих перед российской экономикой:

- согласно майскому Указу Президента Российской Федерации, подписанному в 2018 г., одной из ключевых целей до 2024 г. является осуществление прорывного научно-технического развития за счет увеличения количества организаций, осуществляющих технологические инновации, до 50 % от их общего числа [1]. Для достижения поставленной цели необходимо в том числе стимулировать создание и развитие инновационных проектов, за счет которых российская экономика получит приток инновационных технологий и бизнес-решений. С учетом ограниченных средств бюджета необходимо искать альтернативные пути финансирования инноваций. Развитие венчурного рынка позволит привлечь необходимый дополнительный капитал:

- в условиях происходящих структурных изменений экономики, предполагающих возникновение новых отраслей, развитие успешных инновационных проектов до стадии устойчивого и коммерчески успешного бизнеса стимулирует появление новых высококвалифицированных рабочих мест, в том числе в новых профессиях;

- фонды венчурного капитала, являясь ключевым элементом венчурного рынка, выступают не только источником капитала для экономики, но и в том числе: поддерживают развитие компаний с высоким потенциалом роста на ранних стадиях развития в новых инновационных сферах; способствуют диверсификации экономики и освоению новых рыночных ниш за счет осуществления инвестиций в новые компании, которые выделяются из уже существующих; повышают общий уровень корпоративного управления, систему стандартов и профессионализм в частном бизнесе;

- развитие рынка венчурных и прямых инвестиций позволит увеличить количество высококвалифицированных управляющих активами, что обеспечит рост уровня профессионализма в финансовой сфере в целом;

- рынок венчурных и прямых инвестиций как перспективная площадка для разработки и распространения новых технологий и идей существенно меняет как экономику страны, так и стандарты жизни людей.

Материал и методика исследования

Экосистема инновационного предпринимательства определяется автором как устойчивая и воспроизводящая система взаимодействующих субъектов и сред, определяющих характер разработки и использования технологий на основе предпринимательской инициативы и энергии.

Ключевой участник экосистемы инновационного предпринимательства – предприниматель, который создает инновационный бизнес-проект.

Под инновационным предпринимательством в условиях цифровой экономики мы понимаем предпринимательскую деятельность, направленную на создание:

- цифровых продуктов, например программного обеспечения, баз данных и иных результатов творчества в цифровой форме (фото, видео, музыкальные записи и др.);
- цифровых объектов, например цифровых моделей, цифровых образов материальных объектов и др.;
- сервисов, реализуемых за счет цифровых технологий, например навигация, анализ данных, интернет-торговля, поиск партнеров и контрагентов, проведение платежей;
- оборудования и компонентов цифровых систем, например датчиков и приборов Интернета вещей.

Ключевой процесс в экосистеме инновационного предпринимательства – зарождение и рост технологической компании (стартапа), в ходе которого она выводит на рынок свой продукт, привлекает инвестиции и кадры, наращивает долю на рынке и впоследствии либо становится устойчивым бизнесом, либо поглощается стратегическим или финансовым инвестором. Часть средств от продажи технологической компании предприниматель и инвесторы реинвестируют в новые проекты и продукты экосистемы инновационного предпринимательства, сохраняя предложение инвестиций и увеличивая накопленные компетенции внутри экосистемы. Часть начинающих компаний (стартапов) прекращает свою деятельность, и высвободившиеся ресурсы – люди, оборудование, патенты, разработки и др. – используются другими, более успешными компаниями внутри экосистемы. Потребители продуктов, инвесторы, ученые и разработчики, крупные технологические компании и корпорации, образовательные центры, государственные регуляторы – все они являются субъектами экосистемы инновационного предпринимательства, с которыми взаимодействует предприниматель [2].

Под *венчурной экосистемой* (экосистемой рынка венчурных и прямых инвестиций) будем понимать благоприятную поддерживающую самоорганизующуюся среду, предоставляющую ресурсы, необходимые для создания и роста инновационно-технологических компаний, а также отличающуюся отлаженными, гармоничными отношениями между участниками.

В соответствии с основными терминами и определениями, представленными в Стратегии развития отрасли венчурного инвестирования в Российской Федерации [3], под *венчурным рынком* подразумевается совокупность экономических отношений, связанных с финансированием новых, быстрорастущих компаний, обладающих существенным инновационным и экономическим потенциалом, сопряженным с высокой или относительно высокой степенью риска.

Венчурное инвестирование – это высокорисковые инвестиции капитала в акционерный капитал высокотехнологичных перспективных компаний, находящихся на начальных стадиях развития и ориентированных на разработку и производство наукоемких продуктов, для их развития и расширения, в ожидании высокой прибыли от прироста стоимости вложенных средств. Венчурное инвестирование может осуществляться частными, корпоративными или государственными венчурными фондами, бизнес-ангелами, инвестиционными компаниями [4].

Отрасль венчурного инвестирования – сфера производственно-финансовых отношений, на которую распространяются операции по венчурному финансированию [5].

Процедура мониторинга состояния венчурного рынка включает в себя ряд этапов (рис. 1).

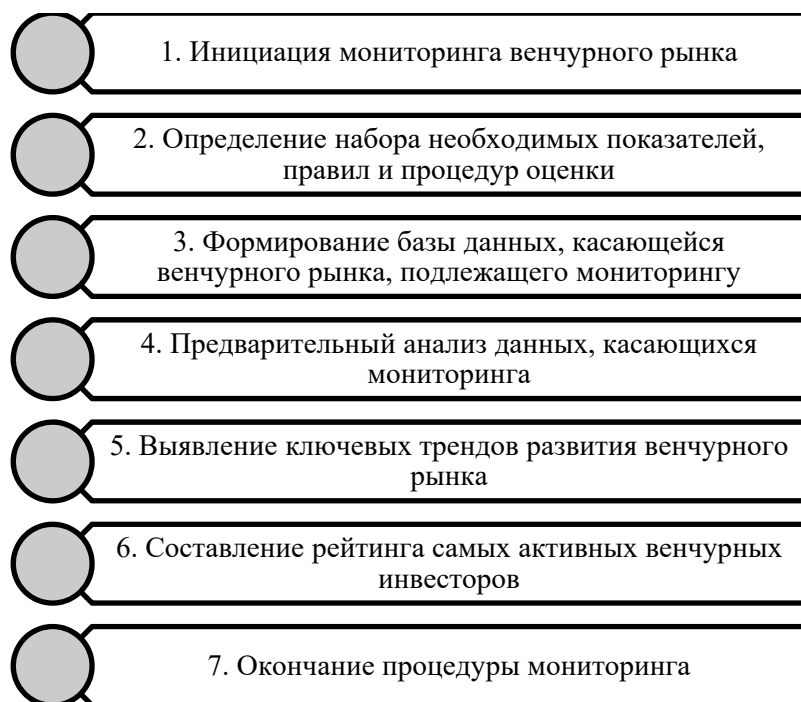


Рис. 1. Процедура мониторинга состояния венчурного рынка
(источник: составлено автором)

На *первом этапе* происходит инициация проведения мониторинга национального венчурного рынка в интересах различных групп стейкхолдеров.

На *втором этапе* определяется набор необходимых показателей, правил и процедур оценки национального венчурного рынка.

На *третьем этапе* процедуры мониторинга венчурного рынка формируется база данных, сформированная на основе аналитической информации Российской ассоциации венчурного финансирования (РАВИ) [4].

Результаты

На *четвертом этапе* проводится предварительный анализ данных, касающихся мониторинга, по трем доменам. Отправной точкой текущего состояния венчурного рынка можно считать заметный спад инвестиционной активности на рынке в 2014 г. после «бума» 2012–2013 гг. Вместе с тем уже в 2017 г. эксперты осторожно начали говорить о «стабилизации» рынка. Это тезис в полной мере подтверждается статистическими данными – падение ряда показателей приостановилось, наметился небольшой рост.

Особенно обнадеживает внимание к рынку со стороны новых игроков: число венчурных фондов поступательно растет и, пожалуй, даже неблагоприятно-

ятная макроэкономическая обстановка не смогла существенно приостановить это движение. С 2013 г. число действующих на рынке венчурных фондов выросло на 14 % и достигло 189 фондов (рис. 2).

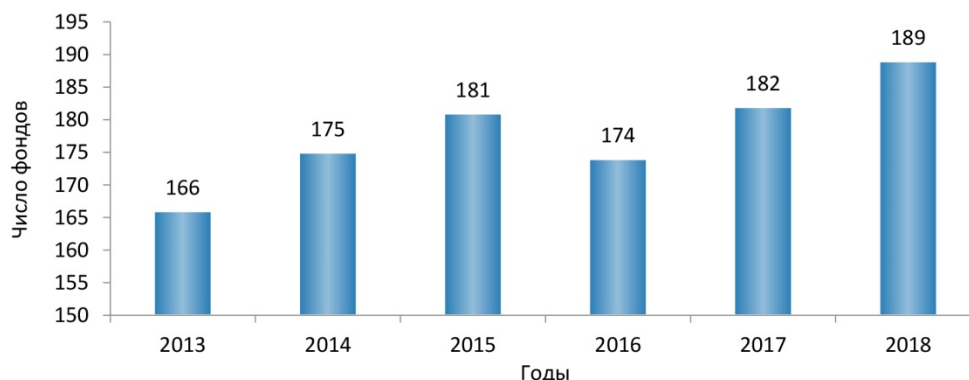


Рис. 2. Число VC фондов, единиц (источник: аналитика РАВИ)

Не меньший оптимизм вызывает и рынок инвестиций: если число проинвестированных инновационных компаний остается приблизительно на уровне 2015 г., то по объему венчурных инвестиций в 2018 г. рынок продемонстрировал лучшие показатели с 2014 г. Это в известной мере свидетельствует о том, что рынок приспособился к сложившейся экономической и политической ситуации. При этом инвесторы реализуют свои планы, которые по тем или иным причинам были отложены или осуществлялись с известной осторожностью.

Анализ домена 1 «Фонды». В последние годы санкционное давление было определяющим фактором, влиявшим на приток капитала в фонды на российском рынке. Вместе с тем впечатляющая статистика фандрайзинга фондов венчурного капитала очевидно свидетельствует, что отечественная индустрия приспособилась к непростой политической и макроэкономической ситуации. Особенно внушительно выглядят цифры прироста капитала за счет новых фондов в сравнении с предыдущими годами: в 2018 г. 26 венчурных фондов вывели на рынок капитал объемом 839 млн \$ – это всего на 7 % меньше, чем объем всех игроков, появившихся на российском венчурном рынке за последние четыре года. При этом больше четверти «новичков» – крупные фонды с капитализацией от 100 до 200 млн \$.

Значительный потенциал роста предложения венчурного капитала на российском рынке связан с реализацией обновленной инвестиционной стратегии АО «РВК». В частности, планируется вывод на рынок фондов самых разных типов: от фондов для молодых управляющих, до фондов, ориентированных на компании «поздних» стадий. Можно прогнозировать, что в случае успешной реализации стратегии до 2020 г. появится не менее десяти новых фондов, а общее число фондов, созданных при участии АО «РВК», вырастет на треть, достигнув примерно тридцати пяти.

Заметным событием на рынке стало то, что крупные корпоративные структуры все чаще примеряют на себя роль соинвесторов венчурных фондов (например, Объединенная авиастроительная корпорация, «Вертолеты России», ОАО РЖД), при этом АО «РВК» как институт развития выступает в качестве якорного инвестора.

В свою очередь, ожидания по увеличению капитализации фондов венчурного капитала также во многом связаны с выходом на рынок новых для российского рынка категорий LP's – негосударственных пенсионных фондов (НПФ) и страховых компаний, активно участвующих в формировании капиталов венчурных фондов на глобальных рынках. Это также является одним из направлений, на котором АО «РВК» планирует сосредоточить свои усилия, что потребует в первую очередь не только устранения барьеров в правовом поле, но и создание соответствующих экономических стимулов. Без сомнений, привлечение активов НПФ способно существенно изменить ландшафт российской венчурной индустрии.

Еще одним важным аспектом, отражающим степень зрелости рынка и определяющим рост предложения венчурного капитала для инновационных компаний, является появление на рынке вторых и последующих фондов, поскольку привлечь средства в следующий фонд способны только управляющие команды, зарекомендовавшие себя на рынке и имеющие успешный track record. В этой связи можно отметить, что статистика «серийных фондов» также пусть и медленно, но неуклонно возрастает все последние три года.

В целом, начиная с 2016 г., на рынке венчурного капитала наблюдается восходящий тренд как по объему совокупной капитализации (рост 8 %), так и по числу действующих фондов (рост 9 %).

Таким образом, еще раз следует подчеркнуть, что, несмотря на множество негативных внешних факторов, управляющие команды российских фондов не только проявили стрессоустойчивость, но и продемонстрировали необходимую степень адаптации к сложившимся условиям ведения бизнеса, достаточно оптимистично оценивая перспективы рынка в целом.

Анализ домена 2 «Инвестиции». В 2018 г. впервые за последние пять лет совокупный объем венчурных инвестиций продемонстрировал значительный рост и составил около 172 млн \$, что почти на четверть превышает аналогичный показатель 2017 г. Для сравнения: последний максимум объемов венчурных инвестиций был отмечен в 2013 г. – 285 млн \$ (рис. 3).

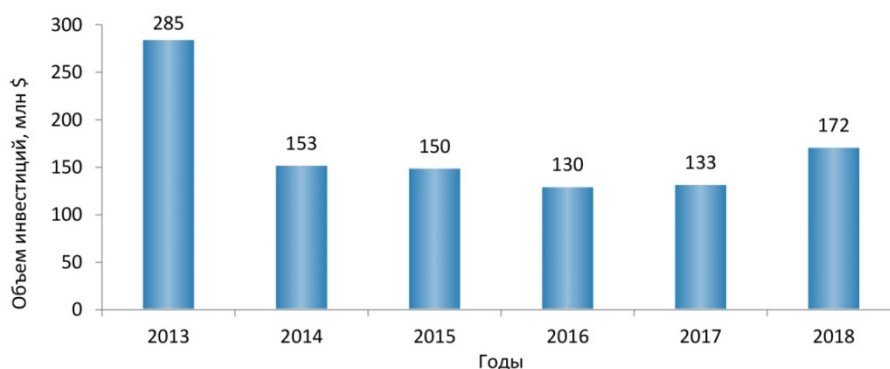


Рис. 3. Объем и число VC инвестиций (источник: аналитика РАВИ)

Анализ домена 3 «Выходы». В 2018 г. число выходов с участием венчурных фондов из ранее проинвестированных компаний (двадцать выходов) было сопоставимо со значениями, достигнутыми в предшествующий год. При этом линейный рост числа выходов, начавшийся в 2013 г., прекратился еще в 2016 г., когда было зафиксировано максимальное число выходов за всю историю наблюдений (сорок пять выходов).

Можно говорить о том, что рынок находится в начале очередного цикла, связанного со стартом работы новых венчурных фондов, в том числе созданных усилиями институтов развития.

Обсуждение

На *пятом этапе* выявляются ключевые тренды венчурного рынка. В 2019 г. к таким трендам можно отнести следующие [6–9]:

1. Существенная роль государства.
2. Сектор ИКТ – по-прежнему в лидерах.
3. Государственная поддержка реального сектора.
4. Нарастание совокупного капитала венчурных фондов.
5. Рост активности фондов РЕ на венчурном рынке.
6. Корпорации становятся заметным игроком.

На *шестом этапе* составляется рейтинг самых активных венчурных инвесторов России. Рейтинг учитывает три вида инвесторов в стартапы: венчурные фонды (табл. 1), бизнес-ангелы и корпорации. Рейтинг основан как на публичной информации, так и на данных, полученных от фондов по итогам анкетирования. Главным критерием, по которому ранжировался список, стало количество сделок по венчурному инвестированию за последние 12 месяцев. Рейтинг содержит количество сделок со стартапами, которое предоставлено самими фондами. Это условная, но самая прозрачная метрика активности фонда.

Таблица 1

Топ-10 классических венчурных инвесторов в 2018 г.
(источник: составлено автором на основе материалов [5])

Название	Количество проинвести- рованных проектов	Размер проинвести- рованных средств за период с декабря 2017, млн \$	Средний чек, млн \$	Количество экзитов	Общий объем фонда, млн \$
Runa Capital	16	15	3	2	270
I2BF Global Ventures	15	8,1	0,2	0	30
Target Global	15	N/A	3–5	6	797,5
Primer Capital	10	N/A	0,2–0,3	0	5
Fort Ross Ventures	9	35	5	1	310
Gagarin Capital	9	N/A	1	N/A	55
QIWI Venture	7	0,4	0,075– 0,22	0	N/A
Фонд бизнес- ангелов «AddVenture»	7	N/A	N/A	N/A	N/A
Inventure	6	50	1–20	1	150
SD Ventures (Social Discovery Ventures)	6	23,2	0,3–5	0	N/A

На *седьмом* этапе происходит окончание процедуры мониторинга национального венчурного рынка.

На основе результатов мониторинга рынка венчурного капитала автором разработаны сценарии развития рынка венчурных и прямых инвестиций (инерционный, базовый и оптимистичный) с учетом степени решения задач и устранения проблем и ограничений устойчивого развития. Реперные точки по трем сценариям представлены в табл. 2.

Инерционный сценарий предполагает сохранение текущих тенденций развития российского рынка венчурных и прямых инвестиций.

Базовый сценарий предполагает частичную реализацию предлагаемых инициатив и учитывает возможные институциональные и организационные ограничения, с которыми может столкнуться рынок венчурных и прямых инвестиций в ходе структурных преобразований.

Таблица 2

Реперные точки по трем сценариям развития рынка венчурных и прямых инвестиций (источник: разработано автором)

КРІ	Ед. изм.	Методика расчета	Значение КРІ к 2030 г.		
			Инерцион-ный	Базо-вый	Оптимистич-ный
Доля объема сделок на рынке венчурного капитала в ВВП страны	%	Объем РЕ и VC инвестиций, млн долл. * 100 % / (ВВП (ППС), млрд долл. · 1000)	0,04	0,16	0,3
Стоимостный годовой объем сделок на рынке венчурного капитала	млрд р.	(Объем РЕ и VC инвестиций, млн долл. · 67 р./долл.) / 1000	50	218	410
Количество проектов, получивших инвестиции за год	тысяч проектов	(Число РЕ и VC выходов, ед.) / 1000	0,6	1,4	1,8
Капитализация венчурных фондов	трлн р.	(Объем VC фондов, млн долл. · 67 р./долл.) / 1000000	0,4	1,5	2,7
Доля корпораций, НПФ и страховых компаний в капитале венчурных фондов	%	Корпоративные VC фонды · 100 % / (Корпоративные VC фонды + Независимые VC фонды)	22	40	45

Оптимистичный сценарий развития рынка венчурных и прямых инвестиций отражает результат системного преобразования всех элементов экосистемы и их соответствия целевым качественным показателям развития рынка венчурных и прямых инвестиций, в том числе:

- форма государственной поддержки, синхронизированная с ожиданиями и потребностями венчурного рынка;
- организация венчурной экосистемы вокруг ведущих технических высших учебных заведений;
- закрепление принципа глобальности рынка венчурных и прямых инвестиций и его участников;
- концентрация усилий на наиболее конкурентоспособных технологических направлениях;
- существенно расширенный круг инвесторов рынка венчурного капитала;
- создание многоуровневой экосистемы рынка венчурных и прямых инвестиций.

Выводы

Анализируя данные, представленные в таблицах выше, можно сделать вывод: двукратный рост числа венчурных фондов, освоение корпорациями венчурного инструментария, активизация нового поколения бизнес-ангелов – это фундамент интенсивного расширения и развития рынка, которое должно произойти в самом ближайшем будущем.

Библиографический список

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : Указ Президента Российской Федерации № 204 [от 07.05.2018].
2. Толстых, Т. О. Цифровое инновационное производство на основе формирования экосистемы сервисов и ресурсов / Т. О. Толстых, Е. В. Шкарупета, Л. А. Гамидуллаева // Экономика в промышленности. – 2018. – Том 11, № 2. – С. 159–168. – URL: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2018-2-159-168>
3. Стратегия развития отрасли венчурного инвестирования в Российской Федерации. Открытый проект для обсуждения и доработки при участии профессиональных участников рынка венчурного инвестирования. – Москва, 2015. – URL: https://www.rvc.ru/upload/iblock/11d/RVC_vc_strat_draft.pdf (дата обращения: 04.05.2019)
4. Аналитические сборники РАВИ 2004–2018 гг. – URL: <http://www.rvca.ru/rus/resource/library/rvca-yearbook/#download> (дата обращения: 02.06.2019).
5. Рейтинг самых активных венчурных инвесторов в России. – URL: https://www.rvc.ru/upload/iblock/809/RVC_rate_2018.pdf (дата обращения: 02.06.2019).
6. Colombo, M. G. The geography of venture capital and entrepreneurial ventures' demand for external equity / M. G. Colombo, D. D'Adda, A. Quas // Research Policy. – 2019. – Vol. 48, iss. 5. – P. 1150–1170.
7. Briel, F. Not all digital venture ideas are created equal: Implications for venture creation processes / F. Briel, J. Recker, P. Davidsson // The Journal of Strategic Information Systems. – 2018. – Vol. 27, iss. 4. – P. 278–295.
8. Gamidullaeva, L. A. Transaction Costs, Institutions and Regional Innovation Development: the Case of Russia / L. A. Gamidullaeva, T. O. Tolstykh // Proceedings of the

30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA) (8–9 November 2017). – Madrid Spain. Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management and Global Growth, 2017. – P. 4161–4173.

9. González-Uribe, J. NNExchanges of innovation resources inside venture capital portfolios / J. González-Uribe // *Journal of Financial Economics*. – 2019.

References

1. *O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda: Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii № 204 [ot 07.05.2018]* [On national goals and strategic objectives of the Russian Federation for the period up to 2024 : Decree of the President of the Russian Federation № 204 [from 07.05.2018]]. [In Russian]
2. Tolstykh T. O., Shkarupeta E. V., Gamidullaeva L. A. *Ekonomika v promyshlennosti* [Economy in industry]. 2018, vol 11, no. 2, pp. 159–168. Available at: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2018-2-159-168> [In Russian]
3. *Strategiya razvitiya otrasli venchurnogo investirovaniya v Rossiyskoy Federatsii. Otkrytyy proekt dlya obsuzhdeniya i dorabotki pri uchastii professional'nykh uchastnikov rynka venchurnogo investirovaniya* [Strategy of development of venture investment industry in the Russian Federation. Open project for discussion and improvement with the participation of professional participants of the venture capital market]. Moscow, 2015. Available at: https://www.rvc.ru/upload/iblock/11d/RVC_vc_strat_draft.pdf (accessed May 04, 2019) [In Russian]
4. *Analiticheskie sborniki RAVI 2004–2018 gg.* [Analytical compilations RAVI 2004–2018 years.]. Available at: <http://www.rvca.ru/rus/resource/library/rvca-yearbook/#download> (accessed Jun. 02, 2019). [In Russian]
5. *Reyting samykh aktivnykh venchurnykh investorov v Rossii* [Rating of the most active venture investors in Russia]. Available at: https://www.rvc.ru/upload/iblock/809/RVC_rate_2018.pdf (accessed Jun. 02, 2019). [In Russian]
6. Colombo M. G., D'Adda D., Quas A. *Research Policy*. 2019, vol. 48, iss. 5, pp. 1150–1170.
7. Briel F., Recker J., Davidsson P. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2018, vol. 27, iss. 4, pp. 278–295.
8. Gamidullaeva L. A., Tolstykh T. O. *Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA) (8–9 November 2017)*. Madrid Spain. Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management and Global Growth, 2017, pp. 4161–4173.
9. González-Uribe J. *Journal of Financial Economics*. 2019.

Каминский Станислав Михайлович

аспирант,
Ростовский государственный
экономический университет
(Россия, г. Ростов-на-Дону,
ул. Большая Садовая, 69)
E-mail: anjelika-rsue@yandex.ru

Kaminskiy Stanislav Mikhaylovich

postgraduate student,
Rostov State Economic University
(69 Bolshaya Sadovaya street,
Rostov-on-Don, Russia)

Образец цитирования:

Каминский, С. М. Инструментарий и стратегические перспективы венчурного инвестирования обновления экономических систем / С. М. Каминский // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 72–81.

**УПРАВЛЕНИЕ КРОСС-КУЛЬТУРНЫМИ КОЛЛЕКТИВАМИ
В МЕЖДУНАРОДНОМ И НАЦИОНАЛЬНОМ БИЗНЕСЕ**

Л. В. Рожкова, Г. Н. Тугускина, О. В. Сальникова

**MANAGING CROSS-CULTURAL TEAMS
IN THE INTERNATIONAL AND NATIONAL BUSINESS**

L. V. Rozhkova, G. N. Tuguskina, O. V. Sal'nikova

Аннотация. *Актуальность и цели.* Актуальность темы исследования обусловлена рядом причин. Во-первых, рост числа международных компаний, поликультурных организаций. Во-вторых, глобализация экономики влечет расширение международных связей. В-третьих, столкновение разных культур встречается все чаще, затрагивая разные сферы жизнедеятельности. В-четвертых, полиэтничность обществ обуславливает целесообразность учета в бизнесе кросс-культурных аспектов. В этих условиях повышается роль кросс-культурного менеджмента в формировании эффективного межкультурного взаимодействия, снижении межкультурных конфликтов в целях повышения эффективности функционирования современных организаций. Цель исследования состоит в изучении теоретических и практических основ управления кросс-культурными коллективами в современных условиях. *Материалы и методы.* Реализация исследовательских задач была достигнута на основе изучения научных источников информации в отношении сущности кросс-культурных коллективов, их формирования и управления. Методология исследования базируется на системном и социокультурном подходах. *Результаты.* Проведен теоретический анализ понятия «кросс-культурный коллектив», раскрыты особенности его формирования, рассмотрены механизмы управления кросс-культурными коллективами с учетом отечественного и зарубежного опыта. *Выводы.* Управление кросс-культурными коллективами рассматривается как часть кросс-культурного менеджмента и управления персоналом. Наибольшие проблемы вызывают межкультурные коммуникации членов команды и возникновение организационных конфликтов вследствие культурных отличий. Решение этих проблем связано с использованием стратегий управления кросс-культурными коллективами.

Ключевые слова: кросс-культурные коллективы, кросс-культурный менеджмент, межкультурные коммуникации, кросс-культурные исследования, организации.

Abstract. *Subject and goals.* The relevance of research topic is due to several reasons. Firstly, this is the growth in number of international companies and multicultural organizations. Secondly, the economy globalization leads to expansion of international relations. Thirdly, the collision of different cultures is becoming more common, affecting different spheres of life. Fourthly, the poly-ethnicity of societies determines the feasibility of taking into account cross-cultural aspects in business. Under these conditions, the role of cross-cultural management is increasing in the formation of effective intercultural interaction, in reducing intercultural conflicts in order to increase the efficiency of functioning of modern organizations. The purpose of the research is to study theoretical and practical fundamentals of managing cross-cultural groups in modern conditions. *Materials and methods.* The implementation of research tasks was achieved on the basis of the study of scientific sources of information regarding the essence of cross-cultural groups, their formation and management. The methodology of the research is based on system and sociocultural approaches. *Results.* The theoretical analysis of "cross-cultural collective" concept is carried

out, the peculiarities of their formation are disclosed, the control mechanisms of cross-cultural collectives is considered taking into account domestic and foreign experience. *Conclusions.* Management of cross-cultural collectives is considered as part of cross-cultural management and human resource management. The greatest problems are caused by intercultural communication of collective members and the emergence of organizational conflicts due to cultural differences. Solving these problems involves using strategies to manage cross-cultural collective.

Keywords: cross-cultural collective, cross-cultural management, intercultural communications, cross-cultural researches, organizations.

Введение

В современных условиях проблемы кросс-культурного менеджмента и межкультурных коммуникаций становятся все более актуальными: расширяются деловые и межкультурные связи, развиваются международные компании и объединения, формируются многонациональные коллективы. В переводе с английского «кросс-культура» («cross», «culture») означает «пересечение культур». Среди теорий, которые описывают сущность культурных различий и объясняют их влияние на организационное поведение, выделяются наиболее распространенные концепции: культурных ориентаций (Ф. Клакхон, Ф. Стродтбек); культурного контекста (Е. Холл); культурных факторов (Г. Хофштеде). Г. Хофштеде эмпирически установил отличия культур по мировоззрению, выделив индивидуалистические (в основе управления – конкурентные отношения и ценности работников) и коллективистские (иерархически выстроенные модели управления, ценность интересов коллектива) культуры [1, с. 421].

Проблемы кросс-культурных различий в международном бизнесе стали исследоваться с 1970-х гг. сначала небольшими странами (Финляндия, Дания, Швеция, Голландия), а потом и ведущими мировыми государствами (Германия, Великобритания, США). Позже к ним присоединились Италия, Испания, Франции. Исследователь Р. Льюис подчеркивает, что современному бизнесу в условиях глобализации требуются как большие знания, так и понимание друг друга, учет кросс-культурных аспектов [2]. При этом проблемы в межкультурном общении возникают не в силу трудностей общения, а в силу различий индивидов [3].

Основная часть

В научной литературе присутствуют разные трактовки понятия «кросс-культура»: взаимодействие, общение представителей различных культур, «пересечение культур разных национальностей», коммуникации и сотрудничество «на стыке культур», «на пересечении культур», «на столкновении культур». Это многообразие определений является свидетельством сложности исследовательской проблемы. Базовыми аксиомами кросс-культурного взаимодействия выступают следующие: отсутствие «плохих» культур; культура познается в сравнении; встречаются разные, но равные культуры [4, с. 49].

Кросс-культурный менеджмент в современном понимании представляет собой деятельность, осуществляемую на пересечении культур. Исследователь Н. П. Зенченко рассматривая кросс-культурный менеджмент выявляет его особенности как процедур и методов, которые, во-первых, «приглушают отрицательное влияние межкультурных различий на решение управленческих задач» и, во-вторых, способствуют развитию межкультурной чувствительно-

сти, понимаемой как эмпатическая способность создавать «культурно целостные решения» проблем в международном менеджменте» [5]. Он имеет два уровня: микроуровень (управление на стыке возрастных, локально-территориальных, организационных, профессиональных и других культур) и макроуровень (на стыке национальных и региональных культур). Основные принципы кросс-культурного менеджмента в международном бизнесе были сформулированы Р. Гестеландом («Кросс-культурное поведение в бизнесе»): продавец должен приспосабливаться к покупателю, а гость должен соблюдать местные обычаи [6, с. 5].

В рамках системы управления персоналом выделяются два подхода к управлению кросс-культурными коллективами: «свобода от культуры» и «зависимость от культуры». В первом подходе утверждается: управление персоналом имеет меньшую зависимость от культуры страны, нежели от размеров компаний, промышленного окружения и используемых производственных технологий. Приверженцы второго подхода акцентируют внимание на разных культурных условиях в разных обществах, которые формируют специфические относительно устойчивые модели мышления и поведения. Эти культурные обстоятельства влияют на использование структур и стилей руководства, соответствующих существующим культурным силам в обществе [7]. На рис. 1 показаны основные задачи и функции, решаемые в рамках кросс-культурного менеджмента и управления персоналом.

Влияние культуры в международном бизнесе проявляется на всех уровнях: в микро-, мезо-, макросредах. Исследователь В. Г. Коновалова выделяет ряд взаимосвязей: многообразие культурного поля бизнеса способствует большей вероятности проявления культурных различий, появления коммуникативных барьеров требует повышения внимания к кросс-культурной компетенции. Кроме того, при коммуникациях сотрудников международных компаний присутствует не только простое взаимодействие национальных культур, а также «наложение» и других субкультур (религиозные, гендерные, возрастные, корпоративные, профессиональные и др.) [8].

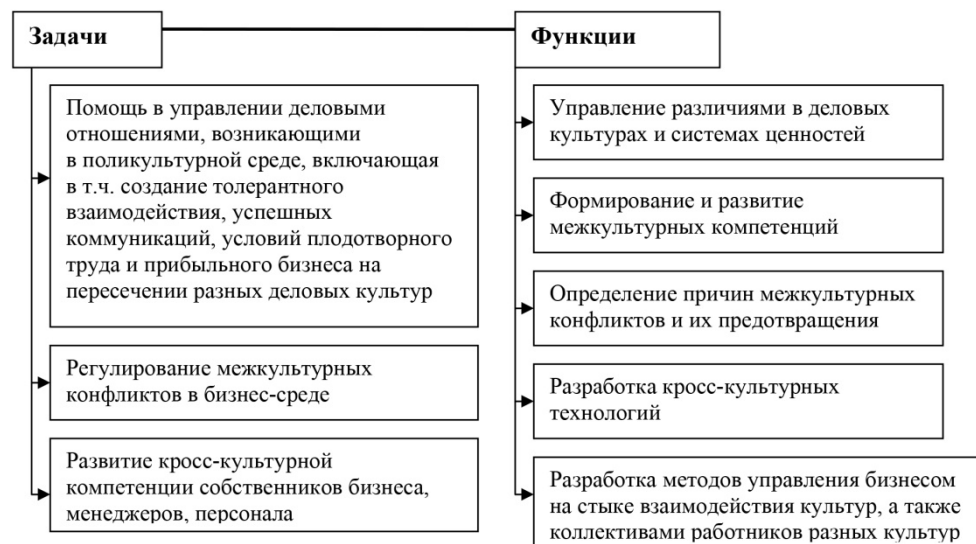


Рис. 1. Задачи и функции кросс-культурного менеджмента в системе управления персоналом (составлено по: [4, с. 49; 23])

На рис. 2 показаны наиболее характерные области социально-экономической деятельности бизнес-организаций, где происходит пересечение, взаимодействие, столкновение разных культур.



Рис. 2. Области деятельности компаний, «охваченные» «пересечением культур» [4, с. 49]

В классификации Р. Льюиса все многообразие мировых культур разделяется на три категории: моноактивные, полиактивные и реактивные (рис. 3).



Рис. 3. Характеристика компаний с разными типами культур (по Р. Льюису) [8]

В результате пересечения различных культур возможны негативные (конфликты) и позитивные (взаимное культурное обогащение, новые открытия, интересные идеи, полезные знания) последствия. Влияние культурных отличий часто имеет скрытую форму. Поэтому их можно обнаружить при

взаимодействии и сравнении [4, с. 49]. Кросс-культурный менеджмент призван не только управлять культурными различиями, но и формировать навыки управления культурным шоком (трудности при вхождении в новую культуру при взаимодействии с представителями иных деловых культур; «ответ человека на новые культурные условия жизни, определенная психологическая дезориентация» [9, с. 65]).

Кросс-культурные команды – группы, сформированные из представителей разных культур с целью выполнения общих задач. В отличие от монокультурных команд им характерно преобладание разных со своей спецификой культур, смешанных языков общения и стилей межличностного взаимодействия. Соответственно для того, чтобы обеспечить эффективность работы такой команды, следует понимать степень влияния ключевых отличительных черт каждой единицы группы на работу команды в целом. В кросс-культурных командах возможны два сценария развития отношений внутри группы: установление культурного единения и сплоченности, либо субгрупповое доминирование и эффект исключенности из внутригруппового взаимодействия [10]. В области командной архитектуры доминируют следующие три наиболее важных фактора для включения индивида в мультикультурную команду: профессиональные качества, способность к работе в команде, уважение, толерантность. Руководители кросс-культурных коллективов так же, как и их члены могут по-разному разрешать эти проблемы на основе своей культурной принадлежности, что определяет специфику их подходов и стратегии управления командой [5, с. 35].

Представители разных деловых культур в кросс-культурных коллективах имеют различные мотивы, стимулы, правила, нормы, традиции, коммуникационные стили, а также могут по-разному воспринимать рабочие ситуации [5, с. 35]. Исследования в сфере управления кросс-культурными коллективами доказывают, что «сложности возникают в общении представителей различных культур из-за национальных особенностей их коммуникативного поведения, которое определяется как поведение вербальное и невербальное, народа, личности, группы лиц в процессе общения, регулируемое нормами и традициями общения данного социума» [11, с. 159].

Представляется, что в тематике кросс-культурных исследований особое звучание приобретает проблема социальной и культурной дистанции (мера сходства и отличия социальных позиций, элементов культуры в конкретных условиях). Чем ближе ценности, базовые установки культур, тем меньше культурная дистанция и соответственно легче построение отношений в кросс-культурном коллективе. Основными факторами эффективности кросс-культурной команды выступают толерантность, эмпатия, знание других культур, иностранных языков.

Осуществление кросс-культурных коммуникаций занимает особое место в развитии и успешном функционировании компании. Д. Я. Зак, Л. И. Забара отмечают, что понятие «межкультурная коммуникация» часто переводят на английский язык аналогично «Cross-cultural communication», тогда как наиболее правильным и неискажающим смысл является перевод «intercultural», что означает связь и общение между представителями различных культур – «диалог культур» [12, с. 134]. Кросс-культурные коммуникации рассматриваются как взаимодействие представителей разных культур, непо-

средственные (контакты между людьми и их общностями) и опосредованные формы коммуникаций [13].

Эффективность коммуникаций – ключевой показатель в кросс-культурном менеджменте, поскольку именно от нее зависит продуктивное сотрудничество международных компаний. Она прямо связана с пониманием культурных, национальных особенностей представителей разных народов и стран. Эффективным коммуникациям в кросс-культурном поле присущи такие критерии, как объективность, доступность (прозрачность), достоверность, своевременность, наличие обратной связи, адресность [14, с. 83].

Г. А. Солтицкая выделяет ряд проблем межкультурной коммуникации в организациях: во-первых, принадлежность членов коллектива к разным культурам, во-вторых, разная вербальная/невербальная интерпретация, в-третьих, «вписывание» в разные контексты. У каждой культуры есть своя модель идеальной коммуникации, осознанно/неосознанно реализуемая при общении [9, с. 57]. Культура обуславливает и выбор формы общения (устная или письменная). Так, например, некоторые культуры более тяготеют к письменной речи (Англия), другие – к устной (Россия), третьи – к их сочетанию (Таиланд). Также очень важным является подбор конкретных слов, поскольку они в разных культурах имеют разные коннотации [9, с. 57, 58].

Тесным образом с кросс-культурной коммуникацией связана кросс-культурная компетентность [15, с. 117]. В научной литературе встречаются разные вариации понимания кросс-культурной компетентности, например, межкультурная, многокультурная компетентность, кросс-культурная грамотность и др. Кросс-культурная компетентность рассматривается как интегральное качество личности (знание об особенностях других культур, умение интерпретировать инокультурную информацию, опыт межкультурного взаимодействия, личностные качества: эмпатия, толерантность [16].

Исследователь Г. А. Солтицкая рассматривает кросс-культурные навыки как способности в смешанной или чужой культурной среде демонстрировать поведение, которое приводит к достижению поставленных целей (понимание природы разных культур и их влияния на трудовое поведение, организацию систем, структур, приоритетов; понимание и умение внедрять элементы одной культуры в другую) [9, с. 52]. Этноцентризм выступает негативным фактором, поскольку демонстрирует «...стремление «вписывать» представителей другой культуры в рамки своей культуры и ожидать, требовать от них соответствующего этим нормам поведения» [9, с. 52].

Рассмотрение особенностей управления кросс-культурными командами требует обращения к кросс-культурным аспектам организационных конфликтов. Так, в коллективистских культурах прямая конфронтация избегается, а в индивидуалистских культурах высказывание своего мнения является неотъемлемой характеристикой честного человека. В культурах с большой дистанцией власти конфликт между уровнями нормален и ожидаем. В культурах с малой дистанцией власти гармония между властью имущими и безвластными ценится, и коллеги стремятся кооперироваться [9, с. 62]. Культурные различия оказывают влияние на выбор стратегии и тактики разрешения организационных конфликтов. В маскулинных культурах конфликт решается в борьбе, в фемининных – путем переговоров и компромиссов. В англоязычных культу-

рах ценится стремление к конфронтации. Японцы и китайцы стремятся разрешать конфликты через компромиссы и консенсус. Культурный фактор оказывает влияние на выбор стратегии действия в конфликтной ситуации. Так, в культурах с большой дистанцией власти руководитель предпочитает не вмешиваться в конфликт. В коллективистских культурах ценится арбитраж [9, с. 62]. Среди основных причин кросс-культурных конфликтов следует выделить следующие: противоречивость и согласованность правовых, институциональных норм, регулирующих отношения в разных странах; факторы кросс-культурных коммуникаций; межличностные конфликты [17].

В литературе выделяется ряд базовых факторов, определяющих эффективность работы мультикультурной команды: стиль лидерства, архитектура команды и подбор ее участников, управление развитием кросс-культурной команды, кросс-культурные коммуникации, кросс-культурный коллективизм, кросс-культурное доверие, кросс-культурный менеджмент, уровень кросс-культурной неопределенности [18]. Последние два фактора – кросс-культурный менеджмент и кросс-культурная неопределенность – являются в некоторой степени факторами, интегрирующими в себе остальные [19]. Так, успешный кросс-культурный менеджмент является следствием успешной работы в сферах формирования команд, налаживания в их рамках коммуникаций, выбора наиболее эффективного лидерского стиля, формирования взаимного доверия и культуры коллективной работы. В свою очередь, кросс-культурная неопределенность – это совокупная характеристика большинства проблем, с которыми сталкиваются мультикультурные команды в процессе своего формирования и работы: коммуникативные барьеры, различное восприятие участниками групп общих целей и норм, различная дистанция власти и прочие уникальные культурные особенности. Преодолению кросс-культурной неопределенности способствует собрание максимального объема данных о культурных особенностях представителей различных стран и дальнейший учет этих особенностей в процессе управления командой [18].

В работе В. Kirkman, J. Cordery, J. Mathieu, B. Rosen, M. Kukenberger мультикультурные группы описываются в форме «сообществ по практике» – мультинациональных команд, которые используют непрерывный обмен знаниями и объединение опыта различных участников на постоянной основе для решения поставленных задач. В ходе исследования было эмпирическим образом выявлено четыре базовых фактора, которые определяют эффективность работы мультинациональных групп [20].

1. Высокий уровень коллективной мотивации (совокупное понимание и положительная оценка своих заданий в контексте организационных целей).

2. Вдохновляющий и ориентированный на сообщество стиль лидерства (такой стиль способствует достижению максимального уровня коллективной мотивации, помогает определить профессиональные цели и зоны ответственности, усиливает чувство автономии и значимости, помогает наладить межличностные связи и повысить восприятие совокупной эффективности всей команды).

3. Статус мультинациональной команды как «ядра» (характеристика значимости для материнской организации. «Ядро» – сообщество представи-

телей высших уровней менеджмента организаций, по ключевым видам деятельности их работа оказывает непосредственное влияние на общую работу материнской организации).

4. Высокая взаимозависимость заданий членов команд (взаимосвязанные задачи способствуют более активной совместной работе, высокой креативности, обмену знаниями, опытом, мозговым штурмам, что оказывает влияние на эффективность принимаемых решений) [18].

Менеджеры при управлении мультикультурными проектными командами сталкиваются с основными проблемами (*Brett, Behfar u Kern*, 2006 [21]; *Ochieng and Price*, 2009 [19]). Коммуникации выделяются как одна из наиболее общих и часто встречающихся проблем в работе мультикультурных организаций. Так, в случае западной культуры очевидно преобладание явных способов передачи информации (значение фраз ограничено их внешней формой, при ведении переговоров все альтернативы обозначаются открыто и в явном виде). Для культур восточного типа контекст может оказывать значительно большее влияние, чем само сообщение, преобладает неявный способ передачи информации. Для американских и европейских работников эффективность коммуникации по электронной почте значительно выше, чем для представителей Японии и Китая. В то же время эффект от личных встреч с руководством для представителей стран Азии выше, чем для западных работников. Другой проблемой в коллективах между носителями западноевропейских и восточноазиатских культурных традиций является иерархия. Для носителей западной деловой культуры дистанция власти существенно меньше, чем для их восточных аналогов. В случае представителей восточных культурных групп отсутствие явно выраженной иерархии может оказывать негативное влияние на общие результаты работы команд. Для представителей западных культур характерно стремление решить поставленные в рамках проекта задачи с минимальными затратами времени и минимально возможным использованием ресурсов. Однако подобная позиция находится в противоречии с представлениями о решении проблем у носителей восточных культурных традиций, для которых характерен более размеренный, детальный подход к рассмотрению и решению проблем – создание наиболее полной и детальной картины, учет всех значимых с их точки зрения факторов и поиск наилучшего решения. Обладая рядом преимуществ, такой подход тем не менее требует значительно больших затрат времени, внимания и прочих ресурсов, что способно негативно воздействовать на результаты работы проектных команд. Несмотря на то, что в большинстве примеров мультикультурных команд проблемы языковых барьеров традиционно рассматриваются как мало значимые, предполагая, что в командах существует некий единый язык общения и их участники в достаточной мере им владеют. Однако эта проблема достаточно часто недооценивается (*Behfar, Kern*). Так, не обладая совершенным владением иностранными языками, члены группы зачастую оказываются неспособны к эффективной коммуникации. Проблема усугубляется в тех случаях, когда члены группы в то же время обладают и небольшим объемом знаний. Основные стратегии для преодоления этих проблем представлены в табл. 1.

Таблица 1

Стратегии преодоления проблем в кросс-культурных коллективах [18, 19, 21]

Проблема	Направление применения	Стратегия
1	2	3
Коммуникации (Ochieng, Price)	Облегчение координации общей работы команды, обеспечение непрерывного часового режима работы всей группы	Введение различных временных зон в зависимости от географического расположения участников группы и назначение менеджеров отдельно для каждой команды пропорционально количеству участников, располагающихся в каждой зоне. Проведение личных встреч менеджеров с участниками групп, а также участников групп друг с другом. Необходимо учитывать различия в коммуникативных стилях и уровне «контекстности» языка между разными культурами
Принятие решений (Ochieng, Price)	Формирование обратной связи, облегчение понимания поставленных целей и задач	Постоянная организация личных встреч между менеджерами и участниками группы (особенно важно при работе с азиатскими коллегами, не стремящимися к высказыванию своей позиции с помощью Интернета или телефонных звонков). Визуализация в формировании и распределении заданий
Лидерство (Ochieng, Price)	Формирование доверия участников групп к менеджерам и друг к другу	Для этого необходимо на начальных этапах работы группы уделять больше времени неформальному общению с учетом культурных специфик различных членов группы
Адаптация (Brett, Behfar, Kern)	Преодоления конфликтов на почве культурных различий (в т.ч. в процессах принятия решений)	Членами мультикультурной команды открыто очерчиваются те проблемы, которые мешают эффективной работе структур. После этого участники команды начинают подстраивать собственную систему норм и ценностей с целью преодоления обозначенных проблем (ограничение – отсутствие личностной гибкости). В результате подобной адаптации эффект культурных различий нивелируется
Структурные интервенции (Brett, Behfar, Kern)	Изменение восприятия иерархических отношений участниками команды	Характерный пример – дискомфорт для отдельных членов группы от работы в рамках одной команды с участниками, находящимися на более низком или более высоком уровне иерархии. Для решения этой проблемы проводят изменение структуры команд, разделение их на несколько более мелких однородных по составу групп или перестановка отдельных элементов (ограничение – отсутствие структурной гибкости команды)

1	2	3
Менеджерские интервенции (Brett, Behfar, Kern)	Повышение качества коммуникаций внутри группы	Приглашение внешнего менеджера с достаточной квалификацией и уровнем работы в аналогичных проектах (ограничение – применимо к конфликтам, носящим более межличностный, чем межкультурный характер; появление постороннего менеджера может нарушить целостность команды)
Выход (Brett, Behfar, Kern)	Последнее средство для сохранения команды, применимо ко всем типам проблем	Исключение из команды тех или иных ее членов. При этом негативные эффекты такого решения также могут быть весьма значительны, так как команды в целом теряют часть знаний, опыта и коммуникаций, что в дальнейшем может негативно сказаться на работе

Заключение

Управление кросс-культурными коллективами рассматривается как часть кросс-культурного менеджмента и управления персоналом. Наибольшие проблемы вызывают межкультурные коммуникации членов команды и возникновение организационных конфликтов вследствие культурных отличий. Решение этих проблем связано с использованием стратегий управления кросс-культурными коллективами. При формировании эффективной системы управления компанией с многонациональным коллективом во главу угла необходимо ставить следующие моменты [22, с. 66–88]: учет типа многонациональной компании, влияние корпоративной и национальных культур, доминантное положение одной национальной культуры в коллективе над другими, необходимость аккультурации новых членов организации, подготовка менеджеров многонациональных компаний для работы в рамках иной национальной культуры, знание инокультурного коммуникативного кода (языка, норм и правил поведения, психологии и менталитета и т.д.) [23].

Библиографический список

1. Пищик, В. И. Кросс-культурные психологические особенности подбора и управления профессиональными многонациональными кадрами в строительной компании / В. И. Пищик // Fundamental research. – 2016. – № 2. – С. 420–424.
2. Льюис, Р. Деловые культуры в международном бизнесе. От становления к взаимопониманию / Р. Льюис ; пер. с англ. Т. А. Нестика. – Москва : Дело, 1999. – 440 с.
3. Гибадулин, Р. Х. Кросс-культурный подход к развитию межнационального, межрегионального и международного бизнеса / Р. Х. Гибадулин // Проблемы современной экономики. – 2006. – № 1/2 (17/18). – С. 436–438
4. Василенко, Н. Г. Развитие кросс-культурного менеджмента / Н. Г. Василенко // Альманах современной науки и образования. – 2013. – № 2 (69). – С. 48–50.
5. Зенченко, Н. П. Управление кросс-культурными коллективами в организациях : дис. ... канд. экон. наук / Зенченко Н. П. – Москва, 2017. – 154 с.
6. Завьялова, Т. И. Теоретические подходы к формированию кросс-культурного менеджмента / Т. И. Завьялова, О. М. Федорова // Вектор экономики. – 2017. – № 2. – С. 5

7. Дихтять, А. Б. Кросс-культурные стили управления персоналом организации / А. Б. Дихтять // Вестник университета (ГУУ). – 2012. – № 8. – С. 85–88
8. Коновалова, В. Г. Культурный шок неизбежен? С какими проблемами сталкивается российский персонал в международных компаниях? / В. Г. Коновалова // Кадровик. Кадровый менеджмент. – 2009. – № 9. – С. 38–44.
9. Солтицкая, Г. А. Кросс-культурные аспекты управления персоналом / Г. А. Солтицкая // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2002. – № 4. – С. 51–70.
10. Ведерникова, Е. Ю. Эффективное управление кросс-культурными командами. Распределение командных ролей в ТНК / Е. Ю. Ведерникова // Инновационные технологии в современных научных исследованиях: экономические, социальные, философские, политические, правовые, общенаучные тенденции : материалы конф. – Новосибирск, 2017. – С. 51–53
11. Гришаева, Л. И. Специфика деятельности коммуникантов в межкультурной среде : монография / Л. И. Гришаева. – Воронеж : Научная книга, 2009. – 262 с.
12. Зак, Д. Я. Феномен кросс-культурной коммуникации в современном образовательном пространстве / Д. Я. Зак, Л. И. Забара // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 1. – С. 132–138.
13. Ломовцева, А. В. Межкультурные коммуникации и кросс-культурный менеджмент в России / А. В. Ломовцева, А. С. Илюшина, А. А. Малышева // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2016. – № 10. – С. 4–7
14. Головлева, Е. Л. Основы межкультурной коммуникации / Е. Л. Головлева. – Москва : Феникс, 2014. – 224 с.
15. Мясоедов, С. П. Кросс-культурный менеджмент / С. П. Мясоедов, Л. Г. Борисова. – Москва : Юрайт, 2015. – 314 с.
16. Шахназарова, А. А. Критерии сформированности кросс-культурной компетентности школьников / А. А. Шахназарова // Вестник РУДН. – 2012. – № 3. – С. 193–199.
17. Ма, С. Проблемы в управлении персоналом на основе кросс-культурных особенностей в компании международного бизнеса / С. Ма, С. М. Максимова // Студенческий электрон. науч. журн. – 2018. – № 12 (32). – URL: <https://sibac.info/journal/student/32/111782>
18. Обзор эмпирических исследований способов повышения эффективности мультикультурных команд. – URL: https://studwood.ru/526203/menedzhment/obzor_empiricheskikh_issledovaniy_sposobov_povysheniya_effektivnosti_multikulturnyh_komand
19. Ochieng, E. G. Framework for Managing Multicultural Project Teams / E. G. Ochieng, A. D. Price // Engineering, Construction and Architectural Management. – 2009. – Vol. 16, iss. 6. – P. 527–543
20. Managing a new collaborative entity in business organizations: understanding organizational communities of practice effectiveness / B. Kirkman, J. Cordery, J. Mathieu, B. Rosen, M. Kukenberger // Journal of Applied Psychology. – 2011. – Vol. 96, № 6. – P. 1234–1245.
21. Brett, J. Managing multicultural teams / J. Brett, K. Behfar, M. C. Kern // Harvard Business Review. – 2006. – Vol. 84, iss. 11. – P. 84–91
22. Муратова, А. Р. Проблемы кросс-культурной коммуникации в управлении компанией с мононациональным коллективом / А. Р. Муратова // Scientific Journal «Innovation Systems». – 2014. – № 1 (1). – С. 64–70.
23. Годун, Н. В. Отличительные особенности кросс-культурного менеджмента в рамках управления персоналом организации / Н. В. Годун // Студенческий форум : электрон. научн. журн. – 2018. – № 27(48). – URL: <https://nauchforum.ru/journal/stud/48/43809>

References

1. Pishchik V. I. *Fundamental research*. 2016, no. 2, pp. 420–424.
2. L'yuis R. *Delovye kul'tury v mezhdunarodnom biznese. Ot stanovleniya k vzaimoponimaniyu* [Business cultures in international business. From becoming to understanding]; transl. from Engl. by T. A. Nestik. Moscow: Delo, 1999, 440 p. [In Russian]
3. Gibadulin R. Kh. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of modern economy]. 2006, no. 1/2 (17/18), pp. 436–438. [In Russian]
4. Vasilenko N. G. *Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Almanac of modern science and education]. 2013, no. 2 (69), pp. 48–50. [In Russian]
5. Zenchenko N. P. *Upravlenie kross-kul'turnymi kollektivami v organizatsiyakh: dis. kand. ekon. nauk* [Management of cross-cultural groups in organizations : dis. ... kand. econ. sciences']. Moscow, 2017, 154 p. [In Russian]
6. Zav'yalova T. I., Fedorova O. M. *Vektor ekonomiki* [Economic vector]. 2017, no. 2, p. 5. [In Russian]
7. Dikhtyat' A. B. *Vestnik universiteta (GUU)* [Bulletin of the University (GUU)]. 2012, no. 8, pp. 85–88. [In Russian]
8. Konovalova V. G. *Kadrovik. Kadrovyy menedzhment* [Kadrovik. Personnel management]. 2009, no. 9, pp. 38–44. [In Russian]
9. Soltitskaya G. A. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta* [Bulletin of St. Petersburg University]. 2002, no. 4, pp. 51–70. [In Russian]
10. Vedernikova E. Yu. *Innovatsionnye tekhnologii v sovremennykh nauchnykh issledovaniyakh: ekonomicheskie, sotsial'nye, filosofskie, politicheskie, pravovye, obshchenauchnye tendentsii: materialy konf.* [Innovative technologies in modern scientific research: economic, social, philosophical, political, legal, General scientific trends : conference materials]. Novosibirsk, 2017, pp. 51–53. [In Russian]
11. Grishaeva L. I. *Spetsifika deyatel'nosti kommunikantov v mezhkul'turnoy srede: monografiya* [The specifics of the communicants in a cross-cultural environment : monograph]. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2009, 262 p. [In Russian]
12. Zak D. Ya., Zabara L. I. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii* [Pedagogical education in Russia]. 2018, no. 1, pp. 132–138. [In Russian]
13. Lomovtseva A. V., Ilyushina A. S., Malysheva A. A. *Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologiy* [Economics and management of innovative technologies]. 2016, no. 10, pp. 4–7. [In Russian]
14. Golovleva E. L. *Osnovy mezhkul'turnoy kommunikatsii* [Basics of intercultural communication]. Moscow: Feniks, 2014, 224 p. [In Russian]
15. Myasoedov S. P., Borisova L. G. *Kross-kul'turnyy menedzhment* [Cross-cultural management]. Moscow: Yurayt, 2015, 314 p. [In Russian]
16. Shakhnazarova A. A. *Vestnik RUDN* [Bulletin of RUPF]. 2012, no. 3, pp. 193–199. [In Russian]
17. Ma S., Maksimova S. M. *Studencheskiy elektron. nauch. zhurn.* [Student electron. science. journal]. 2018, no. 12 (32). Available at: <https://sibac.info/journal/student/32/111782> [In Russian]
18. *Obzor empiricheskikh issledovaniy sposobov povysheniya effektivnosti multikul'turnykh komand* [Review of empirical studies of ways to improve the effectiveness of multicultural teams]. Available at: https://studwood.ru/526203/menedzhment/obzor_empiricheskikh_issledovaniy_sposobov_povysheniya_effektivnosti_multikulturnyh_komand [In Russian]
19. Ochieng E. G., Price A. D. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2009, vol. 16, iss. 6, pp. 527–543.
20. Kirkman B., Cordery J., Mathieu J., Rosen B., Kukenberger M. *Journal of Applied Psychology*. 2011, vol. 96, no. 6, pp. 1234–1245.

21. Brett J., Behfar K., Kern M. C. *Harvard Business Review*. 2006, vol. 84, iss. 11, pp. 84–91
22. Muratova A. R. *Scientific Journal «Innovation Systems»*. 2014, no. 1 (1), pp. 64–70.
23. Godun N. V. *Studencheskiy forum: elektron. nauchn. zhurn.* [Student forum : electron. scientific. journal]. 2018, no. 27 (48). Available at: <https://nauchforum.ru/journal/stud/48/43809> [In Russian]

Рожкова Лилия Валерьевна

доктор социологических наук,
заведующий кафедрой
экономической теории
и международных отношений,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: mamaeva_lv@mail.ru

Rozhkova Lilia Valeryevna

doctor of sociological sciences,
head of sub-department economic theory
and international relations,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Тугускина Галина Николаевна

доктор экономических наук, профессор,
кафедра менеджмента и экономической
безопасности,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: galina066@mail.ru

Tuguskina Galina Nikolaevna

doctor economical sciences, professor, sub-
department of management and economic
security,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Сальникова Ольга Владимировна

старший преподаватель,
кафедра экономической теории
и международных отношений,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: sova_newm@mail.ru

Salnikova Olga Vladimirovna

senior lecturer,
sub-department of economic theory
and international relations,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Рожкова, Л. В. Управление кросс-культурными коллективами в международном и национальном бизнесе / Л. В. Рожкова, Г. Н. Тугускина, О. В. Сальникова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 82–94.

РАЗДЕЛ 2

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, МЕХАНИЗМЫ В ТЕХНИКЕ

УДК 332

УМНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ НА ПЛАТФОРМЕ ОДНОПЛАТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ¹

Е. В. Буценко, А. В. Курдюмов

SMART FARMING ON A SINGLE-BOARD COMPUTER PLATFORM

E. V. Butsenko, A. V. Kurdyumov

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Рассмотрены основные тренды в развитии сельского хозяйства и АПК. В настоящее время для данной отрасли первоочередными задачами являются совершенствование, разработка и внедрение проектов интеллектуального сельского хозяйства, которое включает в себя принципы автоматизации и роботизации производства. Рассмотрены вопросы разработки системы автоматизированного управления хозяйственными процессами для сельскохозяйственного предприятия. Определены основные этапы создания аппаратной части системы, использования микроконтроллеров, сенсоров и модулей. Исследованы вопросы организации серверной части разрабатываемой системы, а также подключения датчиков и модулей к микроконтроллеру. *Материалы и методы.* Представлена разработка модулей мониторинга и управления электроэнергией, светом, температурой и влажностью с использованием языка программирования C++. Проведен анализ тестовых модулей под управлением микроконтроллера. *Результаты и выводы.* Апробация системы выполнена на базе агрофирмы «Восточная» Свердловской области. Дальнейшее развитие данного научного исследования может быть направлено на создание и применение различных IoT-технологий в аграрном секторе, в т.ч. использование архитектурных платформ для разработки актуальных прикладных решений.

Ключевые слова: IoT-система, система мониторинга и управления, АСУ, интеллектуальная автоматика, разработка системы, сельское хозяйство, сельскохозяйственное предприятие

Abstract. *Subject and goals.* The article discusses the main trends in the development of agriculture and the agro-industrial complex. Currently, for this industry, the priority tasks are the improvement, development and implementation of projects of intelligent agriculture, which includes the principles of automation and production robotization. The paper deals with the development of a system of automated management of business processes for an agricultural enterprise. The main stages of creating the hardware of the sys-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-010-00886 «Комплексное экономико-правовое исследование повышения конкурентоспособности агропромышленного комплекса Российской Федерации в условиях развития и интеграции информационно-цифровых систем».

tem, using microcontrollers, sensors and modules are defined. The organization of the server part of the developed system, as well as the connection of sensors and modules to the microcontroller, are investigated. *Materials and methods.* The development of modules for monitoring and managing electricity, light, temperature and humidity using the C ++ programming language is presented. The analysis of test modules under the control of the Arduino microcontroller is carried out. *Results and conclusions.* The practical implementation of the developed system is made on the basis of the Vostochnaya agricultural firm of the Sverdlovsk region. Further development of this research area may be aimed at the creation and application of various IoT technologies in the agricultural sector, including the use of architectural platforms for the development of relevant application solutions.

Keywords: IoT-system, monitoring and control system, automated control system, intelligent automation, system development, agriculture, agricultural enterprise

Введение

В связи с ростом численности населения планеты для обеспечения потребностей человечества мощности заводов и хозяйств должны увеличиться на 70–100 %. По этой причине компании активно внедряют проекты «Индустрии 4.0», чтобы подготовиться к росту нагрузки. В России примерно каждое десятое аграрное хозяйство или крупный холдинг использует цифровые технологии, чтобы повысить свою эффективность.

В первую очередь отрасль сейчас запускает проекты интеллектуального сельского хозяйства, которое включает в себя принципы автоматизации и роботизации производства.

Аграрные smart-системы должны как можно меньше использовать внешние ресурсы (топливо, химикаты), чтобы снизить нагрузку на экологию. При этом в сельском хозяйстве все чаще применяются «зеленые технологии»: возобновляемые источники энергии, биотопливо, органические удобрения и т.д.

Около 80 % отраслевых производителей, которые работают в Евросоюзе, по состоянию на 2018 г. внедрились элементы Интернета вещей, в США – около 60 % компаний. Такие данные приводят авторы обзора «Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства» [1].

В Испании инновационная продукция занимает 12,7 % в общем объеме отгруженных товаров и работ в аграрно-промышленном комплексе, в Дании – 11,6 %, в Нидерландах – 9,2 % [2].

В России примерно каждые десятая ферма, хозяйство или холдинг внедряют технологии точного земледелия. Таковы результаты опроса, проведенного журналом «Агроинвестор» среди 200 участников рынка [3].

Под термином «точное земледелие» (Precision Farming) эксперты подразумевают интегрированную сельскохозяйственную производственную систему. В ее контуре сотрудники используют IT-технологии, инструменты автоматического контроля за оборудованием, сенсорную технику и пр.

Инновационная продукция в отечественном АПК занимает всего 1,4 % во всем объеме отраслевых товаров и работ, возможности IoT используют 0,05–5 % производителей РФ [4].

«В России эти технологии только внедряются и потеряно очень много времени, в то время как другие страны уже давно этим занимаются и поэтому далеко продвинулись. Но сельскохозяйственный потенциал в России очень велик, поэтому с точки зрения перспективы данные технологии будут вос-

требованы», – цитируют авторы доклада КубГАУ заявление директора Центра практического обучения DEULA-Nienburg Бернарда Антельмана [1].

В отрасли есть большой потенциал для снижения затрат. Например, на производстве зерновых культур можно сэкономить около 30 %, если внедрить инструменты цифровой экономики. Сейчас себестоимость 1 тонны зерна составляет 6,58 тыс. рублей, показатель реально сократить до 5,07 тыс. рублей [1].

По итогам 2018 г. активно внедряли элементы точного земледелия в Краснодарском крае (189 хозяйств), Воронежской (182) и Нижегородской областях (144). На сегодняшний момент в отечественном сельском хозяйстве пользуются популярностью несколько цифровых решений.

Наиболее востребованы так называемые системы параллельного вождения на базе GPS: с помощью спутниковой навигации аграрии могут удаленно контролировать прямо- и криволинейную езду машин, при этом сводить к минимуму перекрытия и недоходы машин между загонками.

Еще одно IT-решение, которое интересует участников рынка, – это картирование урожайности. За счет специальных датчиков, бортовых компьютеров и приемников GPS удастся составить специальные карты урожайности и влажности зерна. Компании получают точные прогнозы о том, какие будут результаты сбора в конце сезона [5].

Кроме того, в России начинают появляться решения по так называемому «дифференцированному внесению удобрений», эта система помогает распределять подкормки наиболее эффективно.

Таким образом, разработка IT-систем управления для данной области хозяйствования является приоритетным направлением развития государственной экономики, которое нуждается в разработке современных инструментов для управления своими подсистемами.

Итак, современный уровень развития сельского хозяйства и АПК предъявляет очень высокие требования к организации всех его процессов, начиная от выбора земельных угодий до обеспечения безопасности и контроля за вспомогательной техникой. Повышаются требования к надежности сложных систем управления хозяйствами.

В результате инженерное оснащение предприятий неуклонно усложняется, и растет количество устройств, участвующих в формировании этой среды.

Цель настоящего исследования – совершенствование и разработка автоматизированной системы управления сельскохозяйственным предприятием по осуществлению функций мониторинга и управления его хозяйственными процессами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить основные принципы функционирования разрабатываемой системы автоматического управления оборудованием для мониторинга и управления хозяйственными процессами предприятия;
- определить микроконтроллеры как основной инструмент реализации аппаратной части мониторинга;
- исследовать использование сенсоров, модулей и плат расширения, совместимых с микроконтроллерами;

- рассмотреть возможность использования вычислительного сервера, который будет обрабатывать данные, переданные с микроконтроллера;
- определить основные радиоэлектронные и электротехнические процессы;
- выявить недостатки выбранных путей реализации и предложить альтернативные способы их решения.

Результаты исследования

Рассмотрим основные принципы работы системы на примере агрофирмы, использующей технологию выращивания культур на основе системы закрытого грунта.

В каждом современном хозяйстве в той или иной степени функционирует большое количество оборудования, обеспечивающего и создающего полноценную рабочую среду. Удобство управления этими системами, их интеграция друг с другом, возможность слаженно работать вместе, увеличивая тем самым функциональность каждой из них в отдельности, – дает возможность назвать такое хозяйство умным или интеллектуальным. IoT-система (от англ. Internet of Things – Интернет вещей) поддерживает оптимальным образом постоянный микроклимат, сохраняя тем самым нужную температуру, влажность и освещенность.

Такая автоматизированная система управления на основе технологий IoT (в дальнейшем – АСУ, IoT-система) в постоянном режиме отслеживает все инженерные системы и не допускает возникновения чрезвычайных ситуаций. Управление заключается и в получении информации о состоянии системы в целом, а также ее передаче на любое расстояние. Рассматриваемый вид АСУ – это система интеллектуальной автоматики для управления инженерными системами современного хозяйства.

Система интеллектуальной автоматизации сельскохозяйственного предприятия (СИАСП) обеспечивает механизм централизованного контроля и интеллектуального управления в офисных, производственных, вспомогательных и подсобных помещениях хозяйства, мастерских, складах, нефтебазе, автогараже и т.д. Применение системы позволяет хозяйству задавать параметры индивидуальной среды, осуществлять управление всеми подсистемами, получать доступ к информации о состоянии всех систем.

Интерфейс СИАСП основан на взаимодействии с сенсорными видеопанелями, которые отображают план любого помещения или окружающей территории и выводят изображения с видеокамер.

При работе системы по выбранному сценарию работник хозяйства оперативно меняет параметры устройств. При установке определенных режимов система отключит или переведет в экономный режим работы, неиспользуемые помещения (климатические теплые камеры, кондиционеры и т.п.), включит режим охраны периметра. Тем самым обеспечивается экономный и безопасный режим работы оборудования. Об аварийных ситуациях система оповестит через встроенные акустические системы или, если будет поручено, дозвонится до специальных служб – МЧС, полиции, пожарной части.

Огромное количество функций возлагается на микроконтроллеры. Они программируются на плате с помощью среды разработки и языка программирования, основанного на C/C++.

Сенсоры в СИАСП измеряют разные физические величины или реагируют на физические явления и отправляют эту информацию в виде электрического сигнала.

На основе действия фоторезистора создана схема, передающая данные об уровне освещенности в виде аналогового сигнала на управляющую электронику. Для этого реализован элементарный делитель напряжения, где одним из резисторов является фоторезистор, а вторым – резистор на 100 кОм.

Пирозлектрический сенсор фиксирует движение теплых объектов. Выходной информацией с сенсора является бинарный цифровой сигнал – если движения нет, сигнальный контакт установлен в логический нуль. При фиксации движения сигнальный контакт устанавливается в логическую единицу на некоторый промежуток времени.

К системе подключены инфракрасный и ультразвуковой дальномеры [6]. Первый используется для объезда препятствий и ориентирования на местности. Второй – для определения расстояния до объектов путем генерации звуковых импульсов, распространяемых звуковой волной до объекта и обратно.

Также в СИАСП имеются функциональные модули, несущие в себе определенный механизм. Рассмотрим некоторые из них.

Для вывода текста используется LCD дисплей MT-16S2H.

Модуль геркона, внутри которого находятся гибкие металлические ферромагнитные контакты. Контакты перекрываются по длине, но находятся на небольшом расстоянии друг от друга. Их несколько, на разные включения (замыкание или размыкание). При поднесении магнита к геркону контакты замыкаются (или размыкаются). Если установить его как датчик контроля положения, то при поднятии какого-либо предмета сработает сирена.

Еще один модуль СИАСП предназначен для управления нагрузкой. Максимальное коммутируемое напряжение АС 250 В или DC 30 В. Номинальный коммутируемый ток 10 А. Контактная группа реле состоит из трех контактов, что дает возможность при управлении не только замыкать цепь, но и разрывать ее.

Для контроля работы модуля имеется светодиодный индикатор, он подключается к системе без дополнительной обвязки. Имеет гальваническую развязку и, следовательно, надежно защищен от высоковольтных источников.

Также в систему включены модули передачи данных, с помощью которых организована проводная и беспроводная связь между микроконтроллерами. Рассмотрим некоторые из них.

Модули беспроводной связи nRF24L01+, являющиеся приемопередатчиками, организуют беспроводной опрос датчиков, а также отправку команд к исполнительным устройствам системы. На их основе построена система радиоуправления устройствами СИАСП и другими модулями. Благодаря высокой скорости передачи информации через радиопередатчики быстро передаются оцифрованный звук и изображения.

Этот трансивер выполнен на базе микросхемы nRF24L01+. Модуль поддерживает достаточно высокую скорость и может работать на 126 независимых каналах, поэтому сразу несколько устройств могут взаимодействовать между собой, не мешая друг другу.

Модуль nRF24L01 больше подходит для соединений типа «точка-точка», при котором каналы передачи данных никак не защищены. Он подключается к управляющей электронике по протоколу SPI с дополнительными управляющими контактами.

В СИАСП используется плата расширения Ethernet Shield, которая выступает в роли сетевого устройства для обращения к другим устройствам. Она основана на чипе Wiznet W5100, который поддерживает как TCP, так и UDP протоколы.

Для удаленного мониторинга и управления микроконтроллерами системы с подключенными сенсорами и модулями организован веб-сервер, который отвечает за прием и обработку запросов от клиентов к сайту.

Самыми распространенными веб-серверами являются Apache (65 % всех используемых в мире веб-серверов), IIS (12,46 %) и iPlanet server. Они поддерживают большое количество модулей, утилит и дополнений.

Для интрасети небольшого сельскохозяйственного предприятия наиболее оптимальным вариантом является Internet Information Server (IIS). Он имеет несложный процесс развертывания и настройки конфигурации, интеграцию со средствами управления доступом, инструменты контроля параметров системы Performance Monitor и т.п. У IIS можно отметить достаточно высокое быстродействие. Его компоненты поддерживают протоколы HTTP, HTTPS, FTP, NNTP, SMTP, POP3.

Следующим шагом при создании СИАСП является подключение сенсоров и модулей к микроконтроллеру.

Для изменения сопротивления электрического тока в СИАСП используются резисторы общего назначения. Их сопротивление изменяется в пределах 10 %, что зависит от температурного коэффициента сопротивления.

Еще одним элементом системы является конденсатор как средство накопления электроэнергии в электрических цепях. Здесь конденсаторы применены как разделительные элементы там, где необходимо ограничить прохождение постоянного тока, но пропустить переменный.

Следующим элементом является транзистор. Для получения повышенной мощности используются схемы последовательного включения нескольких транзисторов (схемы Дарлингтона).

Далее рассмотрим микроконтроллер Arduino как наиболее доступное средство, на базе которого может быть создана система автоматики и робототехники для сельскохозяйственного предприятия.

Имеется несколько причин выбора данного микроконтроллера. Arduino давно уже перерос стадию «игрушек» и демонстрирует себя как серьезное средство разработки. В малых хозяйствах не имеет смысла разрабатывать специальные системы (как, например, Cropio – автоматическая система спутникового мониторинга сельскохозяйственных угодий [7]) ввиду их сложности и дороговизны. Для данного микроконтроллера создано большое количество бесплатных библиотек, с помощью которых можно запрограммировать необходимые для мониторинга и управления функции. Кроме того, для него выпускается множество видов сенсоров и другой электроники, покрывающей возможные потребности и запросы клиентов.

Итак, среда разработки микроконтроллера содержит два блока: `void setup () {}` и `void loop () {}`. Блок `setup` выполняется только один раз при старте. Блок `loop` определяет выполнение в цикле.

Перед загрузкой программы требуется задать необходимые параметры платы и портов.

При загрузке программы используется Загрузчик (Bootloader), который загружает программный код без использования дополнительных аппаратных средств. При перезагрузке платформы и при загрузке любой программы в микроконтроллер Bootloader активен в течение нескольких секунд. Его работа распознается по сигналам светодиода (13 пин).

Микроконтроллер использует мониторинг последовательной шины, который отображает отправляемые в платформу данные. При этом указывается скорость передачи, соответствующая значению `Serial.begin` в программе.

Определим в общем виде требования к разрабатываемому устройству.

Вначале происходит дистанционный сбор расхода количества киловатт, которые показывает счетчик электроэнергии, а также информации о нагрузке на электрическую цепь в данный момент.

Счетчик электроэнергии генерирует импульсы в соответствии с величиной потребляемой электроэнергии. Импульсы показывает светодиодный индикатор.

Затем можно приступить к созданию устройства, которое считывает показания счетчика и позволит в любой момент дистанционно узнать потраченное количество киловатт и нагрузку в данный момент.

Для того, чтобы подключить фоторезистор к микроконтроллеру, необходимо учесть, что на выходе цепи фоторезистора будет появляться напряжение в диапазоне от 0 до 5 В, которое требуется преобразовать в конкретное число для работы программы микроконтроллера.

В результате получается делитель напряжения, верхнее плечо которого будет меняться в зависимости от уровня света, падающего на фоторезистор. Считываемое с нижнего плеча напряжение подается на аналоговый вход, который преобразует его в число от 0 до 1024.

При создании программного кода необходимо учитывать уровень сложности процессора, его возможность корректно работать с числами с плавающей точкой и вероятность проведения сложных расчетов на сервере.

При большой нагрузке мигания импульсов счетчика, достаточно кратковременных и частых, микроконтроллер должен постоянно и очень быстро считывать показания фоторезистора, поэтому нежелательно его загружать многочисленными расчетами.

Далее создается переменная, которая показывает, к какому входу подключен фоторезистор. В блоке `loop` постоянно считываются показания фоторезистора и записываются в эту переменную.

В зависимости от того, был сигнал или нет, записывается количество миганий. Как только они достигнут передаточного числа счетчика, величина затрат электроэнергии станет равной 1 кВт, счетчик импульсов обнуляется, т.е. для выбранного счетчика 1 кВт он равен 1000 импульсов. Полученное значение электроэнергии передается на сервер для обработки и хранения статистической информации (рис. 1).

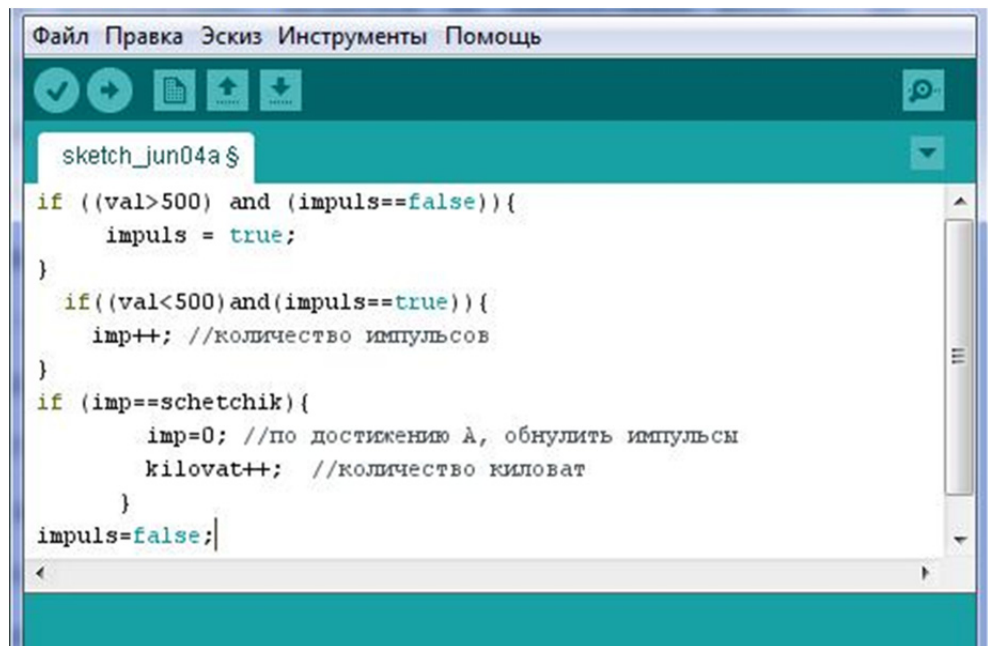


Рис. 1. Расчет расхода электроэнергии

Вычислительной мощности микроконтроллера достаточно для обработки этих значений в штатном режиме. Однако, чтобы реализовать мониторинг нагрузки, лучше не перегружать микроконтроллер дополнительными операциями, так как для вычисления нагрузки необходимо очень точно фиксировать время мигания индикатора, который может мигать несколько раз в секунду. Чем точнее будет время мигания, тем меньше будет погрешность в вычислениях.

Кроме определения количества киловатт, необходимо знать нагрузку в данный момент. Для этого используется команда `millis()`, которая запускает секундомер. Если запомнить время, когда счетчик включился и когда выключился, то посчитав разность этих значений, определяется время длительности одного импульса (рис. 2).

Отдельно для каждого помещения фиксируется потребляемая мощность каждого электроприбора при поочередном включении их в сеть при минимальной нагрузке сети. На основании этих данных определяется, какие приборы могут быть включены в данный момент.

Если по какой-то причине работник забыл выключить электроприбор, то зайдя на веб-сервер, он сможет увидеть, какие приборы сейчас включены, что позволит сократить расход электроэнергии.

Кроме мониторинга показаний электроэнергии, система должна уметь определять и фиксировать температуру окружающей среды как внутри помещений, так и снаружи.

Для измерения температуры внутри помещений используется датчик температуры и относительной влажности DHT11. Показания, которые фиксирует данный сенсор, выводятся на дисплей LCD 1602, а также отправляются на сервер для сбора и вывода статистической информации.

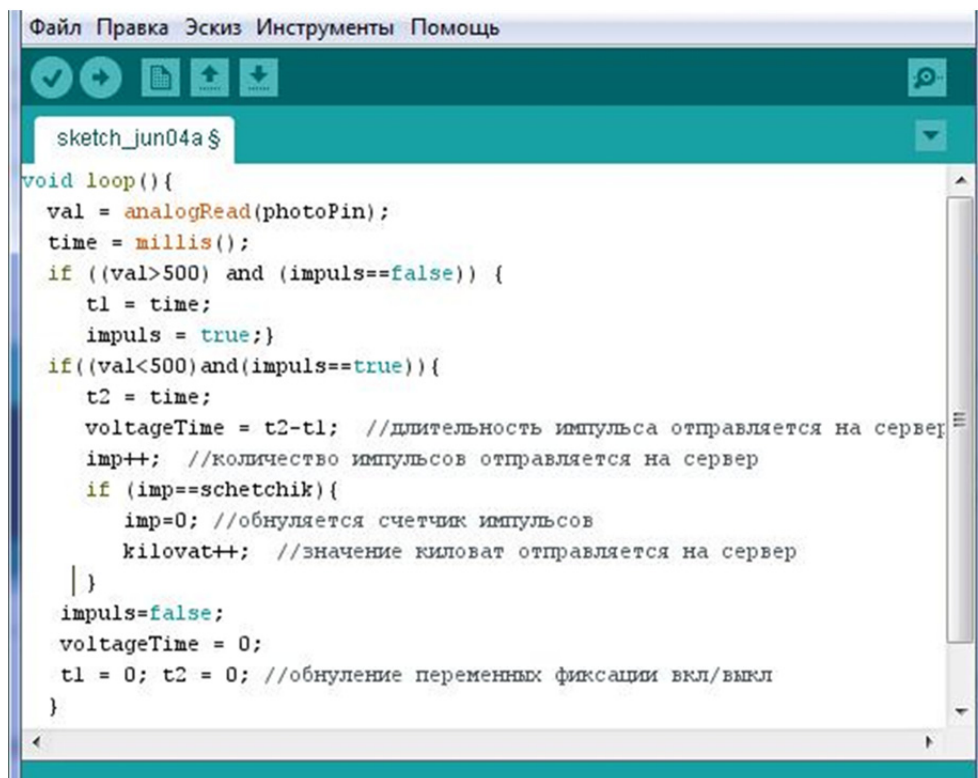


Рис. 2. Фиксация времени для расчета нагрузки

Для измерения температуры внутри помещений используется датчик температуры и относительной влажности DHT11. Показания, которые фиксирует данный сенсор, выводятся на дисплей LCD 1602, а также отправляются на сервер для сбора и вывода статистической информации (рис. 3).

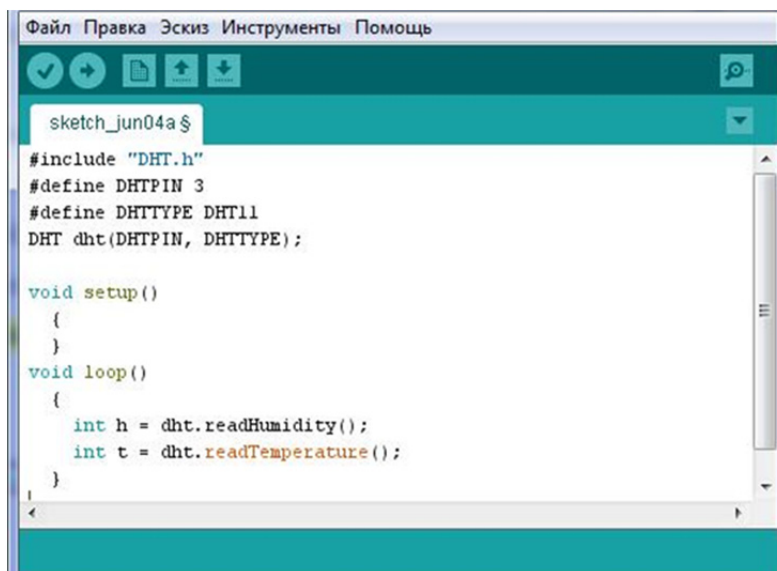


Рис. 3. Считывание показателей с датчика температуры

Зафиксированные данные отправляются на сервер. Также температуру можно выводить на дисплей, чтобы каждый раз не заходить на сайт. Для этого используется библиотека LiquidCrystal.h. Она подключается командой `#include`, затем инициализируется LCD с указанием управляющих контактов командой `LiquidCrystal lcd ()`. В блоке `setup` задается размерность дисплея командой `lcd.begin (x, y)`.

Также добавлены функции: вывод на экран текущего значения температуры; вывод минимального и максимального значения; вывод влажности.

Для того, чтобы вся эта информация поместилась на дисплее, добавляется функция смены экрана один раз в три секунды. Работает эта функция путем очистки экрана и вывода символов заново.

На первом экране отображается показатель текущей температуры, на втором – минимальное и максимальное значения температуры, а на третьем – влажность.

Реализованы данные функции командой `millis ()`, которая запускает счетчик и отсчитывает три секунды, затем меняет экран на следующий, в зависимости от того, какой был включен. При этом порядок экрана задается с помощью переменных `d1`, `d2`, `d3` типа `boolean`, означающих соответственно температуру, минимальное и максимальное значение температуры, а также влажность.

Начальные значения для `d1`, `d2` и `d3` задаются равными `true`, `false` и `false` соответственно. Это означает, что при старте программы на дисплее будет отображена информация о текущей температуре.

При отображении текста на дисплее фиксируется время `t1`, равное текущему времени счетчика. Как только разность времени счетчика и зафиксированного значения `t1` становится больше 3000 мс (трех секунд), информация с дисплея удаляется. При этом `t1` снова изменяется на текущее значение времени счетчика и `d1`, `d2`, `d3` становятся равными `false`, `true`, `false`. Это означает, что в данный момент будет активен экран, на котором отображаются минимальное и максимальное значения температуры.

Экран с отображением влажности реализован аналогично. Таким образом, получается циклическая смена отображения информации на экране раз в три секунды. Это позволяет следить за показаниями температуры и относительной влажности в помещении без необходимости заходить на веб-интерфейс, на котором будет храниться информация. Данный способ отображения информации показан на рис. 4.

Также в СИАСП разработан модуль, выполняющий автоматическое оповещение о незаконном проникновении на территорию хозяйства. Информирование происходит по любому известному каналу связи (громкоговоритель, телефон, электронное сообщение и т.п.).

Для фиксации открытия или закрытия дверей используется модуль геркона. Чтобы не расходовать свободные ресурсы микроконтроллеров, геркон подключается к микроконтроллеру, фиксирующему температуру и влажность, и выводит показания на дисплей через свободный цифровой выход.

Подключение библиотек в данном случае не нужно. Для получения данных от модуля геркона задается цифровой выход на микроконтроллере. Затем эта информация считывается в блоке `loop`. Результат передается на сервер, который информирует об открытии и закрытии двери по каналу связи. Состояние открытия или закрытия входной двери выводится на уже используемый дисплей, так как в нем свободна нижняя строка в 16 символов.

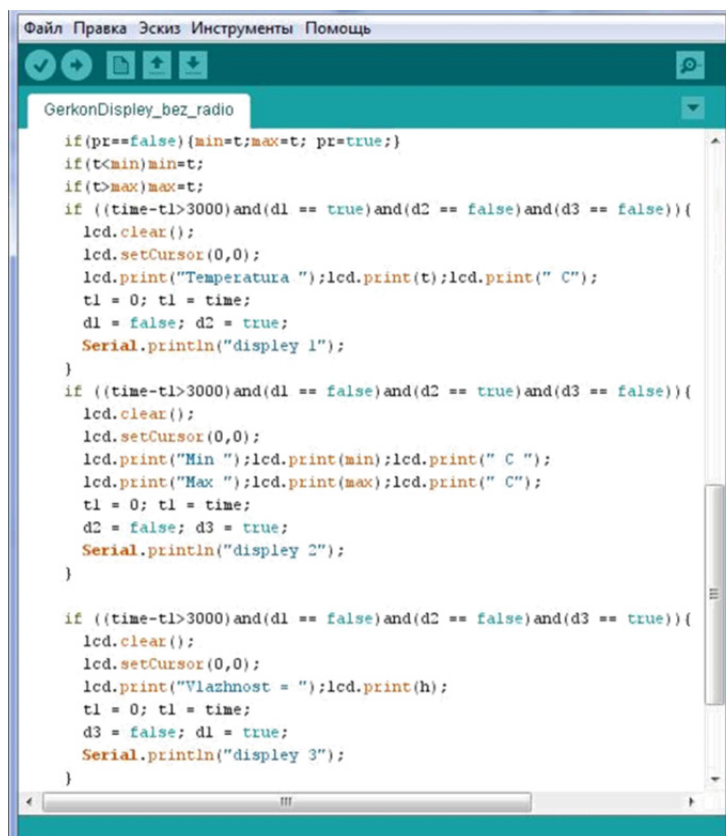


Рис. 4. Последовательный вывод текста на дисплей

Таким образом, можно быть полностью уверенным, что в помещение никто не проник во время отсутствия в ней работников. Также можно узнать, сколько раз и в какое время открывалась и закрывалась входная дверь, и определить сколько времени она была открыта.

Также для экономии электроэнергии установлены датчики движения, которые дают команду на автоматическое включение света при появлении работников.

При использовании инфракрасного датчика движения перемещение неодушевленных предметов не влияет на автоматическое включение света. Он считывает тепловое излучение от объекта и на основании изменения положения теплового излучения отправляет 0 или 1 на микроконтроллер. Если движения не было – сигнал нуль, иначе – 1.

Приведем результаты анализа тестовых модулей микроконтроллера.

Микроконтроллер является многофункциональным, но имеет ряд ограничений. Первое заключается в небольшом объеме памяти. 32 и 64 Кб памяти достаточно для написания компактных программ. При значительном масштабе операций необходимо использовать внешний модуль памяти.

Другое ограничение – невысокие вычислительные характеристики. Как показал анализ работы микроконтроллера в качестве автоматического считывания показателя счетчика электроэнергии, данный микроконтроллер некорректно работает с вещественными числами. При работе с ними он может потерять некоторый остаток от дробной части или обнулить переменные при их делении.

Чтобы избежать этого, необходимо в отдельных ситуациях отправлять данные на обработку на внешний сервер, а также использовать дополнительные устройства обработки такие, например, как Raspberry Pi 2 Model B. На его плате имеется процессор, оперативная память, разъемы HDMI, USB, Ethernet, аналоговые аудио- и видеовыходы. Также на плате расположены 40 контактов ввода/вывода общего назначения. К ним можно подключить периферию для взаимодействия с исполнительными устройствами типа контактного реле, сервомоторов и любых сенсоров.

Микроконтроллеры, работающие в системе, имеют 512 байт EEPROM – энергонезависимой памяти, в которой хранятся данные, доступные после отключения питания. Это позволяет фиксировать сбои программы и, соответственно, не допускать перегрузки микроконтроллера.

Заключение

Сегодня Интернет вещей в аграрном секторе является одной из наиболее перспективных ниш развития агротехнологий. Внедрение технологий искусственного интеллекта в сельское хозяйство несет выгоды для бизнеса России [8].

В данной работе рассмотрен такой элемент цифровизации аграрного комплекса России, как умное земледелие. Представлена разработка IoT-системы для сельскохозяйственного предприятия, осуществляющая функции мониторинга и управления электроэнергией, температурой и влажностью. С ее помощью реализовано автоматическое управление различных устройств на платформе одноплатных компьютеров. Проанализированы ограничения и возможные сбои в ее работе, предложены пути их решения.

Практическая реализация СИАСП проводилась на базе агрофирмы «Восточная» Байкаловского района Свердловской области, основным направлением деятельности которой является растениеводство. Эффект от тестового внедрения привел к повышению урожайности до 25 %, снижению затрат электроэнергии на 30 %, воды – на 20–30 %.

Использование разработанного программного обеспечения для интеллектуальных систем в сельском хозяйстве позволит предприятию устойчиво, экономически стабильно развиваться, что является приоритетной задачей любого хозяйствующего субъекта в современных условиях развития общества.

Библиографический список

1. Мониторинг и прогнозирование научно-технологического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, Л. А. Дайбова, А. С. Креймер, Ю. В. Подушин, Е. М. Белая. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 199 с.
2. Министерство инфраструктуры и окружающей среды Нидерландов. – URL: <https://www.ilent.nl>
3. Журнал «Агроинвестор». – URL: <http://www.agroinvestor.ru>
4. Минсельхоз России. – URL: <http://mcx.ru>
5. Федоренко, В. Ф. Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве : науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, В. Я. Гольяпин, Л. М. Колчина. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 156 с.
6. Sensing technologies for precision specialty crop production / W. S. Leea, V. Alchanatisb, C. Yangc, M. Hirafuji, D. Moshoue, C. Lif // Computers and Electronics in Agriculture. – 2010. – С. 2–33.
7. Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming / Redmond Ramin Shamshiri, Cornelia Weltzien, Ibrahim A. Hameed, Ian J. Yule, Tony

E. Grift, Siva K. Balasundram, Lenka Pitonakova, Desa Ahmad, Girish Chowdhary // *Int J Agric & Biol Eng.* – 2018. – Vol. 11, № 4. – 14 с.

8. Semin, A. Problems and Main Mechanisms to Increase Investment Attractiveness of Agricultural Production / A. Semin, A. Kibirov, U. Rassukhanov // *European Research Studies Journal.* – 2018. – Vol. XXI, iss. 2. – P. 378–400.

References

1. Truflyak E. V., Kurchenko N. Yu., Daybova L. A., Kreymer A. S., Podushin Yu. V., Belaya E. M. *Monitoring i prognozirovanie nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya APK v oblasti tochnogo sel'skogo khozyaystva, avtomatizatsii i robotizatsii* [Monitoring and forecasting of scientific and technological development of agriculture in the field of precision agriculture, automation and robotics]. Krasnodar: KubGAU, 2017, 199 p. [In Russian]
2. *Ministerstvo infrastruktury i okruzhayushchey sredy Niderlandov* [Ministry of infrastructure and environment of the Netherlands]. Available at: <https://www.ilent.nl> [In Russian]
3. *Zhurnal «Agroinvestor»* ["Agroinvestor" Magazine]. Available at: <http://www.agroinvestor.ru> [In Russian]
4. *Minsel'khos Rossii* [The Ministry Of Agriculture]. Available at: <http://mcx.ru> [In Russian]
5. Fedorenko V. F., Gol'tyapin V. Ya., Kolchina L. M. *Intellektual'nye sistemy v sel'skom khozyaystve: nauch. analit. obzor* [Intelligent systems in agriculture : scientific. analyte. review]. Moscow: FGBNU «Ros-informagrotekh», 2017, 156 p. [In Russian]
6. Leea W. S., Alchan-atisb V., Yange C., Hirafuji M., Moshoue D., Lif C. *Computers and Electronics in Agriculture.* 2010, pp. 2–33.
7. Redmond Ramin Shamshiri, Weltzien Cornelia, Hameed Ibrahim A., Yule Ian J., Grift Tony E., Balasundram Siva K., Pitonakova Lenka, Ahmad Desa, Chowdhary Girish *Int J Agric & Biol Eng.* 2018, vol. 11, no. 4, 14 p.
8. Semin A., Kibirov A., Rassukhanov U. *European Research Studies Journal.* 2018, vol. XXI, iss. 2, pp. 378–400.

Буценко Елена Владимировна

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра бизнес-информатики,
Уральский государственный
экономический университет
(Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/
Народной Воли 62/45)
E-mail: evl@usue.ru

Butsenko Elena Vladimirovna

candidate of economical sciences,
associate professor,
sub-department of business informatics,
Ural State University of Economics
(62/45 8 Marta street/ Narodnoy Voli,
Ekaterinburg, Russia)

Курдюмов Александр Васильевич

кандидат экономических наук, доцент,
заведующий кафедрой конкурентного права
и антимонопольного регулирования,
Уральский государственный
экономический университет
(Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/
Народной Воли 62/45)
E-mail: kurdyumov@usue.ru

Kurdyumov Aleksandr Vasilievich

candidate of economical sciences,
associate professor,
head of sub-department of competition
and antitrust regulation,
Ural State University of Economics
(62/45 8 Marta street/ Narodnoy Voli,
Ekaterinburg, Russia)

Образец цитирования:

Буценко, Е. В. Умное земледелие на платформе одноплатных компьютеров /
Е. В. Буценко, А. В. Курдюмов // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.* – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 95–107.

**АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИКИ В ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОРАХ
С ПОМОЩЬЮ СВОБОДНЫХ ПРОГРАММ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ
С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОЦЕССА
КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ**

Ф. А. Зогаков

**ANALYSIS OF THE HYDRODYNAMICS IN THE EDG
USING THE FREE MODELLING PROGRAM FOR FURTHER
MODERNIZATION WITH THE AIM TO PREVENT
SHORT-CIRCUIT OF THE ELECTRODES**

F. A. Zogakov

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Целью работы является выбор и конструирование электродегидратора электрообессоливающей установки, моделирование гидродинамики потоков с использованием программных платформ Salome, Code Saturne, Elmer модернизации для предотвращения процесса короткого замыкания электродов. *Результаты и выводы.* В работе представлена разработка определенной конструкции электродегидратора. Результаты проведенного исследования могут быть использованы в нефтяной и газоперерабатывающей промышленности. С помощью вышеназванных программных продуктов были проведены необходимые процессы моделирования гидравлической динамики в электродегидраторах для оптимальной модернизации с целью предотвращения процесса короткого замыкания электродов.

Ключевые слова: свободное программное обеспечение, моделирование, имитирование, гидродинамика, salome, code saturne.

Abstract. *Subject and goals.* The aim of the work is the selection and design of electric dehydrator desalting plant, simulation of flow hydrodynamics using software platforms Salome, Code Saturn, Elmer modernization to prevent the process of short-circuit electrodes. *Results and conclusions.* The paper presents the development of a certain design of the electric dehydrator. The results of the study can be used in the oil and gas processing industry. With the help of the above-mentioned software products, the necessary processes of modeling of the hydraulic dynamics in electric hydrators were carried out for optimal modernization in order to prevent the process of short-circuit of the electrodes.

Keywords: free software, modeling, simulation, hydrodynamics, salome, code saturne.

Способы обезвоживания и обессоливания нефти

Механизм разрушения нефтяных эмульсий состоит из нескольких стадий: столкновение глобул (частиц) воды; слияние глобул в более крупные капли; выпадение капель.

Для того чтобы разрушить эмульсии, в промышленной практике применяются следующие процессы: механические – фильтрование, обработка ультразвуком; термические – подогрев и отстаивание нефти от воды, промывка горячей водой; электрические – обработка в электрическом поле пере-

менного и постоянного тока; химические – обработка различными деэмульгаторами.

В настоящее время самым эффективным способом разрушения эмульсий является комбинирование данных методов. На рис. 1 представлен наиболее простой способ удаления воды из нефти на промыслах – термохимическое обезвоживание при атмосферном давлении.

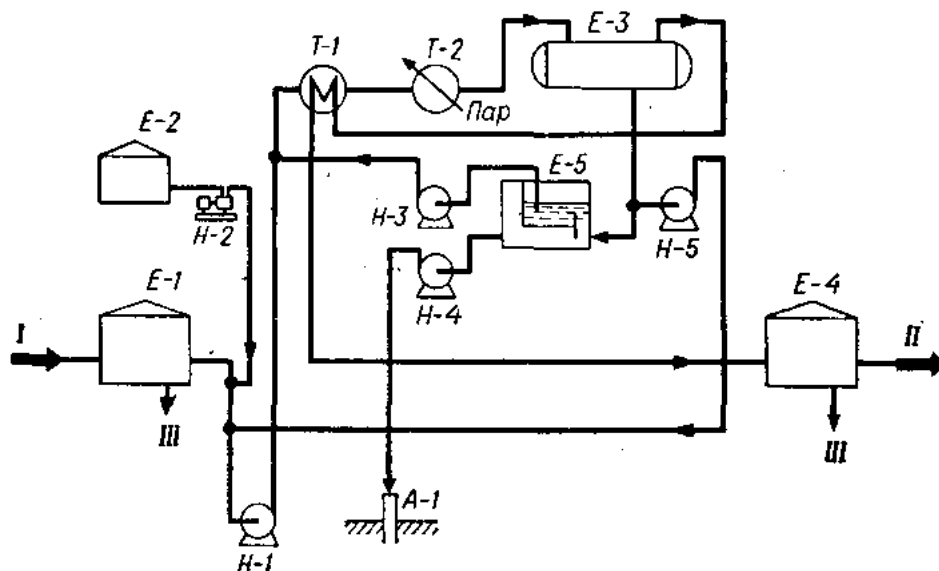


Рис. 1. Схема установки термохимического обезвоживания нефти:
I – сырая нефть; II – обезвоженная нефть; III – вода

Сырую нефть забирают из E-1 насосом H-1, смешивают с деэмульгатором, подаваемым из E-2, прокачивают через теплообменник T-1 и паровой подогреватель T-2 в термоотстойник E-3. В термоотстойнике под давлением 15 атмосфер нефть находится в течение 1–3 ч. Обезвоженная нефть через теплообменник T-1 направляется в резервуар E-4. В резервуаре нефть дополнительно отделяется от воды. Отстоявшаяся вода сбрасывается в нефтеловушку E-5, а затем закачивается в скважину A-1. Часть сточных вод, удаленных из термоотстойника, возвращается на прием сырьевого насоса с целью повторного использования содержащегося в сточной воде деэмульгатора. Нефть из ловушки вновь подается на обезвоживание.

Обессоливание и обезвоживание ведутся при температурах 50–100 °С. При более высоких температурах процессы обессоливания и обезвоживания проводятся под повышенным давлением (поскольку необходимо сохранить однофазное состояние эмульсии), для чего надо увеличивать толщину стенок оборудования, что, в свою очередь, приводит к увеличению металлоемкости установок.

Электрическое обезвоживание и обессоливание нефти особенно широко распространено в заводской практике, реже применяется на нефтепромыслах. На эффективность процесса значительно влияют вязкость и плотность эмульсии, дисперсность, содержание воды, электропроводность, а также прочность адсорбированных оболочек. Однако основным фактором является

напряженность электрического поля. В настоящее время установки в основном работают на токе промышленной частоты (50 Гц). Напряжение на электродах колеблется от 10 000 до 45 000 В.

Главным аппаратом установки ЭЛОУ является электродегидратор – емкость, снабженная электродами, к которым подводится переменный ток высокого напряжения. На российских установках ЭЛОУ эксплуатируются три типа электродегидраторов:

- вертикальные, объемом 30 м³, на основе которых строились отдельно стоящие типовые одно- и двухступенчатые электрообессоливающие установки, потребляющие значительные количества водяного пара для подогрева нефти;

- шаровые ЭДШ-600, объемом 600 м³, вошедшие в состав установок, как правило, совмещенных с установками АТ и АВТ, и на которых сырая нефть нагревается за счет тепла выводимых с установки продуктов перегонки;

- горизонтальные, объемом 100, 160 и 200 м³, в составе блоков ЭЛОУ, встроенных в установки АТ и АВТ.

Пути совершенствования электродегидраторов

Основные направления совершенствования электродегидраторов:

1. Модернизации электродной системы и системы ввода сырья;
2. Использование современных взрывозащищенных систем электропитания. Новые источники питания высокоэкономичные, они позволяют снизить расход потребляемой электродегидратором электроэнергии в 3–3,5 раза по сравнению с устаревшими трансформаторами;

3. Для устойчивой и эффективной работы электродегидратора необходимо четко поддерживать в нем определенный уровень раздела фаз нефть-вода. Это обеспечивается непрерывным сбросом отстоявшейся в электродегидраторе воды с помощью различных средств автоматизации. Анализ применяющихся на ЭЛОУ регуляторов раздела фаз показал, что самым надежным, работоспособным, позволяющим получать достоверную информацию о разделе фаз в электродегидраторе и оперативно вмешиваться, является комплекс фирмы «АГАР» (США), основанный на измерении содержания воды в различных зонах электродегидратора с помощью микроволновых датчиков (антенн).

Следует отметить, что широко применяющиеся на блоках ЭЛОУ российских НПЗ Горизонтальные электродегидраторы являются разработками ОАО «ВНИИНефтемаш», которые соответствовали мировому техническому уровню. К настоящему времени российские электродегидраторы претерпели лишь незначительную конструктивную модернизацию. В то же время за рубежом такие ведущие в мире фирмы, как «Petresco» (США) и «Natco» (Канада), разработали и внедрили целый ряд электродегидраторов, реализующих принципиально новые технические решения.

Фирма «Petresco» поставляет на НПЗ эффективные и производительные электродегидраторы с системой двойного (горизонтального) распределения водонефтяной эмульсии.

Фирмой «Natco» разработан и широко внедряется в мире современный электродегидратор, реализующий принципиально новую технологию ЕДД

(электродинамический электродегидратор двойной полярности), в котором осуществляется двухступенчатая промывка нефти в одном аппарате.

Хорошая степень обессоливания достигается за счет ряда технических и технологических решений:

- ввод и электрическое диспергирование пресной воды непосредственно в межэлектродном пространстве;
- применение системы вертикальных пластинчатых сплошных электродов особой конструкции;
- комбинация переменного и постоянного электрических полей.

Однако данные электродегидраторы имеют высокую цену, предъявляют крайне жесткие требования к технологическому режиму (в частности, колебание расхода жидкости не выше 5 %), качеству пресной воды и имеют опыт успешной эксплуатации только на нефтеперерабатывающих заводах, перерабатывающих нефть, существенно более легкую, чем большинство российских.

Перспективы развития электродегидраторов

Принципиального повышения эффективности и экономичности в деэмульсации нефтей можно добиться, базируясь на подходе, предусматривающем разделение противоречащих друг другу в традиционных электродегидраторах технологических операций: укрупнения капель эмульгированной воды и их гравитационного отстоя. Осуществление их в разных аппаратах в оптимальных для каждого процесса режимах без взаимной конкуренции.

При этом процесс ввода в нефть промывочной воды и ее диспергирование электрическим полем до оптимальных размеров осуществляются в компактном и экономичном электропульверизирующем аппарате. Укрупнение капель эмульгированной воды происходит в компактных и экономичных электрокоалесцирующих аппаратах, и только затем нефтяная эмульсия поступает для полного разделения фаз в отстойную аппаратуру. При необходимости после электропульверизирующего аппарата устанавливается электро-массообменный аппарат, интенсифицирующий смешение пресной воды с остаточной пластовой.

Реализация такого подхода и уже имеющиеся в наличии базовые технические и технологические решения обеспечат следующие несомненные преимущества:

1. Гибкость системы, обеспечиваемая возможностью компоновки компактных аппаратов в блоки.
2. Временное отключение одного (или части аппаратов) в блоке для ремонта или обслуживания не приводит к полному срыву режима во всей технологической цепочке.
3. Ввиду небольшой площади электродов резко снижаются необходимая мощность, габариты источников питания, нерациональный расход электроэнергии.
4. Компактность аппаратов и, как следствие, небольшие межэлектродные расстояния позволяют использовать источники питания с пониженными значениями выходного напряжения. Результат – повышение безопасности эксплуатации, менее жесткие требования к проходным изоляторам, более высокая надежность как самих источников, так и высоковольтных кабелей.

5. Обеспечивается 100 %-й охват эмульсии воздействием электрического поля.

6. Простота изготовления корпусов, электродных систем, их низкая металлоемкость.

Электрокоалесцирующий аппарат предназначен для разрушения водонефтяных эмульсий с различными физико-химическими свойствами при глубоком обезвоживании нефти на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях. Действие аппарата основано на разделении потока обрабатываемой водонефтяной эмульсии на элементарные струйки малого диаметра и обработке ее в режиме с понижающейся по мере укрупнения капель воды напряженностью электрического поля и скоростью движения эмульсии.

Наличие между электродами перфорированного диэлектрического экрана исключает возможность короткого замыкания электрода. Расчленением потока водонефтяной эмульсии на большое число элементарных струек достигается высокой однородностью обработки. Отсутствие короткого замыкания электродов обеспечивает глубокую деэмульсацию нефти за счет поддержания высокой напряженности поля в аппарате и эффективного управления процессом. Обработка эмульсии в режиме с плавным снижением напряженности поля и скорости потока по сечению аппарата позволяет добиться максимального укрупнения капель дисперсной фазы эмульсии.

Применение данных аппаратов для глубокого обезвоживания нефти позволяет по сравнению с электродегидраторами:

- в 1,5 раза снизить температуру обработки нефти;
- в 2 раза уменьшить расход деэмульгатора и промывочной воды;
- в 3 раза снизить затраты электроэнергии и время отстоя эмульсии.

Дооборудование маточников горизонтальных электродегидраторов встроенными струйными смесителями

Одним из мероприятий по повышению эффективности горизонтальных электродегидраторов является дооборудование их маточников встроенными струйными смесителями. Известно, что показатели процесса обессоливания нефти в значительной мере зависят от условий взаимодействия нефти с промывочной водой, т.е. от организации процесса смешения.

Одним из важнейших параметров, определяющих эффективность смешения, является суммарная поверхность капель воды, находящихся в единице объема эмульсии. Значение этой поверхности определяется содержанием воды в эмульсии и размером капель этой воды. Поскольку основное количество воды в эмульсии – это поданная в нефть промывочная вода, управлять ее дисперсным составом можно путем регулирования перепада давления на диспергирующем устройстве узла ввода воды. Однако на практике эти возможности ограничены.

Известным приемом, обеспечивающим увеличение содержания воды в эмульсии, является рециркуляция воды внутри каждой ступени обессоливания. Однако рециркуляция воды с помощью насосов усложняет эксплуатацию и повышает энергозатраты. В случае использования для рециркуляции инжекторов возрастает давление в системе, что приводит, как правило, к нежелательным последствиям. Рециркуляция больших количеств воды невозможна еще и потому, что при этом сокращается время ее отстоя и возрастает

содержание нефтепродуктов в стоках ЭЛОУ. С учетом этих факторов количество рециркулируемой внутри каждой ступени воды обычно не превышает 2–2,5 % от расхода нефти.

С целью обеспечения максимальной удельной межфазной поверхности и наилучших условий для смешения нефти с водой ВНИИнефтемашем было предложено дооборудование электродегидраторов встроенными струйными смесителями (ВСС). Один из вариантов горизонтального электродегидратора с встроенными струйными смесителями (ЭВСС) показан на рис. 2. Под продольным коллектором 1 размещены с шагом 600–800 мм поперечные отводы 2, на штуцерах 3 которых установлены сопла 4 с выфрезерованными в их верхней части пазами 7 и соосные им смесительные патрубки 5 с закрепленными над ними с помощью ребер 6 перфорированными отражателями 8. Площадь перфорации отражателей составляет 5–12,5 % площади выходного сечения смесительного патрубка в зависимости от конструкции ЭВСС, шага между смесителями и других факторов [5]. В ЭВСС нефть с поданной в нее перед электродегидратором промывочной водой истекает через сопла и инжектирует при этом внутрь смесительных патрубков воду из прилегающего к соплу объема (уровень воды в ЭВСС необходимо всегда поддерживать выше уровня сопла). Конструкция ВСС рассчитана так, что количество инжектируемой воды составляет 1–1,5 количества нефти, и внутри смесительных патрубков образуется неустойчивая водонефтяная эмульсия с максимальной межфазной поверхностью. При движении этой эмульсии турбулентным потоком внутри смесительных патрубков интенсивно идет процесс коалесценции содержащихся в нефти мелких капель высокоминерализованной пластовой воды с каплями промывочной воды и воды, инжектируемой внутрь смесителей. Интенсивность процесса коалесценции в этом случае намного выше, чем в обычных выносных смесителях, так как количество воды, приходящейся на один объем нефти, в ВСС в десятки раз больше.

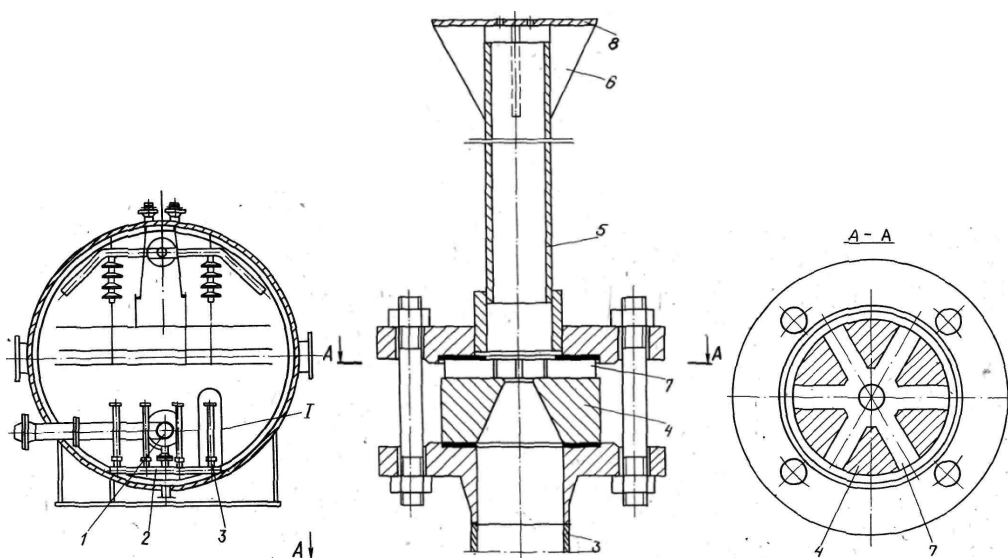


Рис. 2. Схема дооборудования горизонтального электродегидратора вертикальными струйными смесителями (1): 1 – продольный коллектор; 2 – поперечный коллектор; 3 – штуцер; 4 – сопло; 5 – смесительный патрубок; 6 – ребро; 7 – паз; 8 – отражатель

После выхода из-под отражателя эмульсия расслаивается: нефть поднимается вверх, обезвоживаясь при этом (особенно при прохождении через межэлектродное пространство), а вода опускается вниз и циркулирует через струйные смесители. Избыток воды постоянно дренируется, как и во всех электродегидраторах. Необходимо отметить, что скорость расслоения выходящей из ВСС высокообводненной эмульсии намного выше, чем малообводненной эмульсии в обычных электродегидраторах, поэтому уровень раздела вода – нефть в ВСС более четкий. Вследствие высокой интенсивности массообмена в ВСС в сплошную нефтяную фазу переходят и диспергированные в воде частицы нефтепродуктов, поэтому их содержание в дренируемой воде невелико. Высокая эффективность ЭВСС обусловлена легкостью достижения большого коэффициента инжекции и малым гидравлическим сопротивлением ВСС при его правильном конструировании.

Важным показателем эффективности работы электродегидратора является содержание солей в дренажной воде. Содержание солей в дренажной воде электродегидратора с ВСС почти в 1,5 раза выше. Поскольку степень обезвоживания нефти в модернизированном аппарате несколько выше, чем в контрольном, можно сделать вывод, что в аппарате с ВСС вода гораздо эффективнее извлекает соли из нефти.

Бесплатные программы моделирования

AcuSolve – модуль представляется многофункциональным и мощным инструментом для реализации любых задач вычислительной гидродинамики и имеет в себе весь спектр разных физических моделей. Имитирование применительно к некоторому числу потоков, теплового обмена, турбулентности и неньютоновских материалов легко воспроизводится благодаря робастному и масштабируемому решателю. В конечном итоге пользователю выдается верифицированное прецизионно точное решение на полностью неструктурированных стеках и тратится меньше времени на построение сеток и больше на исследование самих моделей [2].

ANSYS CFX – CFD – набор общего использования, применяющийся для решения самых разнообразных задач газо- и гидродинамики. Его базой будет быстрый, надежный и эффективно распараллеливаемый решатель, располагающий огромным пакетом моделей, описывающих разные явления, сопутствующие течениям жидкостей и газов [3];

ANSYS Fluent является наиболее мощным инструментарием для расчетной гидравлической динамики, предоставляющий возможность ускорить и углубить процесс проектировки и увеличения продуктивности любой продукции, чья работа каким-либо образом связана с текучими жидкостями и газами. ANSYS Fluent включает огромный пакет тщательно проверенных моделей, гарантирующих моментальное получение верных результатов для самых различных задач гидро- и газовой динамики. Fluent предоставляет огромный пакет моделей для описания течений, турбулентности, теплового переноса, химических реакций, допускающих имитировать огромный спектр процессов: от обтекания крыла самолета до горения в топке котла ТЭЦ, от пузырькового течения в барботажной колонне до волновой нагрузки на нефтяную платформу, от кровотока в артерии до осаждения паров металла при производстве полупроводников, от вентиляции дата-центра до течения в очистных сооружениях [4].

CFX – программный пакет, созданный для расчета задач аэро- и гидравлической динамики [5].

FLUENT – программный пакет, созданный для решения задач механики жидкостей и газов.

STAR-CD – универсальный программный пакет, созданный для выполнения расчетов в сфере механики жидкости и газа [5].

FlowVision имитирует трехмерные стационарные/нестационарные слабосжимаемые/несжимаемые потоки жидкости в разных технических программных продуктах. Применение разных моделей турбулентности и адапционной вычислительной сетки допускает имитировать многообразные движения жидкости, в том числе течения с сильной закруткой и с горением.

FLOW-3D – это CFD набор универсального направления, умеющий имитировать различные задачи течения жидкости и/или газа [5].

GDT (GasDynamicsTool) – это программное обеспечение, спроектированное для расчетного имитирования газодинамических процессов в широком круге граничных и начальных условий [5].

Salome – платформа для реализации проектных расчетов [6].

Code Saturne – программный продукт, который распределяется под лицензией GNU (Open Source) для расчета уравнений Навье – Стокса двухмерного, двухмерного осесимметричного и трехмерного потоков, статичного или динамичного потоков, ламинарного или турбулентного потоков [7].

Рассмотрим более подробно программное обеспечение Salome и Code Saturne.

Программная платформа Salome

Интерфейс платформы Salome представлен на рис. 3.

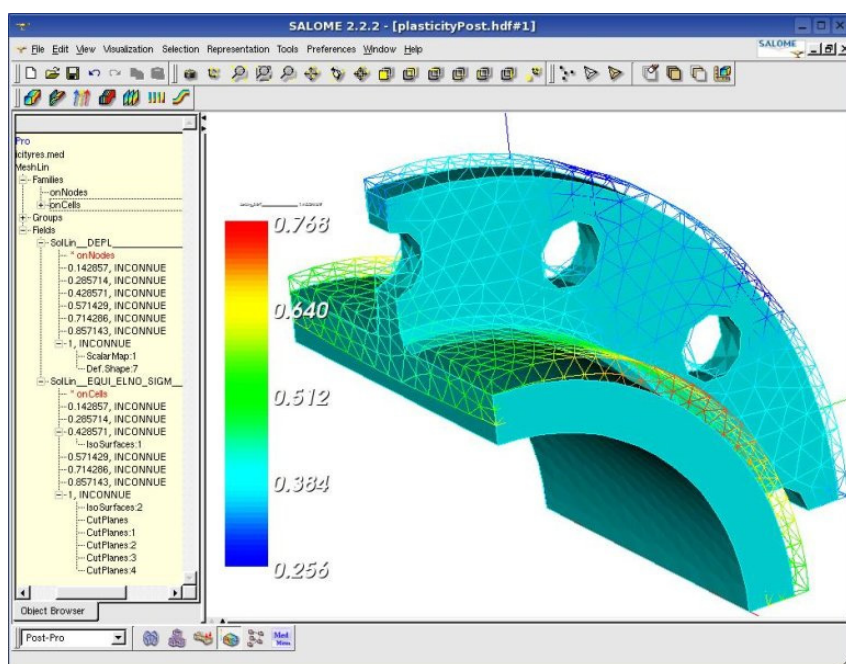


Рис. 3. Интерфейс платформы Salome

Данный программный пакет включает следующие модули [6]: Kernel – программное обеспечение; Geometry – блок для формирования, визуализации и изменения CAD моделей; Mesh – блок для формирования расчетных сеток; Post-Pro – блок, предоставляющий инструменты визуализации результата, полученного в результате расчета; YACS – блок формирования и выполнения схем распределенных вычислений.

Также присутствует возможность интегрировать такие свободные проекты, как Code–Saturne, Code–Aster, ParaViS, OpenFOAM [6].

Все компоненты программного обеспечения (Пост-Про, Геометрия, Сетка...), интегрированные в платформу Salome, имеют предопределенный интерфейс. Каждый компонент обеспечивает данными для исследования Salome в форме связей (сохраненных в исследовании) к определенным данным, созданным и сохраненным в компоненте.

Программная платформа Code Saturne

Интерфейс платформы Code Saturne представлен на рис. 4.

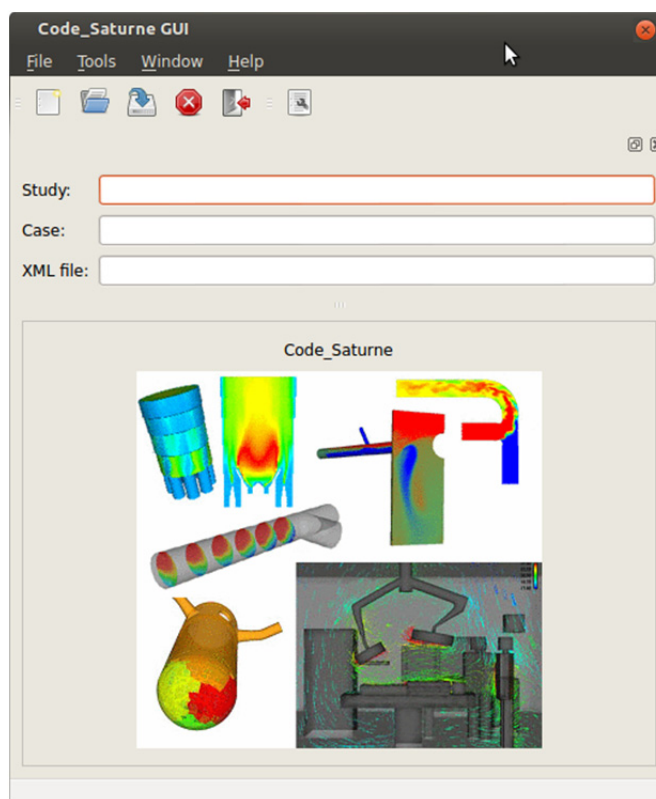


Рис. 4. Интерфейс платформы Code Saturne

Интерфейс Code Saturne интуитивно понятен. В левой части главного окна содержится список категорий. Пользователю требуется указать начальные данные в интересующих его категориях. Существуют следующие категории [7]: Identity and paths – это определение директорий, требуемых для расчетов (STUDY, CASE, DATA, SRC, SCRIPTS, MESH); Calculation

environment – это определение файла с расчетной сеткой (можно использовать, например, экспортированный из Salome .med файл), запуск препроцессора для анализа сетки (используется для получения информации о граничных поверхностях); Thermophysical models – это физическая модель, модель турбулентности, тепловая модель; Additional scalars – это определение скалярных величин и физических характеристик; Physical properties – это указание давления, характеристик потока, гравитации. Также тут возможно описывать собственные законы плотности, вязкости, теплоемкости и теплопроводности; Volume conditions – это инициализация переменных и определение зон потери напора; Boundary conditions – это определение граничных условий для каждой переменной; Numerical parameters – это количество и тип шагов по времени, дополнительные параметры для численного решения уравнений; Calculation control – это параметры, касающиеся отслеживания изменения переменных. Также в этом разделе указывается тип выходного файла; Calculation management – это управление процессом расчета.

Заключение

В статье рассмотрено свободное программное обеспечение для моделирования гидродинамики.

Подобных свободных программ с бесплатной лицензией существует очень много, допустим, это AcuSolve, ANSYS CFX, ANSYS Fluent, CFX, FLUENT, STAR-CD, FlowVision, FLOW-3D, GDT (GasDynamicsTool), Salome и Code Saturne.

Благодаря программным продуктам Salome и Code Saturne были проведены необходимые процессы моделирования гидравлической динамики в электродегидраторах для оптимальной модернизации с целью предотвращения процесса короткого замыкания электродов. Было разработано несколько подобных конструкций, которые подробно рассмотрены в выпускной квалификационной работе.

Библиографический список

1. Что такое свободное ПО? – URL: <http://www.4stud.info/oss/lecture1.html>
2. Ищем сокровища в океане информации. – URL: <https://zapdoc.site/ishem-sokrovisha-v-okeane-informacii.html>
3. Вычислительная гидродинамика в ANSYS CFX. – URL: <https://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/fluids/cfx/>
4. Вычислительная гидродинамика в ANSYS Fluent. – URL: <https://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/fluids/fluent/>
5. Задачи аэро- и гидродинамики, механики жидкостей и газов, горения и детонации. – URL: <https://parallel.ru/tech/engineering/pacet2.html>
6. SALOME. – URL: <https://help.ubuntu.ru/wiki/salome>
7. Code_Saturne. – URL: https://help.ubuntu.ru/wiki/code_saturne

References

1. *Chto takoe svobodnoe PO?* [What is free software?]. Available at: <http://www.4stud.info/oss/lecture1.html> [In Russian]
2. *Ishchem sokrovishcha v okeane informatsii* [Looking for treasures in the ocean of information]. Available at: <https://zapdoc.site/ishem-sokrovisha-v-okeane-informacii.html> [In Russian]

3. *Vychislitel'naya gidrodinamika v ANSYS CFX* [Computational fluid dynamics in ANSYS CFX]. Available at: <https://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/fluids/cfx/> [In Russian]
4. *Vychislitel'naya gidrodinamika v ANSYS Fluent* [Computational fluid dynamics in ANSYS Fluent]. Available at: <https://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/fluids/fluent/> [In Russian]
5. *Zadachi aero- i gidrodinamiki, mekhaniki zhidkostey i gazov, goreniya i detonatsii* [Problems of Aero-and hydrodynamics, mechanics of liquids and gases, combustion and detonation Gorenje]. Available at: <https://parallel.ru/tech/engineering/pacet2.html> [In Russian]
6. *SALOME*. Available at: <https://help.ubuntu.ru/wiki/salome>
7. *Code_Saturne*. Available at: https://help.ubuntu.ru/wiki/code_saturne

Зогаков Фарход Абдулмаджидович
магистрант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: Big_bang1993@mail.ru

Zogakov Farkhod Abdulmadzhidovich
master degree student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Зогаков, Ф. А. Анализ гидродинамики в электродегидрататорах с помощью свободных программ моделирования для последующей его модернизации с целью предотвращения процесса короткого замыкания электродов / Ф. А. Зогаков // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 108–118.

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ТЯГИ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ ТЯГОВОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГОРОДСКОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА**

А. Э. Аухадеев, Р. С. Литвиненко, Л. Н. Киснеева, П. В. Егорова

**CONCEPTUAL MODEL OF THE PROCESS
OF ELECTRIC TRACTION AS A BASIS
FOR THE DEVELOPMENT OF THEORY TRACTION
ELECTRICAL EQUIPMENT OF URBAN ELECTRIC TRANSPORT**

A. E. Auhadeev, R. S. Litvinenko, L. N. Kisneeva, P. V. Yegorova

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Теория тягового электрооборудования нуждается в развитии представлений о тяговом процессе, так как именно режимы работы тягового электрооборудования однозначно определяют режимы движения электроподвижного состава, а электрическая тяга является точкой приложения управления производственно-техническим процессом городского электрического транспорта, которое является не только научной, но и важной практической проблемой. Изложена научная гипотеза о том, что режимы работы тягового электрооборудования электроподвижного состава городского электрического транспорта формируются под воздействием сложноорганизованного технологического процесса электрической тяги и являются топологической основой его структуры. Целью исследования было изучение процесса преобразования электрической энергии в целенаправленное механическое перемещение подвижного состава при реализации всех технологических условий производственно-технической системы городского электрического транспорта. *Материалы и методы.* Теоретическое исследование выполнялось на основе методологического анализа теории тягового электрооборудования, теории автоматического управления и автоматизированного электропривода, теории электрической тяги, теории построения движения, системного подхода и синергетической естественно-научной парадигмы. *Результаты.* Основным результатом является сформулированная концептуальная модель (теоретическая система), позволяющая представить процесс электрической тяги как систему, состоящую из пяти уровней, находящихся в иерархических отношениях и решающих каждый отдельную специфическую задачу построения движения электрического транспорта. *Выводы.* Полученная теоретическая система позволит развить общую теорию тягового электрооборудования городского электрического транспорта путем совершенствования методологических основ принципов формирования режимов работы тягового электрооборудования при реализации технологии перевозочного процесса в производственно-технической системе городского электрического транспорта.

Ключевые слова: модель процесса электрической тяги, тяговое электрооборудование, городской электрический транспорт, система построения движения, системный подход, синергетическая естественно-научная парадигма.

Abstract. *Subject and goals.* The theory of traction electrical equipment requires the development of ideas about the traction process, because It is the operating modes of the electric equipment that uniquely determine the modes of movement of electric rolling stock, and the electric traction is the application point for managing the production and technical

process of urban electric transport, which is not only a scientific but also an important practical problem. The article describes the scientific hypothesis that the operating modes of traction electrical equipment as part of the automated electric drive of the rolling stock of urban electric transport are formed under the influence of the complex Technological process of electric traction and are the topological basis of its structure. The purpose of the study was to study the process of transformation of electric energy into purposeful mechanical movement of rolling stock during realization of all technological conditions of industrial and technical system of urban electric Transport. *Materials and methods.* Theoretical research was carried out on the basis of methodological analysis of the theory of traction electrical equipment, the theory of automatic control and automated electric drive, the theory of electric traction, the theory of motion structure, System approach and synergetic natural science paradigm. *Results.* The main result is the formulated conceptual model (theoretical system), which allows to present the process of electric traction as a system consisting of five levels, which are in hierarchical relations and solving each individual specific task Construction of electric transport traffic. *Conclusions.* The obtained theoretical system will allow developing the general theory of traction electrical equipment of urban electric transport by improving the methodological basis of the principles of forming the modes of traction electrical equipment at Implementation of the technology of the transportation process in the industrial and technical system of urban electric transport.

Keywords: electric traction process model, electric traction equipment, urban electric transport, motion building system, system approach, synergetic natural science paradigm.

Введение

Общая теория тягового электрооборудования (ТЭО) городского электрического транспорта (ГЭТ), основываясь на методологических положениях теории электрических машин, теории автоматического управления и автоматизированного электропривода и теории электрической тяги, располагает множеством методов расчета рациональных режимов работы ТЭО, которые как показывает практика, не всегда дают достаточный уровень адекватности при реальных условиях эксплуатации ГЭТ. Очевидно, что это связано с высокой сложностью процессов, определяющих формирование режима работы ТЭО при реализации электрической тяги в системе ГЭТ и отсутствием достаточно проработанной методологии их интерпретации в отраслевой теории [1, 2]. На этом фоне многие исследователи подтверждают, что опытные, хорошо технически подготовленные водители способны реализовать рациональные режимы работы ТЭО, обеспечивающие режимы движения электроподвижного состава (ЭПС), позволяющие экономить до 10 % электроэнергии по сравнению с полученными в результате расчетов и рекомендованными к исполнению режимной картой [3, 4]. Все это определяет актуальность научной проблемы развития теории и методов расчета рациональных режимов работы ТЭО ЭПС ГЭТ на основе разработки методологии описания процессов, определяющих формирование режимов работы ТЭО при реализации технологического процесса электрической тяги в производственно-технической системе ГЭТ.

Очевидно, что вопросы теории ТЭО, связанные с расчетом технологических режимов его работы, лежат в предметной области теории электрической тяги. Данный факт определяет возможность развития теории и методов расчета рациональных режимов работы ТЭО путем совершенствования основополагающих представлений о принципах формирования электрической тяги как процесса преобразования электрической энергии в целенаправленное

механическое движение ЭПС при реализации всех технологических условий производственно-технической системы ГЭТ. Для этого авторами сформулирована основанная на системном подходе и синергетической методологии научная гипотеза об интерпретации электрической тяги как открытого сложноорганизованного процесса, топологической основой многоуровневой конфигурации которого являются реализации режимов работы ТЭО [5–7]. Подобный методологический подход позволит развить представления об особенностях формирования режима работы ТЭО, об архитектуре взаимодействий с другими техническими, технологическими и производственными процессами, характеризующими реализацию электрической тяги, что будет способствовать решению актуальной научной проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в системе ГЭТ.

Методика теоретического исследования

Согласно высказанной научной гипотезе технологический процесс электрической тяги, основной задачей которого является целенаправленное механическое движение ЭПС, реализуемое ТЭО, в общем случае может быть представлен совокупностью иерархически выстроенных уровней (подпроцессов). Для описания этих подпроцессов целесообразно воспользоваться теорией «построения движения», предложенной знаменитым биомехаником первой половины XX в. Н. А. Бернштейном [8] и нашедшей применение в робототехнике и мехатронике [9]. В соответствии с этой теорией реализация управляемого движения объектов или систем различной природы, в том числе биологических и технических, осуществляется посредством его «построения». При этом построение движения происходит в общем случае по 5 уровням («А», «В», «С», «D», «Е»), которые называются «уровни построения движения» [8]. Теория построения движения определяет механизмы контроля и управления движением, которые формируются особым образом по уровням и имеют сложную структуру. Такой механизм «построения движения» позволяет организовать эффективный алгоритм «построения решений» в управлении движением сложных динамических систем [9].

По данной теории уровни построения движения ЭПС при реализации электрической тяги могут быть идентифицированы.

Уровень А (Y_A) – особый уровень построения движений, на котором движение как таковое отсутствует, но при этом происходят процессы, связанные с его подготовкой, т.е. ресурсное обеспечение процесса движения ЭПС.

Уровень В (Y_B) – уровень построения движений в собственных координатах системы (конкретного ЭПС), т.е. пространственная, временная и силовая координация механической работы ТЭО как отдельного элемента всего комплекса электромеханического оборудования ЭПС.

Уровень С (Y_C) – уровень построения движений в окружающем предметном пространстве, т.е. пространственная, временная и силовая координация управляемого механического перемещения ЭПС в условиях маршрута движения (план и профиль пути, маршрутная система и т.д.).

Уровень D (Y_D) – уровень построения движений системы при взаимодействии с предметами окружающего пространства, обусловленном представлениями об их качествах и свойствах взаимных отношений (основанных на объективном мониторинге параметров посредством измерительных ин-

струментальных средств), т.е. реализация целенаправленного механического перемещения ЭПС в условиях технологии перевозочного процесса (график движения, межпоездной интервал, время хода и пр.)

Уровень E (Y_E) – уровень построения движений системы при взаимодействии с предметами окружающего пространства, основанном на знаниях об их качествах и свойствах взаимных отношений, т.е. реализация «идеализированных» механических перемещений ЭПС, удовлетворяющих основным прогнозным параметрам задачи производственного процесса ГЭТ, формируемых системой организационного управления.

Уровни построения движения выстраиваются в соответствии с иерархией решаемых специфических задач. При этом задачи решаются параллельно, для каждого уровня непрерывно формируются вышестоящим и управляют нижестоящим уровнем, подчиняются условиям задачи общего процесса движения ЭПС. Таким образом, иерархия подпроцессов, реализуемых задач на каждом уровне построения движения, вступая во взаимосвязи, формирует структуру процесса механического движения ЭПС.

Рассмотренный выше процесс движения ЭПС можно условно представить как «механическую» составляющую реализации электрической тяги. Очевидно, что присутствует и «электротехническая» составляющая, которая определяет процессы преобразования электрической энергии, формирования электрических режимов ТЭО, взаимодействия с окружающей средой, энергетической системой, другими ЭПС и т.д. Такие процессы также имеют четкую иерархическую структуру и в общем случае могут быть представлены 5 уровнями построения системы электрической тяги (как на постоянном, так и на переменном токе) [10].

Анализ условно выделенных механической и электротехнической составляющих технологического процесса электрической тяги позволяет сделать выводы, что основной процесс также представляет собой систему уровней, связанных иерархической подчиненностью и во взаимосвязи реализующих различные специфические задачи, которые в совокупности решают основную задачу. Реальный технологический процесс электрической тяги невозможно однозначно разделить на механическую и электротехническую составляющие, но схожесть их иерархических структур позволяет сформулировать основные особенности построения процесса электрической тяги: *многоуровневость процесса; иерархичность уровней; параллельность и взаимосвязь подпроцессов; обмен энергетическими, материальными и информационными ресурсами.*

Обсуждение результатов исследования

С учетом вышеперечисленных особенностей сформулирована концептуальная модель (теоретическая система) построения процесса электрической тяги. За основу взяты положения теории построения движения, так как основной задачей электрической тяги является управляемое механическое движение ЭПС. Предложенная концептуальная модель процесса электрической тяги графически представлена на рис. 1.

Многоуровневость процесса электрической тяги определяется наличием в его структуре нескольких уровней (подпроцессов), каждый из которых решает конкретную специфическую задачу, отличающуюся от других, но в

совокупности с другими направленную на решение основной задачи процесса. Такой подпроцесс или группа подпроцессов могут сформировать один из уровней системы. Так, в структуре процесса электрической тяги предлагается выделить 5 уровней:

1. **Уровень энергетического обеспечения (Y_1).** По аналогии с уровнем Y_A построения движения является определяющим для всего процесса электрической тяги. На данном уровне не происходит формирование тяги как таковой, а обеспечивается функциональная готовность процесса к деятельности путем обеспечения стабильного и надежного энергообеспечения перевозочного процесса. Энергообеспечение определяется способами, методами и средствами приема, преобразования и распределения энергии в системе тягового электроснабжения, его технологическим уровнем, наличием резерва по мощности, материальным обеспечением, а также квалификацией обслуживающего персонала.

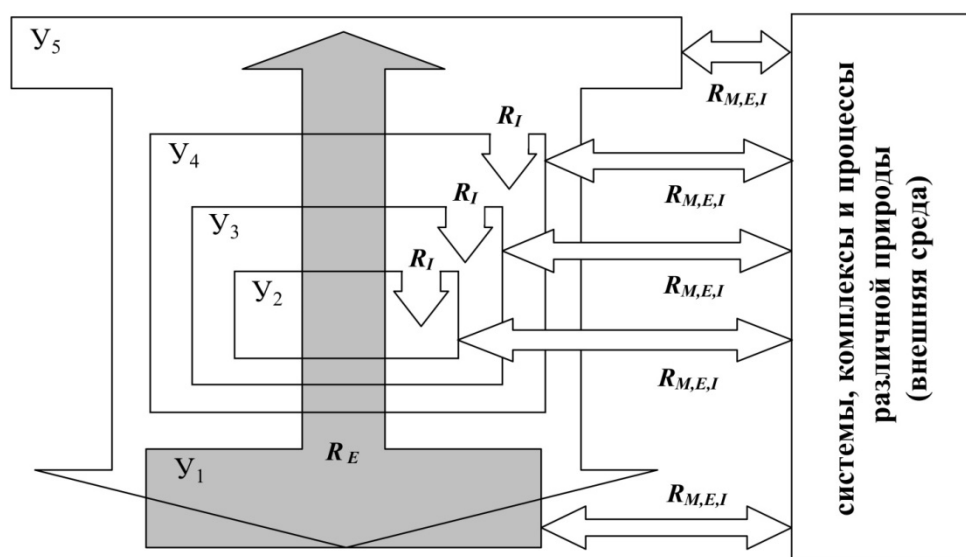


Рис. 1. Концептуальная модель процесса электрической тяги:
 Y_1 – Y_5 – уровни построения процесса электрической тяги; $R_{M,E,I}$ – обмен соответственно материальными, энергетическими и информационными ресурсами

2. **Уровень реализации работы тягового электрооборудования (Y_2).** По аналогии с уровнем Y_B , на данном уровне рассматривается подпроцесс, реализуемый в системе ограниченной собственными координатами объекта (в данном случае в системе ЭПС), без учета действия внешних сил, изменяющих импульс (количество движения) объекта (но при условии обмена энергией, материей и веществом с внешней средой – нагревание и остывание ТЭО, электромагнитные взаимодействия, изменение влажности и т.д.). Условно можно представить, что ЭПС подвешен на тросах над рельсами и, следовательно, внешние по отношению к ЭПС касательная сила тяги или силы сопротивления движению отсутствуют. В этом случае электрическая тяга, создаваемая ТЭО, реализуется в виде вращающего момента, приложенного к колесной паре или колесу.

Подпроцесс данного уровня характеризуется определенными алгоритмами работы ТЭО и системой косвенного управления, которые определяются паспортными электрическими и электромеханическими характеристиками входящих в них элементов. Данные алгоритмы формируются на этапе проектирования ЭПС и однозначно определяют реализуемые режимы работы, т.е. при идентичных внешних условиях ЭПС реализует идентичные характеристики. Это является особенностью данного уровня, заключающейся в том, что алгоритмы создания электрической тяги неизменны и определены на этапе проектирования путем использования ТЭО с определенными характеристиками. Изменение алгоритмов реализации электрической тяги требует изменения характеристик отдельных элементов электротехнического комплекса тягового электропривода.

3. Уровень управляемого движения ЭПС ($У_3$). На данном уровне, по аналогии с уровнем $У_С$, формируется подпроцесс взаимодействия ЭПС с окружающим пространством и его элементами. Так, при взаимодействии колесной пары с элементами пути возникает внешняя по отношению к ЭПС касательная сила тяги F_k , приводящая к движению, а электрические и электромеханические характеристики тягового электрооборудования формируют тяговую характеристику ЭПС. Создаваемая F_k является управляемой, что позволяет реализовать управляемое движение ЭПС. Управление ЭПС осуществляется либо водителем, либо системой автоведения. Различные параметры окружающего пространства, выражающиеся в физических характеристиках плана и профиля пути, климатических и погодных условий, напряжении на токоприемнике и т.д., определяют различные реализации электрической тяги.

Отличие данного уровня от следующего заключается в том, что в данном случае электрическая тяга, а следовательно, управляемое движение еще не является «целенаправленным», т.е. реализующим какую-то цель, в частности, перевезти пассажиров из одного пункта в другой, следуя в графике, при этом квалификация водителя на этом уровне не учитывается.

4. Уровень реализации технологического процесса ГЭТ ($У_4$). На данном уровне, по аналогии с уровнем $У_Р$, формируется подпроцесс взаимодействия ЭПС с окружающим пространством и его элементами с учетом их конкретных свойств и характеристик, например, реализация требуемой ходовой скорости на перегоне с учетом графика движения, обеспечение ограничения скорости на отдельных участках и т.д. Движение уже не просто «управляемое», а «целенаправленное», т.е. направленное на достижение конкретной цели – обеспечение перевозки пассажиров по маршрутной сети в соответствии с технологией перевозочного процесса ГЭТ и требованиями к качеству поездной работы. На данном уровне электрическая тяга зависит от уровня профессиональной квалификации водителя или машиниста ЭПС.

5. Уровень реализации производственного процесса ГЭТ ($У_5$). Данный уровень системы построения электрической тяги основывается на «полученных знаниях» и соответствует уровню $У_Е$ в теории построения движения. Его задачей является формирование «идеализированного» процесса электрической тяги, который стремятся реализовать нижестоящие уровни. Условно на этом уровне определяются «критерии» в соответствии с прогнозируемым «идеализированным» процессом, которые непрерывно корректи-

руют процесс электрической тяги и определяют его (например, прогнозируемые уровень потребления электроэнергии, пассажиропоток и др.) Данный подпроцесс выстраивается с учетом стратегии производственного процесса ГЭТ.

Иерархичность процесса электрической тяги определяется тем, что подпроцессы нижних уровней входят в состав подпроцессов более высоких уровней (см. рис. 1). Процессы более высоких уровней «подчиняют» себе подпроцессы более низких – задают параметры и условия их реализации R_l . При этом, чем выше уровень системы, тем более сложную задачу реализации электрической тяги в системе ГЭТ он решает.

Так, например, подпроцесс управляемого движения ЭПС (Y_3) включает в свой состав подпроцесс реализации работы тягового электрооборудования (Y_2) и при этом входит в состав подпроцесса (Y_4), определяемого технологией перевозочного процесса. При этом все эти подпроцессы включают в себя подпроцессы приема, преобразования и распределения энергии, потребляемой ЭПС (подпроцесса энергообеспечения – Y_1), не формирующий движение, но являющийся обеспечивающим для всего процесса электрической тяги, а также подчиняются подпроцессу реализации стратегии производственного процесса транспортного производства (Y_5). Данный подпроцесс является высшим в данной иерархической системе, так как определяет требования и условия для реализации всех предыдущих подпроцессов.

Параллельность подпроцессов, происходящих на каждом уровне, обусловлена механизмом реализации электрической тяги и вертикальной иерархией уровней системы. Уровни более высокого порядка формируют свои подпроцессы не по окончании подпроцесса нижнего уровня системы, а в момент его реализации при непрерывном взаимодействии, что и определяет *взаимосвязь подпроцессов*. При этом реализацию своей специфической задачи вышестоящий уровень выстраивает на основе задачи нижестоящего уровня, полностью определяя условия и параметры ее реализации (см. рис. 1).

Так, управляемое движение ЭПС (Y_3) на элементарном участке пути (с определенными параметрами) выстраивается на основе уровня реализации работы тягового электрооборудования ЭПС (Y_2), который формирует алгоритмы и режимы работы автоматизированного тягового электропривода ЭПС для конкретных условий (план и профиль заданного участка, климатические и погодные условия и др.) в которых выстраивается подпроцесс Y_3 . При выполнении технологии перевозки ЭПС (Y_4) движение по маршрутной сети при соблюдении ходовой скорости и межпоездного интервала в условиях сложной дорожной обстановки реализуется на основе подпроцесса уровня управляемого движения ЭПС (Y_3) на элементарном участке, формирующегося с учетом условий поездной работы ЭПС. Аналогично выполняется построение движения для всех уровней.

Обмен энергетическими, материальными и информационными ресурсами между уровнями и внешней средой является одним из основных условий реализации процесса электрической тяги в открытой сложноорганизованной системе ГЭТ [11, 12]. Очевидно, что данное условие строго реализуется только в общем случае, а в реальных условиях, как правило, очевидны лишь некоторые взаимодействия. Так, например, очевидны обмены энергетическими (электрическая, тепловая, механическая энергия и др.), а

также материальными ресурсами (в том числе финансовыми и кадровыми) [13]. В синергетической естественно-научной методологии при описании открытых сложноорганизованных систем используется определение «информация – как меры Порядка», в противовес понятию «энтропия – как мера Хаоса» [14]. Под обменом информационными ресурсами будем понимать любые взаимодействия, приводящие к «повышению Порядка» процессов и системы в целом. Это могут быть различные ограничения, условия и требования к параметрам протекающих процессов и явлений (различные для каждого уровня (подпроцесса)), выражающиеся в том числе и в регламентах, инструкциях, нормах и т.п. То есть все то, что ограничивает («упорядочивает») многочисленное множество (Хаос) вариантов реализации того или иного подпроцесса или его структуры. Условно структурная схема обмена энергетическими R_E , материальными R_M и информационными R_I ресурсами между уровнями построения электрической тяги и внешней средой представлена на рис. 1.

Выводы

В ходе теоретического исследования на основании предложенной гипотезы авторами сформулирована концептуальная модель, представляющая технологический процесс электрической тяги, основной задачей которого является преобразование электрической энергии источника в целенаправленное механическое движение ЭПС, определяемое совокупностью иерархически выстроенных подпроцессов, каждый из которых, находясь в иерархическом подчинении подпроцесса вышестоящего уровня и формируя условия реализации подпроцесса нижестоящего, решает отдельную специфическую подзадачу построения движения.

Представленная теоретическая система позволит развить общую теорию тягового электрооборудования ГЭТ путем совершенствования методологических основ принципов формирования режимов работы ТЭО при реализации технологии перевозочного процесса в производственно-технической системе ГЭТ. Выявленные структурно-функциональные связи процесса реализации работы ТЭО, характеризующие архитектуру взаимодействия с другими техническими, технологическими и производственными процессами, обеспечивающими реализацию электрической тяги, позволят определить рациональные режимы и способы управления тяговым электроприводом ЭПС, адекватные реальным условиям эксплуатации ЭПС, что имеет не только теоретическую, но и практическую значимость.

Библиографический список

1. Исаев, И. П. Правила тяговых расчетов нуждаются в пересмотре / И. П. Исаев, А. Т. Головатый // Локомотив. – 1992. – № 8. – С. 6–8.
2. Эйдуks, Я. Методики тяговых расчетов требуют уточнения / Я. Эйдуks // Железнодорожник Латвии. – 1993. – № 50. – С. 8–9.
3. Осипов, С. И. Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов / С. И. Осипов, Е. В. Горчаков, И. П. Исаев, Л. Г. Козлов. – Москва : Транспорт, 1984. – 280 с.
4. Розенфельд, В. Е. Теория электрической тяги / В. Е. Розенфельд, И. П. Исаев, Н. Н. Сидоров. – Москва : Транспорт, 1983. – 328 с.
5. Хакимов, Э. М. Диалектика иерархии и не иерархии в философии и научном знании / Э. М. Хакимов. – Казань : ФЭН, 2007. – 288 с.

6. Специфика электрической тяги городского транспорта / Ю. А. Рылов, А. Э. Аухадеев, В. В. Гришина, А. Р. Салихова, Р. А. Рашитова // Вестник современных исследований. – 2017. – № 11-1 (14). – С. 250–253.
7. Аухадеев, А. Э. Городской электрический транспорт с позиций синергетической методологии / А. Э. Аухадеев, Р. С. Литвиненко, Ю. А. Рылов, А. Г. Хайруллин // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 1 (60). – С. 67–73.
8. Бернштейн, Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. – Москва : Медгиз, 1947. – 234 с.
9. Платонов, А. К. О построении движений в баллистике и мехатронике / А. К. Платонов // Прикладная механика и управление движением. – Москва : ИПМ им. М. В. Келдыша, 2010. – С. 127–222.
10. Сопов, В. И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе / В. И. Сопов, Н. И. Щуров. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 728 с.
11. Хакен, Г. Синергетика / Г. Хакен : пер. с англ. канд. физ.-мат. наук В. И. Емельянова ; общ. ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. Ю. Л. Климонтовича и д-ра физ.-мат. наук С. М. Осовца. – Москва : Мир, 1980. – 423 с.
12. Аухадеев, А. Э. Саморазвитие транспортной системы современного города: Поиск инновационной модели интеллектуального управления / А. Э. Аухадеев. – Москва : ВИНТИ, 2014. – 220 с.
13. Деев, В. В. Тяга поездов / В. В. Деев, Г. А. Ильин, Г. С. Афонин. – Москва : Транспорт, 1987. – 264 с.
14. Пригожин, И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс : пер. с англ. ; общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича, Ю. В. Сагнова. – Москва : Прогресс, 1986. – 432 с.

References

1. Isaev I. P., Golovaty A. T. *Lokomotiv* [Locomotive]. 1992, no. 8, pp. 6–8. [In Russian]
2. Eyduks Ya. *Zheleznodorozhnik Latvii* [Railroad Latvia]. 1993, no. 50, pp. 8–9. [In Russian]
3. Osipov S. I., Gorchakov E. V., Isaev I. P., Kozlov L. G. *Ratsional'nye rezhimy vozhdeniya poezdov i ispytaniya lokomotivov* [Rational modes of train driving and testing of locomotives]. Moscow: Transport, 1984, 280 p. [In Russian]
4. Rozenfel'd V. E., Isaev I. P., Sidorov N. N. *Teoriya elektricheskoy tyagi* [Theory of electric traction]. Moscow: Transport, 1983, 328 p. [In Russian]
5. Khakimov E. M. *Dialektika ierarkhii i ne ierarkhii v filosofii i nauchnom znanii* [Dialectics of hierarchy and non-hierarchy in philosophy and scientific knowledge]. Kazan: FEN, 2007, 288 p. [In Russian]
6. Rylov Yu. A., Aukhadееv A. E., Grishina V. V., Salikhova A. R., Rashitova R. A. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of modern research]. 2017, no. 11-1 (14), pp. 250–253. [In Russian]
7. Aukhadееv A. E., Litvinenko R. S., Rylov Yu. A., Khayrullin A. G. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [World of transport and technological machines]. 2018, no. 1 (60), pp. 67–73. [In Russian]
8. Bernshteyn N. A. *O postroenii dvizheniy* [On the construction of movements]. Moscow: Medgiz, 1947, 234 p. [In Russian]
9. Platonov A. K. *Prikladnaya mekhanika i upravlenie dvizheniem* [Applied mechanics and motion control]. Moscow: IPM im. M. V. Keldysha, 2010, pp. 127–222. [In Russian]
10. Sopov V. I., Shchurov N. I. *Sistemy elektrosnabzheniya elektricheskogo transporta na postoyannom toke* [Systems of power supply of electric transport on a direct current]. Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2013, 728 p. [In Russian]

11. Khaken G. *Sinergetika: per. s angl. kand. fiz.-mat. nauk V. I. Emel'yanova* [Synergetics : transl. from English kand. physical and mathematical sciences V. I. Emelyanova]. Moscow: Mir, 1980, 423 p. [In Russian]
12. Aukhadeev A. E. *Samorazvitie transportnoy sistemy sovremennogo goroda: Poisk innovatsionnoy modeli intellektual'nogo upravleniya* [Self-development of the transport system of the modern city: Search for an innovative model of intellectual management]. Moscow: VINITI, 2014, 220 p. [In Russian]
13. Deev V. V., Il'in G. A., Afonin G. S. *Tyaga poezdov* [Train pull]. Moscow: Transport, 1987, 264 p. [In Russian]
14. Prigozhin I., Stengers I. *Poryadok iz khaosa: Novyy dialog cheloveka s prirodoy: per. s angl.* [Order out of chaos: man's New dialogue with nature : transl. from English]. Moscow: Progress, 1986, 432 p. [In Russian]

Аухадеев Авер Эрикович

кандидат технических наук, доцент,
кафедра электротехнических
комплексов и систем,
Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 61)
E-mail: aukhadeevkgma@rambler.ru

Aukhadeev Aver Erikovich

candidate of technical sciences,
associate professor,
sub-department of electrotechnical
complexes and systems,
Kazan State Power Engineering University
(61 Krasnoselskaya street, Kazan, Russia)

Литвиненко Руслан Сергеевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра электротехнических
комплексов и систем,
Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 61)
E-mail: Litrus277@yandex.ru

Litvinenko Ruslan Sergeevich

candidate of technical sciences,
associate professor,
sub-department of electrotechnical
complexes and systems,
Kazan State Power Engineering University
(61 Krasnoselskaya street, Kazan, Russia)

Киснеева Ляйля Нургадиевна

старший преподаватель,
кафедра электротехнических
комплексов и систем,
Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 61)
E-mail: leilja80@mail.ru

Kisneeva Lyaila Nurgaliyevna

senior lecturer,
sub-department of electrotechnical
complexes and systems,
Kazan State Power Engineering University
(61 Krasnoselskaya street, Kazan, Russia)

Егорова Полина Владимировна

магистрант,
Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 61)
E-mail: epoulina@mail.ru

Egorova Polina Vladimirovna

master degree student,
Kazan State Power Engineering University
(61 Krasnoselskaya street, Kazan, Russia)

Образец цитирования:

Аухадеев, А. Э. Концептуальная модель процесса электрической тяги как основа развития теории тягового электрооборудования городского электрического транспорта / А. Э. Аухадеев, Р. С. Литвиненко, Л. Н. Киснеева, П. В. Егорова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 119–128.

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗУБНЫХ ИМПЛАНТАТОВ С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

С. М. Геращенко, С. И. Геращенко, В. В. Карнаухов, М. В. Едемский

TECHNOLOGY OF CREATING INDIVIDUAL DENTAL IMPLANTS WITH A DEVELOPED SURFACE

S. M. Gerashchenko, S. I. Gerashchenko, V. V. Karnaukhov, M. V. Edemsky

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Предложена технология создания индивидуальных зубных имплантатов (ИЗИ) на основе компьютерной обработки снимков конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в формате DICOM путем печати модели на 3D-принтере и создания развитой поверхности в виде микро- и макрокаверн на изделии методом лазерной обработки. Целью данного исследования является разработка технологии получения модели корней зуба (МКЗ) с учетом индивидуальных особенностей пациента на основе данных КЛКТ, 3D-печати изделия из титана и создание развитой поверхности на полученной модели. *Методы.* Технология создания ИЗИ включает в себя три последовательных этапа работы: создание МКЗ путем компьютерного моделирования изображения, полученного из КЛКТ-снимка пациента, 3D-печать полученной модели методом селективного лазерного спекания, лазерная обработка изделия с целью создания развитой поверхности. *Результаты.* Представлены результаты создания имплантата, идентичного корневой части удаленного зуба пациента и описан способ создания развитой поверхности на полученном изделии. *Выводы.* Использование имплантата, создаваемого по предложенной технологии, с учетом индивидуальных особенностей пациента и развитой поверхностью в виде микро- и макрокаверн, позволит значительно снизить риск травматизации во время установки имплантата и увеличить степень его приживаемости.

Ключевые слова: зубной имплантат, 3D-моделирование, 3D-печать, развитая поверхность.

Abstract. *Subject and goals.* The article presents the technology for creating individual dental implants (IDI) by computer processing of images of a cone-beam computed tomography (CBCT) in the DICOM format, printing a model on a 3D printer and creating a developed surface in the form of micro- and macrocavities on the product using laser processing method. The purpose of this study is to develop a technology for obtaining a tooth root model (TRM) taking into account the patient's individual characteristics based on CBCT data and 3D printing of a titanium product and the creation of a developed surface on the resulting model. *Methods.* The technology of creating an IDI includes 3 stages of work: the creation of an TRM by computer simulation of an image obtained from a CBCT patient image, 3D printing of the resulting model using selective laser sintering, laser processing of the product to create a developed surface. *Results.* The article presents the results of creating a TRM identical root part of the extracted tooth, and describes how to create a developed surface on the resulting product. *Conclusions.* Using of the implant, created by the proposed technology, taking into account the individual characteristics of the patient and the developed surface in the form of micro- and macrocavities, will significantly reduce the risk of injury during the implant installation and increase the survival rate.

Keywords: dental implant, 3D-modeling, 3D-printing, developed surface.

Введение

Настоящее время характеризуется активным внедрением цифровых технологий, в том числе и систем автоматизированного проектирования (CAD), в различные области медицины. В стоматологии активно ведутся исследования по применению цифровых методов визуализации, позволяющих формировать трехмерные модели строения элементов челюсти и зубов пациента.

Объем производства стоматологических имплантатов в России увеличивается с каждым годом. По состоянию на 2018 г. объем рынка дентальных имплантатов в России составил более 590 тыс. шт. в количественной оценке и более 80 млн долларов – в стоимостном исчислении. Согласно расчетам по прогностическим моделям, ожидаемый объем рынка к 2020 г. оценивается в диапазоне 0,8–1 млн шт. при нахождении стоимостного эквивалента объемов в пределах от 100 до 130 млн долларов. Согласно выводам Министерства здравоохранения Российской Федерации, в ближайшие годы ожидается рост объемов производства в сфере стоматологии не менее чем на 12 % в год. В своих доводах эксперты ссылаются на повышенное качество услуг, сервис при отсутствии очередей, активное продвижение услуг всеми доступными средствами.

Вживление титанового имплантата в десну на место отсутствующего зуба – один из прогрессивных и эффективных способов устранения ряда стоматологических дефектов. Если пациент нуждается в имплантации и у него сохранилась конфигурация корневой части удаляемого зуба, нет противопоказаний к установке имплантата, то восстановить функцию челюсти можно по предлагаемой технологии путем установки зубного имплантата с развитой поверхностью, изготовленного с учетом геометрических размеров корня зуба пациента, что обеспечит минимальную травматизацию при имплантации и ускоренную приживаемость имплантата на месте установки.

В данной работе предложена технология создания ИЗИ путем разработки индивидуальных МКЗ, применения 3D-печати методом селективного лазерного спекания и создания развитой поверхности в виде микро- и макрокаверн на изделии методом лазерной обработки.

Обзор литературы

Применение технологии создания ИЗИ с развитой поверхностью предполагает отсутствие химических реагентов в изготавливаемом имплантате, а также минимальную травматизацию естественной конфигурации челюсти человека. Среди современных исследований в данной области можно выделить:

– в рамках исследования «Influence of scanning and reconstruction parameters on quality of three-dimensional surface models of the dental arches from cone beam computed tomography» [1] проводилось изучение влияния поля сканирования, размера вокселя и пороговых значений сегментации на качество трехмерных (3D) моделей поверхности зубных дуг из конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ);

– в статье «3D modeling, custom implants and its future perspectives in craniofacial surgery» [2] описывается, что индивидуальные имплантаты, созданные после 3D-моделирования, для реконструкции черепно-лицевых де-

фектов благодаря лучшей остеоинтеграции и свойствам по сравнению с их обычными аналогами являются более продуктивными;

– в статье «3D printing in dentistry» [3] описываются основные доступные технологии 3D-печати и их различные виды применения в стоматологии и в челюстно-лицевой хирургии.

Материалы и методы

Предлагаемая технология создания ИЗИ с развитой поверхностью в виде микро- и макроаверн состоит из следующих этапов:

1. Создание МКЗ. Снимок челюсти пациента, полученный в результате выполнения КЛКТ (рис. 1) в формате DICOM импортируется в программу для создания хирургических шаблонов, где производилась первичная сегментация участка корня зуба. Полученный файл в формате STL далее переносится в программу для удаления артефактов, возникающих в процессе сегментации изображения.

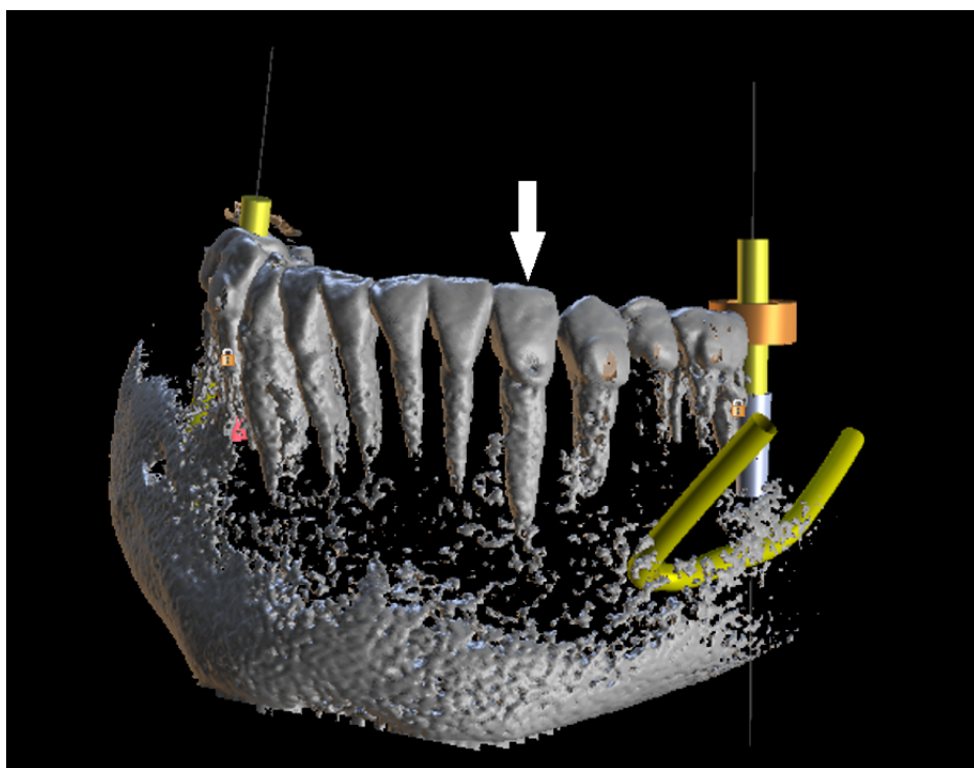


Рис. 1. Первичный снимок челюсти пациента
(стрелкой обозначен зуб для будущей сегментации)

2. 3D-печать. Полученная МКЗ, с учетом индивидуальных особенностей пациента, отправляется на 3D-печать из титанового порошка методом селективного лазерного спекания. Стоит отметить, что созданное в результате 3D-печати изделие не будет обладать достаточной первичной стабильностью после размещения в челюсти из-за отсутствия на поверхности имплантата микрошероховатостей.

3. С целью создания развитой поверхности имплантата в виде микро- и макрокаверн применяется метод лазерной обработки.

Положительный эффект создания микро- и макрокаверн достигается тем, что в имплантате для имплантации в костную ткань на внешней стороне поверхности по всей поверхности внутрикостной части имплантата с шагом L по ширине и длине выполнены отверстия в виде усеченного конуса, основание которого заглублено не менее чем на 40 мкм, причем отверстия выполнены лучом лазера путем поворота его на 360° под углом α к оси формируемого отверстия. Сущность предлагаемого решения поясняется общим видом поверхности имплантата с поперечным разрезом конусного отверстия, показанного на рис. 2 [4–5].

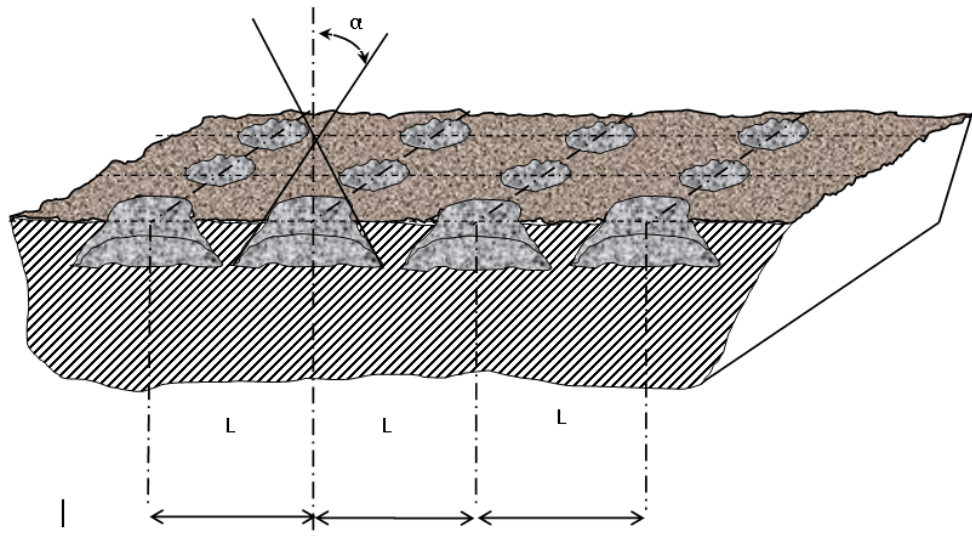


Рис. 2. Имплантат для имплантации в костную ткань

При установке имплантата в костное ложе достигается надежная фиксация внутрикостной части в результате формирования дополнительной силы, связанной с разрывом биоткани в момент физического воздействия, обусловленной поверхностью остеointеграционных элементов, выполненных в виде конусных отверстий, а также за счет большой площади контакта с костью, обусловленной микрошероховатостью поверхности имплантата, когда в пограничном имплантату пространстве стадийно формируются зрелые костные структуры. Кость постепенно интегрирует с развитым по схожести с ее микроархитектоникой рельефом имплантата, что приводит к образованию прочного соединения «костная ткань – имплантат» [4, 5].

Увеличение топографии поверхности изделия при использовании лазерной технологии осуществляется за счет ее модификации порами с целью улучшения интеграции имплантата с костной тканью [6].

Основными параметрами лазеров, которые определяют качество обработки, являются:

- мощность излучения P ;
- длина волны λ ;

- длительность импульса τ ;
- частота следования импульсов f ;
- пространственные характеристики модовой структуры излучения;
- расходимость пучка α .

Методика получения пористой структуры с использованием лазера основана на анализе гидродинамической и тепловой задачи процесса газолазерной резки с учетом возникновения волны и выноса расплава из зоны реза. Взаимодействие лазерного излучения с поверхностью обрабатываемого материала основано на теплофизическом воздействии, способном расплавить материал, довести его до кипения и частично испарить [6].

При этом следует отметить, что получение пористой структуры на титане под высоким давлением аргона позволяет получить ровную кромку пор с шероховатостью, определяемой перекрытием пятен воздействия лазерного излучения. Для чистовой обработки можно применять давление до 15 атм.

Мощность излучения лазера должна обеспечивать нагревание поверхности до температуры испарения $T_{\text{и}} \leq 10\,000\text{ К}$. Для такой температуры можно определить необходимую плотность мощности; при радиусе поперечного сечения пучка в фокальной плоскости 100 мкм она составляет примерно 0,1–1 кВт. Длина волны лазера должна лежать в спектральной области, где обрабатываемый материал имеет больший коэффициент поглощения.

Проведенные исследования режимов лазерной обработки показали, что одной из основных является задача получения образца с требуемой геометрией, с полным устранением облоя по всей области воздействия лазерного излучения. Для решения этой задачи использовалась газолазерная обработка с использованием аргона. В качестве образца использовался титановый стержень с квадратным сечением размером 1 мм. Лазерная резка проводилась с применением системы непрерывной подачи струи в 4 атм [7].

Результаты проведенной экспериментальной оценки режимов лазерной обработки подтвердили возможность создания развитой поверхности зубных имплантатов. Применяемая газолазерная технология позволяет формировать качественную структуру и форму рельефа пористой поверхности с заданными параметрами [6, 7].

Результаты

Для создания ИЗИ с развитой поверхностью в виде микро- и макрокаверн была произведена процедура сегментации МКЗ из КЛКТ-снимка пациента путем выделения из снимка корневой части зуба. По завершении работы сегментированный участок экспортируется в формате STL-файла для дальнейшей обработки и 3D-печати (рис. 3).

Далее производится обработка полученной МКЗ с целью заполнения дефектов, которые возникли в результате форматирования изображения, и удаление возникших при сегментации артефактов с помощью интерактивных инструментов программы. Результат обработки изображения представлен на рис. 4.

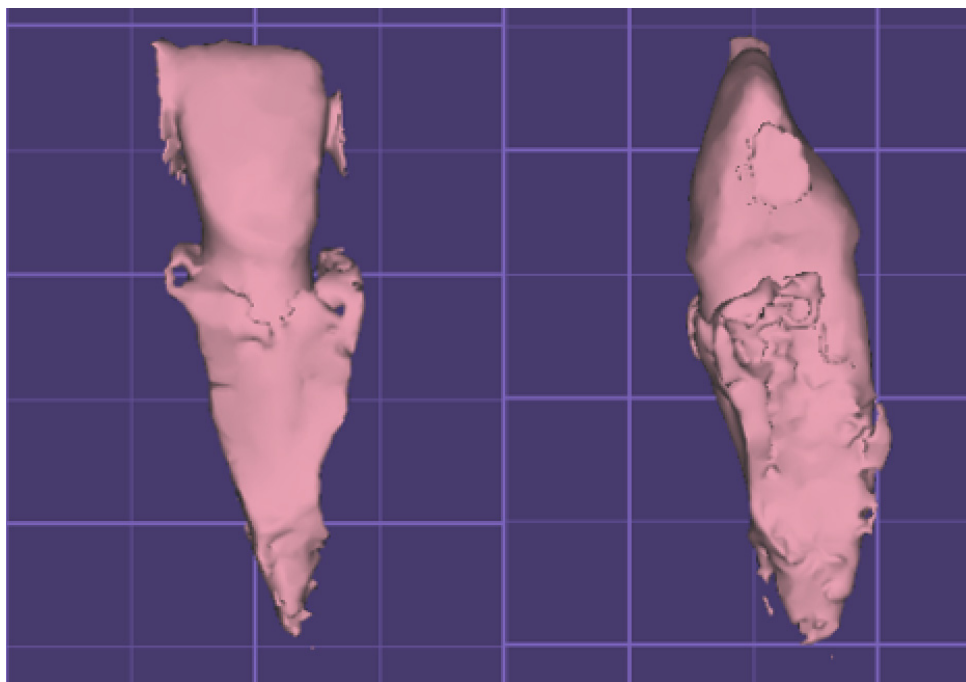


Рис. 3. Результат сегментации зуба

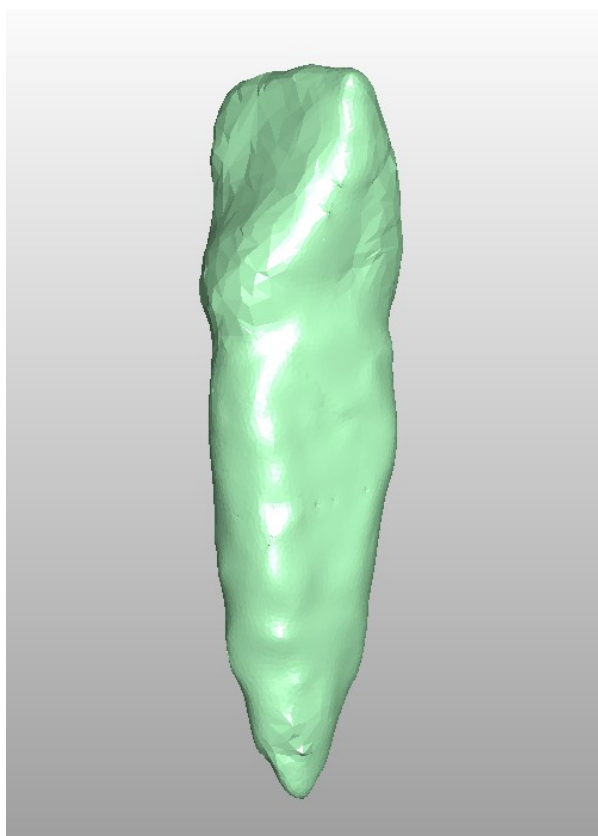


Рис. 4. 3D-модель корня зуба с учетом индивидуальных особенностей пациента

Полученная 3D-модель корня зуба используется для изготовления ИЗИ путем 3D-печати из титанового порошка методом селективного лазерного спекания. Создание развитой поверхности в виде микро- и макроаверн производится методом лазерной обработки. Технология с одновременным применением лазерного излучения и газовой струи является одной из самых эффективных с точки зрения качества обработки материалов [6].

В результате получается создать поверхность ИЗИ с высокой точностью воспроизведения геометрических размеров формируемых пор. Внешний вид изделия после создания развитой поверхности представлен на рис. 5.



Рис. 5. Внешний вид изделия после обработки поверхности

Обсуждение

Для создания ИЗИ требуется 3D-модель зуба, формируемая на основе КЛКТ. Корневая область зуба пациента должна быть неповрежденной.

Показаниями для имплантации по предложенной технологии являются наличие у пациентов следующих форм заболеваний:

1. Вертикальная фрактура корня зуба (ВФК) – заболевание, как правило, обнаруживается в ранее эндодонтически леченных зубах, и удаление зуба с ВФК является методом выбора в исходе данной патологии. При данной патологии представляется возможным создание модели ИЗИ по предлагаемой технологии с дальнейшим восстановлением функции челюсти.

2. Хронический периодонтит – если при заболевании по данным инструментальной диагностики происходит умеренное расширение периодонтальной щели, невозможно провести консервативное лечение, например, при условии сильно разрушенной коронковой части зуба, то изготовление и установка ИЗИ является перспективным методом лечения.

3. Перелом зуба – продольный, оскольчатый и косой переломы корня зуба требуют удаления зуба. Установка ИЗИ, изготовленного по предлагаемой технологии, позволит восстановить функцию челюсти пациента.

4. Полный вывих зуба – если для реплантации зуба нет условий, то образовавшийся дефект зубного ряда возможно устранить путем установки ИЗИ с развитой поверхностью в виде микро- и макрокаверн.

Стоит отметить, при использовании метода одномоментной имплантации для установки ИЗИ, созданной по предлагаемой технологии, необходимо снизить нагрузку на область установленного имплантата на период первичного приживления и стабилизации. Решить данную проблему в дальнейшем планируется путем установки временной коронки и адгезивного моста в момент имплантации.

Добавление микро- и макрокаверн или объединение с методами модификации топографии поверхности имплантата приведут к ускоренной и более успешной остеоинтеграции по сравнению с необработанной поверхностью [8–10].

Выводы

В результате проведенного исследования предложена технология создания ИЗИ, воспроизводящего по форме и размеру корневую часть удаляемого зуба пациента, на основе комбинации компьютерной обработки снимков КЛКТ и технологий CAD, печати модели на 3D-принтере из титанового порошка методом селективного лазерного спекания с последующим созданием развитой поверхности в виде микро- и макрокаверн методом лазерной обработки. Имплантаты, созданные по предлагаемой технологии, имеют следующие преимущества:

1. Изготавливаются с учетом индивидуальных особенностей пациента и устанавливаются по методике одномоментной имплантации, что значительно снижает сроки приживления и реабилитации.

2. Поверхность имплантата в виде микро- и макрокаверн обеспечивает высокий уровень остеоинтеграции и, как следствие, сокращает время приживления.

3. Не будут деформировать естественную конфигурацию челюсти пациента, что приведет к снижению количества осложнений после имплантации.

Библиографический список

1. Influence of scanning and reconstruction parameters on quality of three-dimensional surface models of the dental arches from cone beam computed tomography / B. Hassan, P. Couto Souza, R. Jacobs, S. de Azambuja Berti, P. van der Stelt // Clin Oral Investig. – 2010. – Vol. 14(3). – P. 303–310. – DOI 10.1007/s00784-009-0291-3.
2. Parthasarathy, J. 3D modeling, custom implants and its future perspectives in craniofacial surgery / J. Parthasarathy // Ann Maxillofac Surg. – 2014. – Vol. 4(1). – P. 9–18. – DOI 10.4103/2231-0746.133065.
3. Dawood, A. 3D printing in dentistry / A. Dawood, B. Marti Marti, V. Sauret-Jackson, A. Darwood // BDJ. – 2015. – 219. – P. 521–529. – DOI 10.1038/sj.bdj.2015.914.
4. Патент 127617 Российская Федерация, МПК А 61 С 8/00. Зубной имплантат / Герашенко С. И., Евдокимов С. В., Митрошин А. Н., Фандеев В. П. ; № 2012156743/14 ; заявл. 25.12.2012 ; опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13.
5. Патент 111423 Российская Федерация, МПК А 61 С 8/00. Зубной имплантат / Герашенко С. И., Герашенко С. М., Митрошин А. Н., Недорезов В. Г. ; 2011134892/14 ; заявл. 19.08.2011, опубл. 20.12.2011, Бюл. № 35.

6. Formation of the porous structure of material surface using the method of laser processing / A. N. Mitroshin, S. I. Gerashchenko, S. M. Gerashchenko, N. N. Yankina, A. V. Vertaev // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2015. – № 6 (1). – P. 1869–1874.
7. Mitroshin, A. N. Experimental Evaluation of the Modes of Laser Processing Of the Surface of Implants and Prostheses / A. N. Mitroshin, S. I. Gerashchenko, S. M. Gerashchenko et al. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2015. – Vol. 6, № 1. – P. 1862–1868.
8. Препарирование изображений процесса формирования костного регенерата при настройке сканирующих электронных микроскопов / С. И. Геращенко, С. М. Геращенко, С. Ю. Костенков, Н. Н. Янкина, В. В. Карнаухов // *Надежность и качество сложных систем*. – 2016. – № 4 (16). – С. 82–91.
9. Анализ остеointеграции модифицированной лазерной поверхности титановых имплантатов, обработанных линейно-цепочечным углеродом / А. Н. Митрошин, Д. В. Никишин, Д. В. Смоленцев, М. А. Ксенофонтов, Д. А. Космынин // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. – 2016. – № 3 (39). – С. 5–15.
10. Сравнительная оценка остеointеграции винтовых конических и цилиндрических титановых имплантатов, обработанных методом микродугового оксидирования / А. Н. Митрошин, П. В. Иванов, А. Е. Розен, И. А. Казанцев, М. А. Розен, В. В. Розен // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 9 (3). – С. 447–451.

References

1. Hassan B., P. Couto Souza, Jacobs R., de Azambuja Berti S., van der Stelt P. *Clin Oral Investig*. 2010, vol. 14(3), pp. 303–310. DOI 10.1007/s00784-009-0291-3.
2. Parthasarathy J. *Ann Maxillofac Surg*. 2014, vol. 4 (1), pp. 9–18. DOI 10.4103/2231-0746.133065.
3. Dawood A., Marti Marti B., Sauret-Jackson V., Darwood A. *BDJ*. 2015, 219, pp. 521–529. DOI 10.1038/sj.bdj.2015.914.
4. Patent 127617 Russian Federation, MPK A 61 S8/00. *Zubnoy implantat* [Patent 127617 Russian Federation, IPC A 61 S8/00. Dental implant]. Ge-rashchenko S. I., Evdokimov S. V., Mitroshin A. N., Fandeev V. P.; no. 2012156743/14; appl. 25.12.2012; publ. 10.05.2013, bull. no. 13. [In Russian]
5. Patent 111423 Russian Federation, MPK A 61 C 8/ 00. *Zubnoy implantat* [Patent 111423 Russian Federation, IPC A 61 C 8/ 00. Dental implant]. Ge-rashchenko S. I., Gerashchenko S. M., Mitroshin A. N., Nedorezov V. G.; 2011134892/14; appl. 19.08.2011, publ. 20.12.2011, bull. no. 35. [In Russian]
6. Mitroshin A. N., Gerashchenko S. I., Gerashchenko S. M., Yankina N. N., Vertaev A. V. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015, no. 6 (1), pp. 1869–1874.
7. Mitroshin A. N., Gerashchenko S. I., Gerashchenko S. M. et al. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015, vol. 6, no. 1, pp. 1862–1868.
8. Gerashchenko S. I., Gerashchenko S. M., Kostenkov S. Yu., Yankina N. N., Karnaukhov V. V. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh system* [Reliability and quality of complex systems]. 2016, no. 4 (16), pp. 82–91. [In Russian]
9. Mitroshin A. N., Nikishin D. V., Smolentsev D. V., Ksenofontov M. A., Kosmynin D. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskiye nauki* [University proceedings. Volga region. Medical sciences]. 2016, no. 3 (39), pp. 5–15. [In Russian]
10. Mitroshin A. N., Ivanov P. V., Rozen A. E., Kazantsev I. A., Rozen M. A., Rozen V. V. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental study]. 2011, no. 9 (3), pp. 447–451. [In Russian]

Геращенко Сергей Михайлович

доктор технических наук, профессор,
кафедра медицинской кибернетики
и информатики,
заместитель директора
Медицинского института,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: gsm@pnzgu.ru

Gerashchenko Sergey Mikhailovich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of medical cybernetics
and computer science,
deputy director of Medical Institute,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Геращенко Сергей Иванович

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой медицинской
кибернетики и информатики,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: mpo@list.ru

Gerashchenko Sergey Ivanovich

doctor of technical sciences, professor,
head of sub-department of medical
cybernetics and computer science,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Карнаухов Виктор Вячеславович

студент,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: tempercore@mail.ru

Karnaukhov Viktor Vyacheslavovich

student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Едемский Михаил Вячеславович

студент,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: misha.f.2015@mail.ru

Edemsky Mikhail Vyacheslavovich

student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Геращенко, С. М. Технология создания индивидуальных зубных имплантатов с развитой поверхностью / С. М. Геращенко, С. И. Геращенко, В. В. Карнаухов, М. В. Едемский // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 129–138.

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ТЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ
ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ¹**

Н. Е. Дятлов, Н. Ю. Митрохина, Ф. К. Рахматуллов, М. А. Митрохин

**MATHEMATICAL MODELS FORECASTING
OF ATRIAL FIBRILLATION DURING PREGNANCY**

N. E. Dyatlov, N. Yu. Mitrokhina, F. K. Rakhmatullov, M. A. Mitrokhin

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Приоритетной задачей современной кардиологии стоит снижение бремени фибрилляции предсердий (ФП) в популяции. Существующие стратификационные шкалы ФП преследуют цель оценить частоту развития инсульта и кровотечений, в то время как шкала для оценки прогрессирования самой ФП до сих пор не разработана. Цель исследования – разработать математические модели прогнозирования количества и длительности пароксизмов ФП путем отбора целевых предикторов развития аритмии на разных сроках беременности. *Материал и методы.* Для построения математических моделей предикции ФП была использована выборка из записей суточного мониторирования ЭКГ (СМ) 90 беременных женщин с пароксизмальной изолированной ФП на каждом сроке беременности. Прогнозирование выполнялось с использованием корреляционного и регрессионного анализа с распределенным лагом. *Результаты.* Корреляционный анализ Спирмена и анализ окрестности соседних компонент (NCA) позволили отобрать 4 специфических инструментальных предиктора развития ФП при беременности из генеральной совокупности в 30 признаков: средняя ночная частота сердечных сокращений, суточное число наджелудочковых и желудочковых экстрасистол, рефрактерный период атриовентрикулярного узла и предсердий. Методом регрессионного анализа построены четыре предикционные модели течения ФП при беременности с использованием указанных предикторов. Проверка на ошибки прогнозирования выявила высокую точность выбранных моделей. *Заключение.* Были разработаны математические модели прогнозирования течения ФП у беременных женщин, которые позволяют врачам-клиницистам и научным работникам прогнозировать динамику заболевания в разные сроки гестации.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, беременность, регрессионный анализ, математическое моделирование.

Abstract. *Subject and goals.* The priority area of modern cardiology is to reduce the burden of atrial fibrillation (AF) in population. The existing AF stratification scales are aimed at assessing the incidence of stroke and bleeding, while the scale for assessing the progression of AF has not yet been developed. The purpose of the study was to identify predictors of AF development in pregnancy and to develop a method for predicting the number and duration of AF paroxysms during different gestational terms. *Materials and methods.* To build mathematical models of the prediction of AF, a sample of daily Holter ECG monitoring (HM) records of 90 pregnant women with paroxysmal isolated AF recorded at each gestational age was used. Prediction was performed using correlation and regres-

¹ Статья подготовлена при поддержке конкурса «Ректорские гранты» в рамках договора №17/19-НИР от 09.04.2019.

sion analysis with distributed lag. *Results.* Spearman's correlation analysis (SCA) and the neighboring components analysis (NCA) allowed us to select 4 specific intrinsic predictors of the development of AF in pregnancy from the general population in 30 signs: mean night-time heart rate (HRMN), total daily number of supraventricular and ventricular extrasystoles (TE), effective refractory period of the atrioventricular node (AVNRP) and atria (ATRP). Using the method of regression analysis, four predictive models of the course of AF during pregnancy were constructed using the specified predictors. *Conclusion.* We have developed mathematical models for predicting the course of AF in pregnant women, which allow clinicians and scientists to guess the dynamics of the disease at different periods of gestation.

Keywords: atrial fibrillation, pregnancy, regression analysis, mathematical modeling.

Введение

Вопросы ведения пациентов с ФП подробно освещены в зарубежных и отечественных клинических рекомендациях [1, 2]. В рекомендациях ВНОА, РКО, ОШК, ЕНРА, ESC, АСС по диагностике и лечению ФП описаны этиология, патогенез, клиника, диагностика и лечение этого заболевания. Большое внимание уделяется вопросам профилактики развития осложнений ФП – шкала прогнозирования риска инсульта CHA2DS2VASc и шкала риска кровотечения при приеме антикоагулянтов HAS-BLED широко используются в медицинской практике. В то же время методы предупреждения и прогнозирования самой ФП остаются нераскрытыми. Существующий пробел в стратификации динамики развития заболевания в общей популяции открывает широкое поле для фундаментальных научных исследований. Изучение особенностей течения пароксизмов ФП у беременных женщин и триггерных факторов возникновения аритмии в этот период позволяет составить предиктивную модель развития аритмии на любом сроке гестации по исходным показателям [3]. Трудность разработки модели заключается в нескольких моментах: работа с биологическими данными, не поддающимися строгой классификации; необходимость привлечения врача-специалиста; трудность этического взаимодействия с беременной пациенткой. Необходимость оценки и сопоставления данных во времени, т.е. – на разных сроках беременности, ограничивает объем возможно применяемых методик анализа данных. Полученная же модель позволит врачу прогнозировать поведение аритмии и выявлять критические этапы учащения количества и длительности пароксизмов ФП в период гестации, которые могут быть ассоциированы с повышенным риском мозгового инсульта и системных эмболий [4].

Цель настоящего исследования – разработать метод прогнозирования количества и длительности пароксизмов ФП на основании корреляционного и регрессионного анализа путем отбора целевых предикторов развития аритмии на разных сроках беременности.

Материал и методы

Проведенное исследование является проспективным, диагностическим. Оно выполнено в Пензенском государственном университете в рамках междисциплинарной работы врачей и специалистов в области системного анализа, управления и обработки информации. В период с 2014 по 2018 г. обследо-

вано 90 беременных женщин с пароксизмальной изолированной ФП. Медианный возраст обследуемых составил 28 (25; 31) лет. Всем обследуемым выполнено суточное мониторирование ЭКГ (СМ) на малом сроке беременности (до 8 недель), а затем в каждом триместре и спустя 6 месяцев после родов (всего 5 раз), по результатам которого была составлена база данных электрофизиологических маркеров развития ФП на каждом сроке.

Статистические методы включали в себя описательную статистику, углубленный корреляционный и регрессионный анализ. Корреляционный анализ проводили методами Спирмена и анализа окрестности соседних компонент. Для построения математических предиктивных моделей была использована регрессия с распределенным лагом. Валидизация моделей выполнена путем визуального анализа распределения остатков регрессии, расчетом критерия хи-квадрат, корреляционным анализом остатков регрессии, дисперсионным анализом Фишера. Работа выполнена с использованием ПО Microsoft Excel, Microsoft Word, StatSoft Statistica, MathWorks MatLab.

Результаты исследования и их обсуждение

Выделение ключевых триггеров изолированной ФП проводилось в несколько этапов. Первый этап – формирование выборки пациентов и ее первичный анализ для установления общих закономерностей течения аритмии на разных сроках беременности. На втором этапе осуществлялся детальный отбор наиболее сильных коррелятов ФП на каждом сроке беременности и сопоставление их между собой для выделения ключевых триггеров аритмии. На третьем этапе выполнялись построение и идентификация параметров математических моделей прогрессирования ФП с использованием ключевых коррелятов аритмии. Заключительный этап включал проверку качества разработанных моделей.

На первом этапе с помощью анализа СМ были получены следующие электрофизиологические показатели проводящей системы беременных с ФП:

- частотные характеристики синусового ритма: частота сердечных сокращений (ЧСС) – среднесуточная, среднедневная, средненочная, минимальная, максимальная;

- параметры электрофизиологии сердца – время восстановления функции синусового узла и его скорректированный к ЧСС аналог (КВВФСУ); рефрактерный период атриовентрикулярного узла (РПАВ) и предсердий (РПП);

- аритмические характеристики – частота встречаемости наджелудочковых (НЭ) и желудочковых (ЖЭ) экстрасистол за сутки, за день и за ночь.

Анализ жалоб и дневников больных позволил собрать данные по количеству эпизодов ФП за прошедшие три месяца и средней продолжительности одного эпизода ФП, которые были выбраны в качестве искомых величин.

Всего по данным ХМЭКГ было получено свыше 30 инструментальных предикторов возникновения ФП. Работа с моделью прогнозирования, построенной на основе такого количества независимых переменных, для практикующего врача может быть довольно затруднительной. Основным недостатком такой модели является сложность интерпретации полученных с ее помощью результатов.

Повысить интерпретируемость модели возможно путем сокращения входящих в нее параметров. При этом возникает вторая проблема – при со-

кращении параметров модели уменьшается точность получаемых результатов. Таким образом, необходимо было разработать методику отбора предикторов, которая позволила бы отбирать наиболее релевантные решаемой задаче признаки для повышения интерпретируемости модели при незначительном снижении ее точности.

Такая методика может включать два последовательных шага. Первый – предварительный отсев признаков, которые попарно имеют сильную линейную зависимость. Из регрессионного анализа [5] известно, что такие признаки приводят к неустойчивости параметров модели прогнозирования. Поэтому на этом шаге с помощью метода Спирмена (Spearman's correlation analysis – SCA) отбираются из общего массива признаков наиболее зависимые предикторы с коэффициентом корреляции $r > 0,8$. Из каждой пары таких зависимых признаков оставляются по одному.

Второй шаг методики отбора заключается в применении к оставшемуся набору итерационной процедуры анализа «соседних» компонент (neighborhood component analysis – NCA) [6]. Эта процедура реализует непараметрический подбор весов признаков в процессе минимизации функции потерь полного скользящего контроля по отдельным объектам (leave one out – LOO):

$$L(w) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i + \lambda \sum_{m=1}^M w_m^2,$$

где N – количество априорных примеров в обучающем наборе $S = \{(\mathbf{x}_i, y_i), i = 1, 2, \dots, N\}$; $\mathbf{x}_i \in \mathcal{X}^M$ – вектор признаков; y_i – целевая переменная; l_i – функция потерь регрессии k -ближайших соседей; λ – коэффициент регуляризации.

Подобранные веса отражают значимость признаков при построении модели зависимости целевой переменной [7] и позволяют их ранжировать.

Таким образом, в результате применения описанной методики на втором этапе анализа сначала количество признаков было уменьшено с 30 до 15.

Впоследствии к набору оставшихся 15 предикторов был применен метод NCA. Итогом работы итерационной процедуры NCA стал отбор четырех наиболее значимых признаков для прогноза ФП: среднечасная ЧСС, суточное число НЭ и ЖЭ, РПАВ и РПП. Ввиду сложности расчета последних двух признаков в клинике они были выделены в отдельную группу электрофизиологических предикторов ФП, в то время как два первых признака использовались для построения модели на основе частотных и аритмических характеристик пациента при автоматическом анализе записи СМ.

На третьем этапе проводилась разработка математических моделей прогнозирования ФП. Для этого использовался регрессионный анализ в виде модели с распределенным лагом, при которой в модель включаются значения признаков как в текущий временной период, так и в предшествующий отрезок времени (в нашем случае – в предшествующий триместр беременности).

Полученные нами модели представлены ниже:

$$AFAM = 3,3379 + 0,0256 \times HRMN + 0,0066 \times TE;$$

$$AFAM = 26,6427 + 0,022 \times AVNRP + 0,0213 \times ATRP;$$

$$AFDUR = 4,0657 + 0,0809 \times HRMN + 0,005 \times TE;$$

$$AFDUR = 21,9269 + 0,0196 \times AVNRP + 0,027 \times ATRP ,$$

где $AFAM$ – количество эпизодов ФП за три месяца (первый прогнозируемый признак), $AFDUR$ – средняя продолжительность одного эпизода ФП (второй прогнозируемый признак), $HRMN$ – средненочная ЧСС, TE – суточное число НЭ и ЖЭ, $AVNRP$ – РПАВ, $ATRP$ – РПП.

Четвертый этап заключался в проверке качества разработанных математических моделей. Сначала остатки регрессии $e = y - \hat{y}$ (где e – регрессионный остаток; y – исходная величина; $\hat{y}$ – прогнозируемое значение y) исследовались на нормальность и отсутствие корреляционных зависимостей.

В качестве примера показана гистограмма распределения остатков регрессии при прогнозировании количества пароксизмов ФП на тестовой выборке (рис. 1). Для сравнения, на этом же графике приведена теоретическая плотность распределения нормального закона с параметрами $\mu = 1,0237 \cdot 10^{-15}$ и $\sigma = 0,5173$.

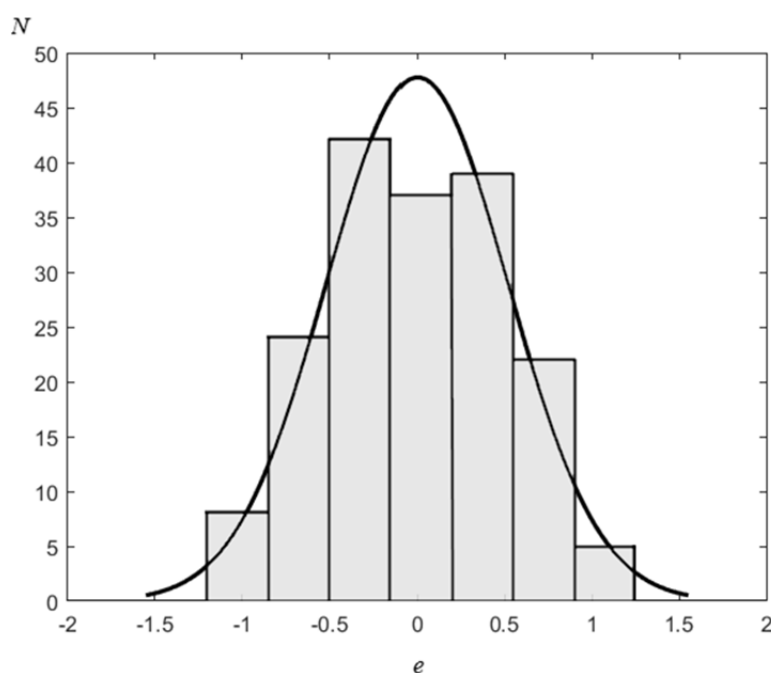


Рис. 1. Гауссовское распределение остатков регрессии

Из рисунка видно, что полученная гистограмма достаточно хорошо аппроксимируется нормальным распределением.

Проверка на нормальность распределения осуществлялась с использованием критерия хи-квадрат: $\chi^2 = 6,3$ ($P < 0,01$).

Отсутствие корреляции между остатками и прогнозными значениями проверялось путем сравнения интересующих коэффициентов корреляции с критическими значениями коэффициентов корреляции, вычисленных через квантили распределения Стьюдента [8]. Факт отсутствия корреляций подтвердился.

Дисперсионный анализ Фишера показал высокую надежность прогностических моделей – критерии рассеяния F для всех моделей оказались статистически выше табличных значений ($P < 0,001$), что говорит о целесообразности включения представленных корреляторов в регрессионные модели.

Заключение

Многофакторный корреляционный и регрессионный анализ данных с учетом их привязки к конкретному временному отрезку позволяет разработать прогностические модели поведения аритмий в будущем по априорным данным текущего и прошлого моментов времени. Обнаруженные нами в ходе данного исследования инструментальные предикторы возникновения и учащения ФП при беременности легли в основу разработки математических моделей предсказания количества и длительности пароксизмов аритмии в любой период гестации. Полученные модели характеризуются высокой точностью и простотой применения ввиду сравнительно небольшого количества используемых переменных и могут быть рекомендованы к клиническому применению. Предлагаемый научный метод отбора и классификации признаков требует от медицинского работника углубленных знаний в области статистики и системного анализа данных, но может существенно расширить возможности медицинской профилактики и повысить качество оказываемой помощи.

Библиографический список

1. Ревитшвили, А. Ш. Диагностика и лечение фибрилляции предсердий. Рекомендации РКО, ВНОА и АССХ / А. Ш. Ревитшвили. – Москва, 2017. – URL: <http://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/af.pdf> (дата обращения: 14.12.2018).
2. Integrating new approaches to atrial fibrillation management: the 6th AFNET/EHRA Consensus Conference / D. Kotecha, G. Breithardt, A. J. Camm [et al.] // *Europace*. – 2018. – Vol. 1; 20 (3). – P. 395–407.
3. Investigation of models for prognosis of critical values of non-invasive electrophysiological parameters of pregnant women with abnormalities of heart rate / M. Mitrokhin, A. Kuzmin, N. Dyatlov [et al.] // *Conference of Open Innovation Association, FRUCT*. – 2018. – Vol. 21. – P. 238–243.
4. Sauvé, N. Atrial Fibrillation in a Structurally Normal Heart during Pregnancy: A Review of Cases From a Registry and From the Literature / N. Sauvé,  . Rey, A. Cumyn // *J Obstet Gynaecol Can*. – 2017. – Vol. 39 (1). – P. 18–24.
5. Айвазян, С. А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей : справ. / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин ; под ред. С. А. Айвазяна. – Москва : Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
6. Neighbourhood components analysis / J. Goldberger, S. Roweis, G. Hinton [et al.] // *Proceedings of the 17th International Conference on Neural Information Processing Systems*. – Canada, 2004. – P. 513–520.
7. Performance comparison of machine learning techniques in sleep scoring based on wavelet features and neighboring component analysis / B. Alizadeh Savareh, A. Bashiri, A. Behmanesh [et al.] // *PeerJ*. – 2018. – e5247.
8. Ферстер, Э. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Руководство для экономистов / Э. Ферстер, Б. Ренц ; пер. с нем. и предисловие В. М. Ивановой. – Москва : Финансы и статистика, 1983. – 304 с.

References

1. Revishvili A. Sh. *Diagnostika i lechenie fibrillyatsii predserdiy. Rekomendatsii RKO, VNOA i ASSKh* [Diagnosis and treatment of atrial fibrillation. Recommendations RKO, VNOA and ASH]. Moscow, 2017. Available at: <http://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/af.pdf> (accessed Dec. 14, 2018). [In Russian]
2. Kotecha D., Breithardt G., Camm A. J. et al. *Europace*. 2018, vol. 1; 20 (3), pp. 395–407.
3. Mitrokhin M., Kuzmin A., Dyatlov N. et al. *Conference of Open Innovation Association, FRUCT*. 2018, vol. 21, pp. 238–243.
4. Sauvé N., Rey É., Cumyn A. *J Obstet Gynaecol Can.* 2017, vol. 39 (1), pp. 18–24.
5. Ayvazyan S. A., Enyukov I. S., Meshalkin L. D. *Prikladnaya statistika: Issledovanie zavisimostey: sprav.* [Applied statistics: Research of dependences : handbook]. Moscow: Finansy i statistika, 1985, 487 p. [In Russian]
6. Goldberger J., Roweis S., Hinton G. et al. *Proceedings of the 17th International Conference on Neural Information Processing Systems*. Canada, 2004, pp. 513–520.
7. Alizadeh Savareh B., Bashiri A., Behmanesh A. et al. *PeerJ*. 2018, e5247.
8. Ferster E., Rents B. *Metody korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza. Rukovodstvo dlya ekonomistov* [Methods of correlation and regression analysis. A guide for economists]; transl. from Germ. and preface by V. M. Ivanova. Moscow: Finansy i statistika, 1983, 304 p. [In Russian]

Дятлов Никита Евгеньевич

ассистент,
Медицинский институт,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: sakedas@gmail.com

Dyatlov Nikita Evgen'evich

assistant,
Medical Institute, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Митрохина Наталья Юрьевна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра теоретической и прикладной
механики и графики,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: natenal@yandex.ru

Mitrokhina Natal'ya Yur'evna

candidate of technical sciences,
associate professor,
sub-department of theoretical
and applied mechanics and graphics,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Рахматуллов Фазим Касымович

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой
внутренних болезней,
Медицинский институт,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: pgu-vb2004@mail.ru

Rakhmatullov Fagim Kasymovich

doctor of medical sciences, professor,
head of the department of internal diseases,
Medical Institute,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Митрохин Максим Александрович

доктор технических наук,
заведующий кафедрой
вычислительной техники,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: vt@pnzgu.ru

Mitrokhin Maksim Aleksandrovich

doctor of technical sciences,
head of the department
of computer engineering,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Дятлов, Н. Е. Математические модели прогнозирования течения фибрилляции предсердий при беременности / Н. Е. Дятлов, Н. Ю. Митрохина, Ф. К. Рахматуллов, М. А. Митрохин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 1-2 (29-30). – С. 139–146.