

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

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (43)

2022

СОДЕРЖАНИЕ

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

- Балахонова Е. В., Мещерякова О. В., Сюй Дэ-хун*
К ВОПРОСУ О РОЛИ ЭКСПОРТНЫХ
И ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ХАБОВ В РАЗВИТИИ
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ТОРГОВЫХ ОТНОШЕНИЙ
И ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ5
- Гамидуллаева Л. А., Грошева Е. С.,
Белоградова О. А., Шевченко Д. Н.*
СБАЛАНСИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИИ:
ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ И ОЦЕНКЕ25
- Doszhan R. D., Zhuparova A. S.,
Kozhakhmetova A. K., Semerkova L. N.*
ECONOMIC FEASIBILITY OF SUSTAINABLE INNOVATIONS.....42
- Валеева Ю. С.*
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ УСЛУГ
РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....60

Зинченко С. В., Бижанова Е. М., Хусаинова А. Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО
ПОВЕДЕНИЯ НА ФЭШН-РЫНКЕ74

Уткина Н. В., Сидорова А. С.
ВЛИЯНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ
НА ОНЛАЙН-ДИСТРИБУЦИЮ НА РЫНКЕ
ГОСТИНИЧНЫХ УСЛУГ91

РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

Макарова Е. А., Лагерев Д. Г.
МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ
ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
В ДИНАМИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ 104

Порошин А. А., Искалин В. И., Сорокин В. А., Козырев Е. В.
МЕТОД ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ
(НА ПРИМЕРЕ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПОЖАРНОГО НАДЗОРА МЧС РОССИИ)..... 126

Хлопотов Р. С.
АНАЛИЗ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИГИЕНЫ ПИТАНИЯ 140

Хохлов А. Е., Горбаченко В. И.
АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМОВ
МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИН
МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ..... 158

Пушкарева А. В., Баранов В. А., Кузьмин А. В.
АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА
И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО МОНИТОРИНГА..... 168

Сафронов М. И.
СНИЖЕНИЕ НЕКАРДИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА В СИСТЕМАХ
ДОЛГОСРОЧНОГО АМБУЛАТОРНОГО
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА 179

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

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 3 (43)

2022

CONTENT

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

- Balakhonova E.V., Meshcheryakova O.V., Xu De-hong*
ON THE ROLE OF EXPORT AND EXPORT-IMPORT HUBS
IN THE DEVELOPMENT OF INTERSTATE TRADE RELATIONS
AND TRANSPORT AND LOGISTICS LINKS5
- Gamidullaeva L.A., Grosheva E.S.,
Belogradova O.A., Shevchenko D.N.*
BALANCED DEVELOPMENT OF THE TERRITORY:
APPROACHES TO DETERMINATION AND ASSESSMENT25
- Doszhan R.D., Zhuparova A.S.,
Kozhakhmetova A.K., Semerkova L.N.*
ECONOMIC FEASIBILITY OF SUSTAINABLE INNOVATIONS.....42
- Valeeva Yu.S.*
REGIONAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT
OF SERVICES OF RETAIL TRADE NETWORKS
ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN.....60
- Zinchenko S.V., Bijanova E.M., Khusainova A.D.*
RESEARCH OF THE TRANSFORMATION OF CONSUMER
BEHAVIOR IN THE FASHION MARKET74

<i>Utkina N.V., Sidorova A.S.</i> THE IMPACT OF THE ENVIRONMENTAL INSTABILITY ON ONLINE DISTRIBUTIONS IN THE HOTEL SERVICES MARKET	91
---	----

SECTION 2. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN THE TECHNIQUE

<i>Makarova E.A., Lagerev D.G.</i> MODEL OF PROCESSING SEMI-STRUCTURED TEXT DATA IN RUSSIAN FOR INTELLECTUAL SUPPORT OF INFORMATION MANAGEMENT IN DYNAMIC ORGANIZATIONAL SYSTEMS	104
<i>Poroshin A.A., Iskalin V.I., Sorokin V.A., Kozyrev E.V.</i> METHOD FOR ASSESSING THE ACTIVITIES OF THE ORGANIZATION (BY THE EXAMPLE OF THE AUTHORITIES OF THE STATE FIRE SUPERVISION EMERCOM OF RUSSIA)	126
<i>Khlopotov R.S.</i> ANALYSIS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS FOR SOLVING THE PROBLEMS OF FOOD HYGIENE.....	140
<i>Khokhlov A.E., Gorbachenko V.I.</i> STABILITY ANALYSIS OF PLATE OSCILLATION MODELING ALGORITHMS ON CELLULAR NEURAL NETWORKS.....	158
<i>Pushkareva A.V., Baranov V.A., Kuzmin A.V.</i> ARCHITECTURE OF APPLICATION FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DATA OF MULTI-PARAMETER TELEMEDICAL MONITORING	168
<i>Safronov M.I.</i> INCREASING THE INFORMATIVENESS OF CARDIAC CYCLES IN SYSTEMS OF LONG-TERM OUTPATIENT CARE HEART MONITORING	179

Раздел 1 МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Section 1 MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

УДК 339.5
doi:10.21685/2227-8486-2022-3-1

К ВОПРОСУ О РОЛИ ЭКСПОРТНЫХ И ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ХАБОВ В РАЗВИТИИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ТОРГОВЫХ ОТНОШЕНИЙ И ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Е. В. Балахонова¹, О. В. Мещерякова², Сюй Дэ-хун³

^{1, 2} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

³ Сианьский международный университет, Сиань, провинция Шэньси, Китай

¹ m-a-r-t-a2005@yandex.ru, ² imsgu@bk.ru, ³ saydehun@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Целью проведенного исследования было изучение роли экспортных и экспортно-импортных хабов в развитии межгосударственных торговых отношений и транспортно-логистических связей. Рассмотрен опыт создания экспортных и экспортно-импортных хабов на территории России и ее внешнеторговых партнеров. Установлено, что экспортные и экспортно-импортные хабы не только способствуют реализации проектов, в рамках которых они созданы, а также утверждению, укреплению и развитию торговых отношений и транспортно-логистических связей стран-партнеров, но и являются важной частью инфраструктуры региональной экономики, обеспечивают ее дальнейшее развитие, управление и координацию работы транспортных, торговых предприятий, товаропроизводителей и поставщиков продукции, способствуют созданию новых рабочих мест. *Материалы и методы.* Авторами проведено кабинетное исследование, информационной базой которого послужили правовые акты, официальные статистические данные Федеральной службы государственной статистики, материалы Российского экспортного центра, материалы официальных сайтов областных и республиканских органов власти, вторичная информация из периодических изданий и тематических интернет-ресурсов. *Результаты.* Проведенное исследование позволило выявить роль экспортных и экспортно-импортных хабов не только как действенного механизма установления и развития межгосударственных торговых отношений и транспортно-логистических связей, но и как драйвера экономического и социального развития территорий, на которых они создаются. *Выводы.* Реализация проектов по развитию транспортно-логистической, производственной инфраструктуры в полном объеме возможна при стабильной геополитической и экономической обстановке.

© Балахонова Е. В., Мещерякова О. В., Сюй Дэ-хун, 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Ключевые слова: внешняя торговля, внешнеторговые отношения, транспортно-логистические связи, экспортный хаб, экспортно-импортный хаб

Для цитирования: Балахонова Е. В., Мещерякова О. В., Сюй Дэ-хун. К вопросу о роли экспортных и экспортно-импортных хабов в развитии межгосударственных торговых отношений и транспортно-логистических связей // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 5–24. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-1

ON THE ROLE OF EXPORT AND EXPORT-IMPORT HUBS IN THE DEVELOPMENT OF INTERSTATE TRADE RELATIONS AND TRANSPORT AND LOGISTICS LINKS

E.V. Balakhonova¹, O.V. Meshcheryakova², Xu De-hong³

^{1,2} Penza State University, Penza, Russia

³ Xi'an International University, Xi'an City, Shaanxi Province, China

¹ m-a-r-t-a2005@yandex.ru, ² imsgu@bk.ru, ³ saydehun@yandex.ru

Abstract. Background. The purpose of the study was to study the role of export and export-import hubs in the development of interstate trade relations and transport and logistics links. The experience of creating export and export-import hubs on the territory of Russia and its foreign trade partners is considered. It is established that export and export-import hubs contribute not only to the implementation of the projects within which they were created, as well as to the establishment, strengthening and development of trade relations and transport and logistics links of partner countries, but also are an important part of the infrastructure of the regional economy, ensure its further development, management and coordination of the work of transport, trade enterprises, commodity producers and suppliers of products, contribute to the creation of new jobs. *Materials and methods.* The authors conducted a desk study, the information base of which was legal acts, official statistical data of the Federal State Statistics Service, materials of the Russian Export Center, materials of the official websites of regional and republican authorities, secondary information from periodicals and thematic Internet resources. *Results.* The conducted research revealed the role of export and export-import hubs not only as an effective mechanism for establishing and developing interstate trade relations and transport and logistics links, but also as a driver of economic and social development of the territories in which they are created. *Conclusions.* The implementation of projects for the development of transport, logistics, and production infrastructure is possible in a stable geopolitical and economic environment.

Keywords: foreign trade, trade relations, transport and logistics links, export hub, export-import hub

For citation: Balakhonova E.V., Meshcheryakova O.V., Xu De-hong. On the role of export and export-import hubs in the development of interstate trade relations and transport and logistics links. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):5–24. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-1

Введение

В последние годы одной из важнейших для России является задача диверсификации экспорта и расширение его несырьевой неэнергетической составляющей, решение которой, с одной стороны, ослабит зависимость национальной экономики от колебаний конъюнктуры мировых рынков сырья, а с другой – будет способствовать созданию дополнительного спроса на рос-

сийскую продукцию и росту получаемой от ее реализации прибыли. В мае 2018 г. вышел указ президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в соответствии с которым к указанному сроку объем экспорта несырьевых неэнергетических товаров (полученных в результате переработки начальных материалов и не относящихся к топливно-энергетическому комплексу) должен достигнуть 250 млрд долл. [1]. В том же 2018 г. началась реализация национального проекта «Международная кооперация и экспорт», состоящего из трех федеральных проектов («Промышленный экспорт», «Экспорт продукции АПК» и «Системные меры развития международной кооперации и экспорта») и предполагающего, что к 2030 г. рост экспорта несырьевых неэнергетических товаров составит не менее 70 % от уровня 2020 г. Меры государственной поддержки нацпроекта предполагают выделение в 2021–2024 гг. из федерального бюджета на поддержку экспорта более 650 млрд руб. Ключевыми целями национального проекта «Международная кооперация и экспорт», в частности, являются: увеличение экспорта несырьевых неэнергетических товаров, увеличение доли экспорта продукции обрабатывающей промышленности, сельскохозяйственной продукции и услуг в валовом внутреннем продукте страны [2].

Не отказываясь от поставок на мировые рынки углеводородного сырья (однако оказавшись в 2022 г. в условиях беспрецедентных санкционных ограничений – от установления предельных цен на свои продукты до уничтожения трубопроводной инфраструктуры, что повышает значимость эффективной диверсификации экспорта), Россия делает ставку на расширение в своем экспортном ассортименте таких групп товаров, как: непищевая сельскохозяйственная продукция; продовольствие; химические товары; текстиль, одежда и обувь; лесобумажные товары; драгоценные металлы и камни; металлопродукция; продукция машиностроения; стекло, керамика и стройматериалы; прочие промышленные товары. Доля этих групп товаров в общем объеме российского экспорта постоянно растет; в 2020 г. она приблизилась к половине, составив 48 % [3].

Достижение поставленных целей требует создания для российских экспортеров максимально льготных условий как на уровне институциональной среды, так и на уровне экспортной инфраструктуры.

Материалы и методы

Авторами проведено кабинетное исследование, информационной базой которого послужили правовые акты, официальные статистические данные Федеральной службы государственной статистики, материалы Российского экспортного центра, материалы официальных сайтов областных и республиканских органов власти, вторичная информация из периодических изданий и тематических интернет-ресурсов.

Результаты и обсуждение

Одним из действенных механизмов поддержки и развития экспорта является создание экспортных хабов, представляющих собой собранную из различных элементов в один инструмент торговую и транспортно-логистическую инфраструктуру и экспортно-импортных хабов – систем взаимосвязанных транспортных узлов, в которых сходятся транспортные потоки.

Проработка вопроса и первые шаги к созданию на территории Российской Федерации и ее торговых партнеров таких хабов начались с 2017 г., когда бывший на тот момент председателем правительства Российской Федерации Д. А. Медведев в ходе заседания президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам предложил для развития логистической инфраструктуры организовать в Приморском крае снабженный перерабатывающими мощностями, специализирующийся на сельскохозяйственной продукции экспортно-импортный хаб. Было отмечено, что отраслевым союзам и ассоциациям необходимо проявить высокую активность с целью продвижения своих товаров на международный рынок, а государству – оказывать им поддержку в рамках существующих механизмов.

Одним из регионов, активно приступивших к созданию экспортных хабов, стала Ульяновская область. В марте 2019 г. в Праге состоялось XI заседание Межправительственной комиссии по экономическому, промышленному и научно-техническому сотрудничеству между Российской Федерацией и Чешской Республикой, в рамках которого между Ульяновской областью и компанией «MRKinvest» было подписано соглашение о сотрудничестве в создании торгово-логистической инфраструктуры (экспортного хаба) на территории Чешской Республики [4].

Торгово-логистический хаб «Сделано в Ульяновской области» начал свою работу в сентябре 2019 г., его основной задачей стало продвижение продукции региональных компаний малого и среднего бизнеса на зарубежные рынки с минимальными для них издержками, увеличение экспортного товарооборота и рентабельности бизнеса. Экспортерам была предоставлена инфраструктура, необходимая для транспортировки, складского хранения и продвижения их товаров. Размещенный рядом с аэропортом хаб включал в себя склад, помещения для переговоров и шоурум общей площадью 250 кв.м с возможностью расширения их до 2500 кв.м. На его базе осуществлялся поиск партнеров и клиентов, проводились переговоры между ульяновским и иностранным бизнесом, продвигались областные торговые марки, оказывалась юридическая, маркетинговая, аналитическая и другая консультационная помощь региональным компаниям в открытии собственных представительств и создании совместных проектов за рубежом. На первом этапе резидентами хаба в Чехии стали десять ульяновских предприятий, которые смогли в полной мере оценить предоставляемые им преимущества в преодолении барьеров: сложной логистики, перебоев с наличием товара на территории Евросоюза, сложных процедур поставки продукции на европейский рынок, высокой стоимости транспортировки образцов, а также поиска инвесторов и закупщиков их продукции [5].

Софинансирование проекта со стороны регионального бюджета предусматривалось на шесть месяцев, далее финансирование экспортного хаба полностью возлагалось на его резидентов. Стоимость реализации проекта оценивалась в 460 тыс. руб. на сопровождение выхода на международные рынки одной компании в течение полугода. Автор проекта (руководитель Корпорации развития предпринимательства Р. Гайнетдинов) рассчитывал, что за первый год работы хаба будет заключено не менее 20 первичных экспортных контрактов на сумму 2–3 млн долл. и не менее 20 товарных групп выйдут на внешний рынок. К 2025 г. прогнозировался рост объема экспорта продукции ульяновских предприятий в Восточную Европу и страны Европейского Союза в 2,5 раза [6].

Чешский проект оказался успешным, и в дальнейших планах было открытие ульяновских экспортных хабов на Ближнем Востоке (рассматривались варианты их размещения в Королевстве Бахрейн и Арабских Эмиратах, по поводу чего были проведены предварительные переговоры с деловыми кругами этих стран), а также в Юго-Восточной Азии («на перекрестке между Южной Кореей, Китаем и Вьетнамом»). Однако начавшаяся пандемия коронавируса и вызванные ею ограничения помешали осуществлению этих планов.

Эксперты видят в торгово-логистических хабах перспективное направление стимулирования развития экспорта. Так, аналитик инвестиционной группы «Финам» А. Корнев считает, что «сам по себе подход к такому корпоративному взаимодействию не нов, он... применяется в различных формах, в том числе и в инвестиционной деятельности территорий опережающего развития, к примеру, взаимодействие регионов Дальнего Востока со странами Азиатско-Тихоокеанского региона», однако «то, что Ульяновская область обратила внимание именно на малый и средний бизнес, продвигая его экспортную составляющую, это для региона очень большой плюс». По словам замдиректора Ассоциации малых и средних экспортеров Е. Щипковой, «отдельные элементы подобной системы поддержки экспорта... внедряются некоторыми регионами, но в таком комплексном виде, как это реализуется Ульяновской областью, практика экспортных хабов пока не распространена». Она считает, что этот перспективный инструмент будет востребован в региональной политике поддержки развития экспортной деятельности [7]. Что касается правительства Ульяновской области, то оно выразило надежду, что экспортные хабы перестанут быть региональным проектом и получают федеральную помощь в форме включения этого инструмента поддержки развития экспортной деятельности в программы Российского экспортного центра.

В 2018 г. было принято решение создавать крупный Южный экспортно-импортный хаб на Кубани, что закреплено в «Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года». Он должен объединить девять морских портов, четыре аэропорта Кубани, а также автомобильные и железнодорожные магистрали. Торгово-транспортно-логистический хаб обеспечит новые возможности для экспорта российской продукции на мировой рынок. На данный момент мощность транспортной инфраструктуры региона недостаточна, что негативно сказывается на развитии расположенных в нем портов, в первую очередь наиболее крупного и значимого, единственного универсального глубоководного на юге России, осуществляющего круглогодичную навигацию и обеспечивающего выход на международные внешнеторговые пути – Новороссийского морского порта. К 2030 г. планируется существенный региональный рост грузооборота: Новороссийский транспортный узел – до 224 млн т грузов в год (со 170 млн т по состоянию на 2019 г.), Таманский транспортный узел – с 67 до 200 млн т грузов в год за тот же период, Туапсинский – с 25 до 40 млн т. Для достижения этих результатов бизнесу и государству необходимо инвестировать в проект создания Южного хаба 1,2 трлн руб. [8], за счет этих вложений расширить аэропорт Краснодара; построить или реконструировать несколько крупных кубанских портов; проложить новые автотрассы и железнодорожные магистрали, модернизировать уже имеющиеся. В Новороссийске будет построен оптово-распределительный центр (продовольственный хаб), который станет принимать на кратковременное хранение товары народного потребления и продукты питания, проводить их комплектацию и отправлять в магазины.

Эксперты весьма оптимистично оценивают перспективы Южного экспортно-импортного хаба. Член совета директоров ОАО «Агентство развития Краснодарского края» Е. Змиев считает: «Развитие транспортно-логистической системы Краснодарского края можно охарактеризовать кратко: чем больше, тем лучше. При всем многообразии транспортных каналов, проходящих через территорию Краснодарского края, потребности в них гораздо выше. При правильной организации процессов и конкурентном доступе не будет отбоя от инвесторов, желающих вложиться в безрисковый, прибыльный и масштабный инфраструктурный бизнес. В этом случае государство сэкономит немало средств и обеспечит реализацию большего количества востребованных экономикой проектов» [9].

Южный экспортно-импортный хаб обеспечит стратегическое взаимодействие и комплексное развитие с Транскавказским коридором и Каспийским хабом, в результате чего будет создан глобальный конкурентоспособный механизм развития торгово-транспортно-логистической системы Юга России. Создающийся хаб включит в себя такие транспортно-логистические узлы, как: Краснодар, Новороссийск, Темрюкский и Туапсинский районы, а также ряд инвестиционных проектов, включенных в единую систему Южного транспортно-логистического комплекса. Планируется, что привлечение инвестиций в проект позволит создать единую технологическую платформу сервисов (транспортно-логистическую IT-платформу), которую можно будет использовать в масштабах транспортно-логистического комплекса всей страны. Усилится значение региона в системе международных транспортных коридоров, повысится пропускная способность и эффективность транспортно-логистической инфраструктуры, а также возрастет качество услуг в сфере транспорта и логистики. Кроме того, в числе ожидаемых результатов реализации проекта – ускорение темпов роста экономики, создание ряда новых производств и 10,2 тыс. рабочих мест, что сделает Краснодарский край основными экспортно-импортными воротами страны [10].

Одной из главных задач проекта создания Южного экспортно-импортного хаба является увеличение объемов несырьевого неэнергетического экспорта: продуктов питания, вторичной переработки. В 2020–2021 гг. Краснодарский край (+1,4 млрд долл.) и Ростовская область (+2,2 млрд долл.) входят в число регионов с наивысшими показателями по этому виду экспорта. Их основными внешнеторговыми партнерами являются: Китай, Республика Беларусь, Казахстан и Турция. В частности, у китайского потребителя популярны такие российские продукты, как: подсолнечное масло, продукция мясопереработки, консервы, мороженое и краснодарский чай.

Россия и Китай заинтересованы в укреплении и расширении взаимовыгодных торговых отношений. Надо сказать, что с разной долей успеха эта задача решается на протяжении довольно длительного времени. В целом показатели впечатляющие – за последние 15 лет объем торговли между Россией и Китаем вырос в три раза. В прошлом году наши страны отметили 20-летнюю годовщину с момента подписания Договора о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве; совместными усилиями они обеспечивают поступательное развитие двусторонних отношений, оказывают друг другу поддержку в вопросах, касающихся своих национальных интересов. В настоящий момент в условиях обострения геополитической обстановки и значительного санкционного давления на российскую экономику со стороны США, Канады, Япо-

нии, Австралии, а также государств – членов Европейского союза – развитие российско-китайских торговых отношений и транспортно-логистических связей получает дополнительные стимулы.

С 2010 г. Китай является крупнейшим торговым партнером Российской Федерации по объемам как экспорта, так и импорта. Вклад в рост экспортных показателей вносят не только расширение физических объемов поставок, но и повышение мировых цен на экспортируемые товары. По данным Федеральной таможенной службы России и Главного таможенного управления Китайской Народной Республики, после 2014 г., когда произошло ощутимое снижение показателей товарооборота между нашими странами, наблюдается не всегда ровный, но все же их устойчивый рост, значительно ускорившийся, начиная с 2020 г. [11]. Китай стал и главным контрагентом России по несырьевому неэнергетическому экспорту. В январе – ноябре 2019 г. он импортировал российских товаров из этой категории на сумму 12,52 млрд долл. (+14,2 % к аналогичному периоду 2018 г.) [12], в 2020 г. – на 16,32 млрд долл. [13], в январе – ноябре 2021 г. – на 15,60 млрд долл. [14].

В структуре российского экспорта присутствуют: древесина и целлюлозно-бумажные изделия, металлы и изделия из них, продовольственные товары, продукция химической промышленности, машины, оборудование и транспортные средства. Китайская Народная Республика в свою очередь экспортирует в Российскую Федерацию высокотехнологичное оборудование, машины и транспортные средства, продукцию химической промышленности, текстиль и обувь, металлы и изделия из них, продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье [11].

Будучи заинтересованным в развитии торговых отношений и транспортно-логистических связей с Россией, Китай также создает на своей территории хабы для приема и распределения импортируемой из соседней страны продукции. Так, в августе 2018 г. в портовом городе Инкоу (северо-восточная провинция Ляонин) был открыт крупнейший хаб для импорта российской сельскохозяйственной продукции: прежде всего сои и кукурузы. Объем импорта предполагалось довести с 2 млн т в год открытия до 20 млн т спустя несколько лет после него [15]. Операторы проекта отмечали, что российская соя может заменить американскую (закупки которой были ограничены в рамках китайско-американской торговой войны), оказавшись более конкурентоспособной, поскольку не подвергается генной модификации, а при ее выращивании российские аграрии используют гораздо меньше удобрений, чем американские. Существенным преимуществом сотрудничества с российской стороной стали и более низкие затраты на перевозку грузов. Кроме того, китайская сторона получила бонус в виде стимула для развития города Инкоу. Чтобы обслуживать растущий товарооборот (потенциал которого оценивается приблизительно в 10 млрд долл. [16]) и принимать миллионы тонн бобовых, потребуется провести реконструкцию портовой инфраструктуры.

В октябре 2021 г. на территории Харбинской бондовой зоны китайским подразделением Российско-китайской агропромышленной группы «Рус-Грейн» был открыт таможенный складской комплекс «Made in Russia», используемый для консолидации российской экспортной продукции, поставляемой в Китай из регионов Приволжского федерального округа. Этот комплекс был создан в рамках реализуемого с 2019 г. в Пензенской области проекта «Пенза – Харбин», на подробном рассмотрении которого мы сейчас и остановимся.

Пензенская область вносит важный вклад в развитие российско-китайских торговых отношений и логистических связей. Ее отличают выгодное транспортно-географическое расположение и удобная логистика: регион находится на пересечении автомобильных федеральных трасс и железнодорожных путей: Центр – Восток и Юг – Север. Благодаря созданному в ходе реализации проекта «Волга – Янзцы», в рамках которого выстраиваются торговые отношения между 14 регионами Приволжского федерального округа и шестью провинциями Китая, прямому железнодорожному сообщению нормативный срок доставки грузов сокращен с месяца до десяти суток.

Объем валового регионального продукта Пензенской области по итогам 2021 г. достиг уровня 493,1 млрд руб. [17], 157 529,2 тыс. руб. из них пришлось на продукцию сельского хозяйства [18]. По темпам экономического роста область вошла в пятерку регионов России и стала лидером в Приволжском федеральном округе.

Аграрная отрасль является одним из драйверов экономики региона. Природно-климатические условия обуславливают специализацию сельского хозяйства в области растениеводства на производстве зерна, подсолнечника и сахарной свеклы, в области животноводства – мяса птицы, свиней, крупного рогатого скота и молока. Начиная с 2007 г., по темпам роста производства сельскохозяйственной продукции Пензенская область значительно опережает среднероссийские показатели [19].

В 2020 г. в аграрный сектор региона было инвестировано более 19 млрд руб. [20]. В 2022 г. посевные площади области составили более 1561,1 тыс. га (прирост к предыдущему году на 56,7 тыс. га) [21]. По ряду производственных показателей сельского хозяйства Пензенская область занимает лидирующие позиции: по итогам за январь – апрель 2022 г. – первое место среди субъектов Приволжского федерального округа по надою молока на одну корову молочного стада в крупных, средних и малых сельхозорганизациях – 3099 кг (темп роста – 103,5 %) и второе место по производству скота и птицы на убой (в живом весе) – 146,4 тыс. т (темп роста – 113,1 %) [22]; начиная с 2018 г., первое место в России по производству мяса индейки (в 2021 г. – 238 тыс. т в живом весе) [23].

В 2021 г. внешнеторговый оборот Пензенской области составил 717 345,5 тыс. долл., увеличившись по сравнению с 2020 г. на 12 304,7 тыс. долл. (+1,7 %). При этом экспорт снизился на 45 546,2 тыс. долл. (–11,3 %) и составил 357 972,4 тыс. долл., импорт вырос на 57 850,9 тыс. долл. (+19,2 %) и достиг 359 373,1 тыс. долл. Торговыми партнерами Пензенской области в 2021 г. являлись 98 стран (при экспорте – 88, при импорте – 65), основными торговыми партнерами были страны дальнего зарубежья (их доля в товарообороте составила 65,0 %: в экспорте – 48,1 %, в импорте – 81,9 %). Доля Китая в экспорте – 2,7 %, в импорте – 20,1 % (это второй после США по доле в общем объеме импорта Пензенской области показатель) [24]; в 2019 г. Пензенская область вошла в десятку наиболее активных по экономическим отношениям с Китаем российских регионов [25].

В товарной структуре экспорта преобладали: продовольственные товары и сырье для их производства – 39,7 % от общего объема экспорта области; машины, оборудование и транспортные средства – 17,2 %; другие товары – 15,0 %; металлы и изделия из них – 13,5 %. В товарной структуре импорта – машины, оборудование и транспортные средства – 48,3 %; металлы и изделия

из них – 12,9 %; продукция химической промышленности, каучук – 12,4 %; древесина и целлюлозно-бумажные изделия – 10,5 %; продовольственные товары и сырье для их производства – 10,1 % [24].

Ведущим видом экономической деятельности Пензенской области является промышленное производство. Промышленный комплекс включает в себя около 250 крупных и средних предприятий, обеспечивающих занятость более 90 тыс. человек (23 % от общей численности работающих в области) и поступление в консолидированный бюджет региона более 50 % налогов и сборов. В промышленности производится четверть валового регионального продукта.

Распределение удельного веса в структуре промышленного производства выглядит следующим образом: пищевые продукты – 38,1 %; компьютеры, электронные и оптические изделия – 13,9 %; не включенные в другие группировки машины и оборудование – 8,7 %; бумага и бумажные изделия – 6,0 %; готовые металлические изделия – 6,0 %; электрооборудование, электронное и оптическое оборудование – 4,1 %; прочие неметаллические минеральные продукты – 4,7 % [26].

Наиболее крупный вклад в областной бюджет вносят:

1. АО «Пензтяжпромарматура» – выпуск арматуры для трубопроводов.
2. ООО «Станкомашстрой» – поставка металлообрабатывающих станков с высоким уровнем сопутствующего сервиса.
3. АО «Пензенский кузнечно-прессовый завод» – изготовление кованых и штампованных изделий для отраслей промышленности и энергетики.
4. АО «ПО "Электроприбор"» – изготовление специальных средств связи и телекоммуникации.
5. ООО «Пензхиммаш» – выпуск крупнотоннажного оборудования для нефтепереработки, химии и металлургии.
6. ПАО «Электромеханика» – выпуск автоматизированных информационно-измерительных систем.
7. АО «Пензадизельмаш» – изготовление дизелей и турбокомпрессорного оборудования.

Как уже было сказано, с 2019 г. Пензенская область реализует проект «Пенза – Харбин», призванный стать драйвером ее развития в стратегической перспективе. Его основная идея состоит в консолидации сложившихся и потенциальных административных, транспортно-логистических, инфраструктурных и товарных решений в целях создания и реализации нового формата комплекса системных мер поддержки международной российско-китайской кооперации и экспорта на примере межрегионального сотрудничества Пензенской области и провинции Хэйлунцзян.

Инициаторами проекта выступили: Правительство Пензенской области, Народное Правительство провинции Хэйлунцзян и Российско-китайская агропромышленная группа «РусГрейн». Участниками с российской стороны стали: ООО «РусГрейн», ООО «ТрансТерминал», ОАО «РЖД», ООО «РЖД Логистика», китайскую сторону представляют: Harbin Volga Supply Chain Management Co., Ltd, Heilongjiang Agricultural Investment Co., Ltd, Chongqing RusGrain Trading Co., Ltd.

Целью проекта является разработка и реализация пилотного формата тиражируемой бизнес-модели системных мер развития и поддержки межрегиональной кооперации и экспорта на примере Пензенской области и провинции Хэйлунцзян.

К задачам проекта относятся:

1. Разработка и внедрение новых транспортно-логистических решений, оптимизирующих условия железнодорожных контейнерных перевозок российско-китайских экспортно-импортных грузов, исключая необходимость использования промежуточных морских перевозок.

2. Развитие новых форматов логистической инфраструктуры как одного из базовых инструментов системных мер поддержки международной кооперации и экспорта.

3. Развитие международных финансовых инструментов, обеспечивающих поддержку системным решениям продвижения экспорта российской продукции на китайском рынке.

4. Развитие экспортного потенциала региона за счет создания на территории Харбинской комплексной бондовой зоны новых перерабатывающих мощностей сельскохозяйственной продукции, поставляемой с территории Пензенской области в Харбин с использованием контейнерного маршрута Пенза – Харбин.

5. Развитие экспортного потенциала Пензенской области за счет создания на территории региона новых производств экспортно-ориентированных видов сельскохозяйственной продукции в рамках деятельности совместных российско-китайских предприятий, продукция которых может поставляться с территории Пензенской области в Харбин с использованием контейнерного маршрута Пенза – Харбин.

6. Развитие формата деятельности пензенского Центра поддержки экспорта за счет внедрения услуги «внешнего офиса».

Функциональная бизнес-модель проекта «Пенза – Харбин» представлена на рис. 1.

А. Вариант «Пенза-Харбин»



Б. Вариант «Харбин-Пенза»



Рис. 1. Функциональная бизнес-модель проекта «Пенза – Харбин» [27]

Структура управления включает проектный офис в Москве, а также офисы в Пензе, Уфе и Харбине.

К обеспечивающим реализацию задач проекта бизнес-процессам относятся:

1. Внедрение новых транспортно-логистических решений:

а) запуск регулярных прямых железнодорожных контейнерных маршрутов Пенза – Харбин и Харбин – Пенза с использованием сухопутного погранперехода Забайкальск – Маньчжурия;

б) разработка и внедрение особых технических условий для железнодорожных контейнерных перевозок новых видов экспортируемой сельскохозяйственной продукции (гранулированных шротов и жмыхов);

в) разработка и внедрение оптимальных маршрутных решений, обеспечивающих максимальный географический охват территорий консолидации экспортных и импортных грузов путем создания межрегиональных центров консолидации/расконсолидации грузов (г. Пенза, г. Уфа);

г) разработка и внедрение специальных «тарифных коридоров», привлечение механизмов государственного бюджетного субсидирования расходов на перевозку экспортных грузов в составе контейнерных поездов со стороны правительств Российской Федерации и Китайской Народной Республики.

2. Развитие логистической инфраструктуры:

а) запуск в эксплуатацию в конце 2021 г. на станции Пенза-2 нового таможенного склада временного хранения «Транстерминал» и контейнерного терминала для консолидации российских экспортных грузов и расконсолидации китайских экспортных грузов, поступающих из Харбина контейнерным поездом Пенза – Харбин;

б) запуск в эксплуатацию в конце 2021 г. на станции Черниковка (г. Уфа) межрегионального Центра консолидации экспортных российских грузов из республик Башкортостан, Татарстан и Самарской области, и расконсолидации китайских грузов, поступающих из Харбина контейнерным поездом;

в) запуск в эксплуатацию в конце 2021 г. на территории Харбинской бондовой зоны складского комплекса под торговой маркой «Made in Russia», предназначенного для расконсолидации российских экспортных грузов, поступающих из Пензы (Уфы) в Харбин контейнерным поездом и консолидации китайских экспортных грузов, предназначенных для перевозки из Харбина в Пензу (Уфу) прямым контейнерным поездом.

3. Развитие производственной инфраструктуры:

а) запуск в 2022 г. совместно с Правительством Пензенской области российско-китайского проекта «Соя», предусматривающего создание на территории региона земельного полигона для выращивания высококачественной сои, создание в регионе новых мощностей по производству соевого масла с использованием современного китайского технологического оборудования, экспорт производимой продукции в Харбин с использованием маршрута контейнерного поезда Пенза – Харбин;

б) запуск в 2023 г. совместно с Хэйлунцзянской сельскохозяйственной инвестиционной корпорацией на территории Харбинской комплексной зоны проекта, предусматривающего строительство мощностей по переработке зерновых культур и производству муки и зерна, поставляемого из Пензы контейнерным поездом Пенза – Харбин.

4. Развитие проектных международных финансовых инструментов:

а) развитие практики международного финансового факторинга, обеспечивающего российским экспортерам доступный механизм минимизации времени оборота финансовых средств по экспортным контрактам с китайскими покупателями при соблюдении следующих условий:

– наличие действующих экспортных контрактов с китайскими покупателями;

– получение положительного заключения от китайских надзорных органов (таможенной и налоговой службы);

– наступление факта поступления российской продукции на склад «Made in Russia» на территории Харбинской бондовой зоны;

– наличие положительного заключения китайских государственных органов фитосанитарного и лабораторного надзора о качестве поступившей российской продукции;

б) развитие практики поставок российскому агропромышленному комплексу современного китайского технологического оборудования (в том числе для производства соевого, кукурузного, льняного и рапсового масла) с применением различных форм финансового лизинга путем создания совместных российско-китайских предприятий с предоставлением китайской стороной оборудования в качестве ее вклада в уставной капитал.

5. Развитие формата деятельности пензенского Центра поддержки экспорта:

а) разработка и внедрение в тестовом режиме практики предоставления пензенским экспортерам комплексных услуг, предусмотренных ст. 13 Приказа № 77 от 18.02.2021 г. Минэкономразвития России, с привлечением через харбинский офис ГК «RusGrain» специалистов местных органов сертификации, таможенного и налогового контроля, стандартизации и защиты интеллектуальной собственности;

б) применение практики субсидирования ставки аренды площадей складского комплекса «Made in Russia» в соответствии с требованиями указанного выше приказа.

Изначально намеченные на ноябрь 2021 г. сроки старта проекта были перенесены на более поздний период, поскольку именно в ноябре 2021 г. китайская сторона ввела ряд антиковидных ограничений на железнодорожную поставку российской продукции на свою территорию. Кроме того, Главное таможенное управление КНР с 1 января 2022 г. ввело новые требования по аккредитации российских производителей экспортируемой в Китай продукции [28].

31 января 2022 г. в Москве состоялось подписание Дорожной карты мероприятий по подготовке к запуску проекта «Пенза – Харбин», а в апреле – встреча губернатора Пензенской области **О. В. Мельниченко** с курирующим Приволжский федеральный округ зампредом правительства РФ **Д. Н. Чернышенко**. Ее главной темой стало расширение экспорта в нейтральные страны, чему может способствовать строительство логистического центра «Пенза – Харбин». Пензенскому региону реализация этого проекта позволит увеличить экспорт в Китайскую Народную Республику до 1,5 млрд руб. в год [29].

Фактором повышения эффективности новой бизнес-модели проекта «Пенза – Харбин» стали достигнутые с китайскими партнерами договоренно-

сти об интеграции разработанной в 2021 г. специалистами АО «РЖД Логистика» электронной торговой площадки «РЖД маркетплейс» в действующие на китайском рынке модели международного маркетплейса. Это позволит максимально использовать услуги проекта «Пенза – Харбин» по продвижению российской продукции на рынок региона Маньчжурии, численность населения которого достигает 350 млн человек [30].

Реализация проекта предполагает создание следующей структуры встречного товаропотока: продукция экспорта – сельхозпродукция (соевые бобы, кукуруза, рапс, лен, зерновые культуры, масличные шрота и жмыхи), пищевая продукция (растительные масла, сахарный песок, мука, кондитерские изделия, лимонная кислота, мед, мороженое, сгущенное молоко) и продукция лесопереработки (древесные плиты, пиломатериалы, мебель из натурального дерева); продукция импорта – товары народного потребления (одежда, обувь, аксессуары, посуда, ткани, электроосветительные приборы), овощи и фрукты (чеснок, перец, лимоны, мандарины, капуста, медовое помело, фруктовые концентраты), продукция промышленного производства (мебель, мебельная фурнитура, автокомплектующие, хозяйственные товары, метизы, трубная продукция, продукция машиностроения) и компоненты для производства комбикормов (аминокислоты, витаминные добавки).

Первая отправка из Пензы в Китай железнодорожного состава с 2,2 т растительного масла (100 контейнеров с размещенными в них флекситанками емкостью 21,5 т) на общую сумму более 3 млн долл. состоялась 28 ноября 2019 г. До создания компании «РусГрейн» произведенное в Пензе масло поставлялось в Китай другими трейдерами из Поволжского региона. Логистическая уникальность контейнерного поезда состоит в том, что перевозимые им три партии подсолнечного и рапсового масла расконсолидируются во Владивостокском порту и отправляются далее по трем маршрутам: в Шанхай, Чунцин и Циндао [31]. Ранее из России в Китай растительное масло во флекситанках доставлялось морским путем либо перегружалось на границе с железнодорожного на автомобильный транспорт для перевозки до склада покупателя. Эти логистические варианты занимали продолжительное время (как уже было сказано ранее, около месяца) и требовали сложных технических решений. В рамках проекта «Пенза – Харбин» компания «РусГрейн» стала единственной российской компанией, реализующей экспортную логистику поставки сельхозпродукции в Китай в трансграничном формате «склад – склад» [32]. Она использует собственные склады на территории Пензенской области, где консолидируются экспортные грузы, а также арендуемые в Центральном Китае и Харбине склады, где размещается прибывшая из Пензы продукция и откуда она реализуется на местном рынке.

Проект «Пенза – Харбин», спроектированный под потребности российской и китайской сторон, может быть интересен и странам, осуществляющим транзитные перевозки своих грузов по территории России. В мае 2022 г. на V Международном форуме деловых контактов «Брест-2022» состоялась презентация проекта, в ходе которой заместитель гендиректора ООО «РусГрейн» по экспортному развитию М. В. Петров поделился опытом организации экспорта сельскохозяйственной продукции в Китай с использованием прямых железнодорожных контейнерных поездов Пенза – Маньчжурия – Харбин, Пенза – Маньчжурия – Ченду и находящихся под управлением рос-

сийско-китайской агропромышленной группы «RusGrain», расположенных на территории свободных экономических зон Харбин и Ченду таможенных складов.

Принимавший участие в форуме Председатель правительства Пензенской области Н. П. Симонов обратил внимание участников встречи (среди них были представители региональных предприятий мебельной, мясной и молочной промышленности, а также предприятий, занятых переработкой сельскохозяйственной продукции) на новые для белорусского экспорта логистические возможности, возникшие после открытия 5 мая 2022 г. сухопутного погранперехода Достык – Алашанькоу для перевалки замороженной продукции в рефрижераторных контейнерах. С руководством Брестской области были достигнуты договоренности о проработке условий запуска регулярных железнодорожных контейнерных маршрутов Брест – Пенза – Алашанькоу – Ченду и Ченду – Алашанькоу – Пенза – Брест для совместной транспортировки пензенской и брестской экспортной продукции в Центральный Китай, а в обратном направлении – китайской продукции, поставляемой на российский и белорусский рынки. Прямой контейнерный маршрут через Пензу и Алашанькоу позволит белорусским экспортерам значительно (более чем на 3000 км) сократить протяженность пути их товаров в Китай [33].

В перспективе, при условии нормализации международной обстановки, восстановления полноценных торговых отношений между Россией и европейскими странами, возобновления функционирования разорванных в 2022 г. цепочек поставок, указанные железнодорожные маршруты могут использоваться для доставки европейских экспортных товаров в Китай и китайских – в обратном направлении.

Заключение

Как показывает практика, созданные и находящиеся в стадии создания на территории России и ее внешнеторговых партнеров, важнейшим из которых является Китай, экспортные и экспортно-импортные хабы не только способствуют реализации проектов, в рамках которых они открылись, а также установлению, укреплению и развитию торговых отношений и транспортно-логистических связей стран-партнеров, но и являются важной частью инфраструктуры региональной экономики, обеспечивают ее дальнейшее развитие, управление и координацию работы транспортных, торговых предприятий, товаропроизводителей и поставщиков продукции, способствуют созданию новых рабочих мест.

Исходя из этого можно утверждать, что реализация проекта «Пенза – Харбин», предусматривающая: внедрение новых транспортно-логистических решений, развитие логистической и производственной инфраструктуры, развитие проектных международных финансовых инструментов и формата деятельности Пензенского Центра поддержки экспорта, внесет значительный вклад в экономическое развитие не только Пензенской области, но и других задействованных в проекте регионов Приволжского федерального округа, будет способствовать укреплению торговых отношений и транспортно-логистических связей России с Китаем и странами, использующими логистические возможности в рамках проекта для экспорта своей продукции на китайский рынок.

К сожалению, нет полной уверенности в том, что в современных геополитических и экономических реалиях проект будет реализован в полном объеме и в установленные сроки.

Список литературы

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года // Официальный сайт Президента России. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения: 20.09.2022).
2. Опубликован паспорт национального проекта «Международная кооперация и экспорт» // Официальный сайт Правительства России. URL: <http://government.ru/info/35564/> (дата обращения: 20.09.2022).
3. Алпатов И. Доля несырьевого экспорта в 2020 году составила 48 % // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2021/01/28/dolia-nesyrevogo-eksporta-v-2020-godu-sostavila-48.html> (дата обращения: 20.09.2022).
4. Пресс-релиз об итогах XI заседания Межправительственной комиссии по экономическому, промышленному и научно-техническому сотрудничеству между Российской Федерацией и Чешской Республикой // Партнерство для модернизации Россия – ЕС. URL: <https://www.ru-eu.org/news/69210/> (дата обращения: 24.09.2022).
5. В Праге начал работать торгово-логистический хаб «Сделано в Ульяновской области» // 73online.ru. URL: <https://73online.ru/t/v-prage-nachal-rabotat-torgovo-logisticheskiy-hab-sdelano-v-ulyanovskoy-oblasti-71722> (дата обращения: 24.09.2022).
6. «460 тыс. рублей на выход одной компании на международные рынки». Экспортный хаб от Гайнетдинова в Чехии: смотрим проект // Улпресса. URL: <https://ulpressa.ru/2019/12/16/460-тыс-рублей-на-выход-одной-компании-на/> (дата обращения: 24.09.2022).
7. Двери за рубеж // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4157784> (дата обращения: 24.09.2022).
8. На Кубани обсудили реализацию флагманского проекта по созданию экспортно-импортного хаба // Официальный сайт Администрации Краснодарского края. URL: <https://admkrain.krasnodar.ru/content/1131/show/503863/> (дата обращения: 24.09.2022).
9. Хаб масштабом с регион. Кубань хочет стать главными воротами для экспорта и импорта России // Новая Кубань. URL: <https://newkuban.ru/news/khab-masshtabom-s-region-kuban-khochet-stat-glavny25122018/> (дата обращения: 24.09.2022).
10. Устойчивый экспорт: как развивать экспортно-импортный хаб в Краснодарском крае // Эксперт Юг. URL: <https://expertsouth.ru/news/ustoychivyyu-eksport-kak-razvivat-eksportnoimportnyu-khab-v-krasnodarskom-krae/> (дата обращения: 24.09.2022).
11. Болдова К. Товарооборот России и Китая в 2021 году побил рекорд // Открытый журнал. URL: <https://journal.open-broker.ru/radar/rekord-tovarooborota-rossii-i-kitaya/> (дата обращения: 28.09.2022).
12. Несырьевой неэнергетический экспорт в январе-ноябре 2019 года превысил показатели прошлого года // Российский экспортный центр. URL: <https://www.exportcenter.ru/press-center/nesyrevoy-neenergeticheskiy-eksport-v-yanvare-noyabre-2019-goda-prevysil-pokazateli-proshlogo-goda/> (дата обращения: 28.09.2022).
13. Итоги экспорта России 2020 г.: уточненные данные. М. : Аналитический центр РЭЦ, 2021. С. 7.
14. Несырьевой неэнергетический экспорт России установил исторический рекорд и превысил \$191 млрд // Российский экспортный центр. URL: <https://www.exportcenter.ru/press-center/nesyrevoy-neenergeticheskiy-eksport-rossii-ustanovil-istoricheskiy-rekord-i-prevysil-191-mlrd/> (дата обращения: 28.09.2022).

15. Американо-китайский торговый конфликт: кто получит дивиденды // Siluxgc.com. URL: <http://ru.siluxgc.com/html/R1673/201808/92069412787.shtml> (дата обращения: 29.09.2022).
16. Китай построил крупнейший хаб для импорта российской сельхозпродукции // ЭКД! URL: <http://ekd.me/2018/08/kitaj-postroil-krupnejshij-hab-dlya-importa-rossijskoj-selxozprodukcii/> (дата обращения: 29.09.2022).
17. Пензенская область стала лидером ПФО по темпам экономического роста // Коммерсант.ру. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5307191#:~:text=Объем%20валового%20регионального%20продукта%20Пензенской,федеральном%20округе%20-%20на%203%25> (дата обращения: 30.09.2022).
18. Пензенская область в цифрах 2021 : краткий стат. сб. Пенза, 2022. С. 46.
19. О стратегии социально-экономического развития Пензенской области на период до 2035 года : закон Пензенской области // Гарант. URL: <https://base.garant.ru/47334428/> (дата обращения: 30.09.2022).
20. В АПК региона за год инвестировано более 19 млрд рублей // Официальный сайт Правительства Пензенской области. URL: <https://pnzreg.ru/news/selskoe-khozyaustvo/276221/> (дата обращения: 01.10.2022).
21. Бюллетень «Посевные площади Российской Федерации в 2022 году (весеннего учета)» // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 01.10.2022).
22. Пензенская область продолжает занимать лидирующие позиции в ПФО по росту производственных показателей аграрного сектора экономики // Официальный сайт Правительства Пензенской области. URL: <https://pnzreg.ru/news/selskoe-khozyaustvo/399185/> (дата обращения: 01.10.2022).
23. В 2021 году «Дамате» увеличила долю на рынке индейки до 50 % // ПензаИнформ. URL: https://www.penzainform.ru/news/economics/2022/01/26/v_2021_godu_damate_uvelichila_dolyu_na_rinke_indejki_do_50.html (дата обращения: 01.10.2022).
24. Экспортная статистика Пензенской области // Министерство экономического развития и промышленности Пензенской области. URL: <https://merp.pnzreg.ru/ekonomika/vneshneekonomicheskaya-deyatelnost/eksportnaya-statistika-penzenskoj-oblasti/> (дата обращения: 01.10.2022).
25. В Пензенской области вырос экспорт продукции АПК // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2019/11/27/reg-pfo/v-penzenskoj-oblasti-eksport-vyros-eksport-produkcii-apk.html> (дата обращения: 23.09.2022).
26. О регионе // Официальный сайт Правительства Пензенской области. URL: <https://pnzreg.ru/penza-region-for-all/about-the-region/> (дата обращения: 02.10.2022).
27. Проект «Пенза – Харбин» (расширенная редакция) // Официальный сайт Министерства внешнеэкономических связей и конгрессной деятельности Республики Башкортостан. URL: <https://foreign.bashkortostan.ru/presscenter/news/382767/> (дата обращения: 04.10.2022).
28. Симонов обсудил с представителями «РусГрейн» и «РЖД» реализацию проекта «Пенза-Харбин» // Пенза-Пресс. URL: <https://www.penza-press.ru/lenta-novostey/194499/simonov-obsudil-s-predstavitelyami-rusgrejn-i-rzhd-realizaciyu-proekta-penza-harbin> (дата обращения: 04.10.2022).
29. Пенза-Харбин: Олег Мельниченко и «РусГрейн» расширяют окно в Китай. И думают о переработке сои в Саратове // Бизнес-вектор. URL: <https://www.business-vector.info/penza-harbin-oleg-melnichenko-140602/> (дата обращения: 03.10.2022).
30. В апреле начнется реализация мероприятий в рамках проекта «Пенза – Харбин» // ПензаСМИ. URL: <https://penzasmi.ru/main/54471/v-aprele-nachnetsya-realizaciya-meropriyatij-v-ramkah-proekta-penza-harbin-> (дата обращения: 03.10.2022).
31. Из Пензенской области в Китай отправили поезд с растительным маслом // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20191202/1561866989.html> (дата обращения: 03.10.2022).

32. В Харбине успешно завершилась опытная перевозка первой в истории российско-китайской экспортной логистики партии растительного масла из Пензы // Официальный сайт Правительства Пензенской области. URL: <https://pnzreg.ru/news/ekonomika/259365/> (дата обращения: 03.10.2022).
33. Проект «Пенза – Харбин» позволит белорусским экспортерам сократить путь в Китай на 3 тысячи километров // Пенза-Взгляд. URL: <https://penzavzglyad.ru/news/128918/proekt-penza-harbin-pozvolit-belorusskim-eksporteram-sokratit-put-v-kitay-na-3-tysyachi-kilometrov> (дата обращения: 08.10.2022).

References

1. On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024. *Ofitsial'nyy sayt Prezidenta Rossii = Official website of the President of Russia*. (In Russ.). Available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> (accessed 20.09.2022).
2. The passport of the national project "International Cooperation and Export" has been published. *Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Rossii = Official website of the Government of Russia*. (In Russ.). Available at: <http://government.ru/info/35564/> (accessed 20.09.2022).
3. Alpatova I. The share of non-primary exports in 2020 was 48 %. *Rossiyskaya gazeta = Russian Gazette*. (In Russ.). Available at: <https://rg.ru/2021/01/28/dolia-nesyrevogo-eksporta-v-2020-godu-sostavila-48.html> (accessed 20.09.2022).
4. Press release on the results of the XI meeting of the Intergovernmental Commission on Economic, Industrial, Scientific and Technical Cooperation between the Russian Federation and the Czech Republic. *Partnerstvo dlya modernizatsii Rossiya – ES = Partnership for Modernization Russia – EU*. (In Russ.). Available at: <https://www.ru-eu.org/news/69210/> (accessed 24.09.2022).
5. The trade and logistics hub "Made in Ulyanovsk" has started operating in Prague areas". (In Russ.). Available at: https://73online.ru/r/v_prage_nachal_rabotat_torgovo-logisticheskiy_hab_sdelano_v_ulyanovskoy_oblasti-71722 (accessed 24.09.2022).
6. "460 thousand rubles for the entry of one company into international markets." Export hub from Gainetdinov in the Czech Republic: looking at the project. *Ulpressa*. (In Russ.). Available at: <https://ulpressa.ru/2019/12/16/460-tys-rublej-na-vykhodnoy-kompanii-na/> (accessed 24.09.2022).
7. Doors abroad. *Kommersant*. (In Russ.). Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4157784> (accessed 24.09.2022).
8. The implementation of the flagship project to create an export-import hub was discussed in the Kuban. *Ofitsial'nyy sayt Administratsii Krasnodarskogo kraya = Official website of the Administration of the Krasnodar Territory*. (In Russ.). Available at: <https://admkray.krasnodar.ru/content/1131/show/503863/> (accessed 24.09.2022).
9. Hub with the scale of a region. Kuban wants to become the main gateway for the export and import of Russia. *Novaya Kuban' = New Kuban*. (In Russ.). Available at: <https://newkuban.ru/news/khab-masshtabom-s-region-kuban-khochet-stat-glavny-25122018/> (accessed 24.09.2022).
10. Sustainable export: how to develop an export-import hub in the Krasnodar Territory. *Ekspert Ug = Expert South*. (In Russ.). Available at: <https://expertsouth.ru/news/ustoychivyy-eksport-kak-razvivat-eksportnoimportnyy-khab-v-krasnodarskom-krac/> (accessed 24.09.2022).
11. Boldova K. The trade turnover of Russia and China in 2021 broke a record. *Otkrytyy zhurnal = Open Journal*. (In Russ.). Available at: <https://journal.open-broker.ru/radar/rekord-tovarooborota-rossii-i-kitaya/> (accessed 28.09.2022).
12. Non-primary non-energy exports in January-November 2019 exceeded last year's figures. *Rossiyskiy eksportnyy tsentr = Russian Export Center*. (In Russ.). Available at: https://www.exportcenter.ru/press_center/nesyrevoy-neenergeticheskiy-eksport-v-yanvare-noyabre-2019-goda-prevysil-pokazateli-proshlogo-goda/ (accessed 28.09.2022).

13. *Russia's export results 2020: updated data*. Moscow: Analiticheskiy tsentr RETs, 2021:7. (In Russ.)
14. Non-primary non-energy exports of Russia set a historical record and exceeded \$191 billion. *Rossiyskiy eksportnyy tsentr = Russian Export Center*. (In Russ.). Available at: https://www.exportcenter.ru/press_center/nesyrevoy-neenergeticheskiy-eksport-rossii-ustanovil-istoricheskiy-rekord-i-prevysil-191-mlrd/ (accessed 28.09.2022).
15. The US-China trade conflict: who will receive dividends. *Siluxgc.com*. (In Russ.). Available at: <http://ru.siluxgc.com/html/R1673/201808/92069412787.shtml> (accessed 29.09.2022).
16. China has built the largest hub for the import of Russian agricultural products. *EKD!* = *EKD!* (In Russ.). Available at: <http://ekd.me/2018/08/kitaj-postroil-krupnejshij-xabdlya-importa-rossijskoj-selxozprodukcii/> (accessed 29.09.2022).
17. Penza region has become the leader of the Volga Federal District in terms of economic growth. *Kommersant.ru*. (In Russ.). Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/5307191#:~:text=Ob%20valovogo%20regional'nogo%20produkta%20Penzenskoy,federal'nom%20okruge%20-%20na%203%25> (accessed 30.09.2022).
18. *Penza region in figures 2021 : a brief statistical collection*. Penza, 2022:46. (In Russ.)
19. On the strategy of socio-economic development of the Penza region for the period up to 2035: the law of the Penza region. *Garant*. (In Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/47334428/> (accessed 30.09.2022).
20. More than 19 billion rubles have been invested in the agro-industrial complex of the region for the year. *Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Penzenskoy oblasti = Official website of the Government of the Penza region*. (In Russ.). Available at: <https://pnzreg.ru/news/selskoe-khozyaystvo/276221/> (accessed 01.10.2022).
21. Bulletin "Acreage of the Russian Federation in 2022 (spring accounting)". *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki = Federal State Statistics Service*. (In Russ.). Available at: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (accessed 01.10.2022).
22. The Penza region continues to occupy a leading position in the Volga Federal District in terms of the growth of production indicators of the agricultural sector of the economy. *Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Penzenskoy oblasti = Official website of the Government of the Penza region*. (In Russ.). Available at: <https://pnzreg.ru/news/selskoe-khozyaystvo/399185/> (accessed 01.10.2022).
23. In 2021, Damate increased its share in the turkey market to 50 %. *PenzaInform*. (In Russ.). Available at: https://www.penzainform.ru/news/economics/2022/01/26/v_2021_godu_damate_uvelichila_dolyu_na_rinke_indejki_do_50.html (accessed 01.10.2022).
24. Export statistics of the Penza region. *Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya i promyshlennosti Penzenskoy oblasti = Ministry of Economic Development and Industry of the Penza region*. (In Russ.). Available at: <https://merp.pnzreg.ru/ekonomika/vneshneekonomicheskaya-deyatelnost/eksportnaya-statistika-penzenskoy-oblasti/> (accessed 01.10.2022).
25. The export of agricultural products has grown in the Penza region. *Rossiyskaya gazeta = Russian Gazette*. (In Russ.). Available at: <https://rg.ru/2019/11/27/reg-pfo/v-penzenskoj-oblasti-eksport-vyros-eksport-produkcii-apk.html> (accessed 23.09.2022).
26. About the region. *Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Penzenskoy oblasti = Official website of the Government of the Penza region*. (In Russ.). Available at: <https://pnzreg.ru/penza-region-for-all/about-the-region/> (accessed 02.10.2022).
27. The Penza – Harbin project (expanded edition). *Ofitsial'nyy sayt Ministerstva vneshneekonomicheskikh svyazey i kongressnoy deyatelnosti Respubliki Bashkortostan = Official website of the Ministry of Foreign Economic Relations and Congress Activities of the Republic of Bashkortostan*. (In Russ.). Available at: <https://foreign.bashkortostan.ru/presscenter/news/382767/> (accessed 04.10.2022).

28. Simonov discussed with representatives of RusGrain and Russian Railways the implementation of the Penza-Harbin project. *Penza-Press*. (In Russ.). Available at: <https://www.penza-press.ru/lenta-novostey/194499/simonov-obsudil-s-predstavitelnyami-rusgrejn-i-rzhd-realizaciyu-proekta-penza-harbin> (accessed 04.10.2022).
29. Penza-Harbin: Oleg Melnichenko and RusGrain are expanding the window to China. And they are thinking about soybean processing in Saratov. *Biznes-vektor = Business Vector*. (In Russ.). Available at: <https://www.business-vector.info/penza-harbin-oleg-melnichenko-140602/> (accessed 03.10.2022).
30. In April, the implementation of activities within the framework of the Penza – Harbin project will begin. *PenzaSMI*. (In Russ.). Available at: <https://penzasmi.ru/main/54471/v-aprele-nachnetsya-realizaciya-meropriyatiy-v-ramkah-proekta-penza-harbin-> (accessed 03.10.2022).
31. A train with vegetable oil was sent from the Penza region to China. *RIA Novosti = RIA News*. (In Russ.). Available at: <https://ria.ru/20191202/1561866989.html> (accessed 03.10.2022).
32. The pilot transportation of the first batch of vegetable oil from Penza in the history of Russian-Chinese export logistics has been successfully completed in Harbin. *Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Penzenskoy oblasti = Official website of the Government of the Penza region*. (In Russ.). Available at: <https://pnzreg.ru/news/ekonomika/259365/> (accessed 03.10.2022).
33. The Penza – Harbin project will allow Belarusian exporters to shorten the way to China by 3 thousand kilometers. *Penza-Vzglyad*. (In Russ.). Available at: <https://penzavzglyad.ru/news/128918/proekt-penza-harbin-pozvolit-belorusskim-eksporteram-sokratit-put-v-kitay-na-3-tysyachi-kilometrov> (accessed 08.10.2022).

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Викторовна Балахонова

кандидат экономических наук,
доцент кафедры маркетинга,
коммерции и сферы обслуживания,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: m-a-r-t-a2005@yandex.ru

Elena V. Balakhonova

Candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of marketing, commerce and service sector,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Ольга Викторовна Мещерякова

кандидат педагогических наук,
доцент кафедры педагогики и психологии,
начальник управления
международных связей,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: imsgu@bk.ru

Olga V. Meshcheryakova

Candidate of pedagogical sciences,
associate professor of the sub-department
of pedagogy and psychology,
head of the department
of international relations,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Сюй Дэ-хун

магистр делового администрирования,
заведующий кафедрой
управления логистикой,
доцент / старший логист,
научный руководитель магистратуры,
Сианьский международный университет
(Китай, провинция Шэньси,
г. Сиань, р-н Янта, проспект Юдоу, 18)
E-mail: saydehun@yandex.ru

Xu De-hong

Master of business administration,
head of the sub-department
of logistics management,
associate professor / senior logistician,
supervisor of the master's degree,
Xi'an International University
(18 Yudou Road, Yanta District,
Xi'an City, Shaanxi Province, China)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 26.09.2022

Поступила после рецензирования/Revised 24.11.2022

Принята к публикации/Ascerted 28.11.2022

СБАЛАНСИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИИ: ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ И ОЦЕНКЕ

Л. А. Гамидуллаева¹, Е. С. Грошева²,
О. А. Белоградова³, Д. Н. Шевченко⁴

^{1, 3, 4} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

² Пензенский казачий институт технологий (филиал) Московского государственного университета технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), Пенза, Россия

¹ gamidullaeva@gmail.com, ² e.yudina@outlook.com,

³ olga.belogradova@yandex.ru, ⁴ dmitijsevchenko07928@icloud.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* Кризисные явления, сложившиеся в современных реалиях (системный экономический кризис, климатические деформации, деградация окружающей среды, усиление социального неравенства), актуализируют исследования, посвященные сбалансированному развитию, которое возможно лишь при условии соблюдения баланса социальных, экологических и экономических факторов. Рассматриваются теоретико-методологические аспекты сбалансированного устойчивого развития территорий в региональном аспекте, дается развернутая характеристика и сравнительный анализ экономических категорий «сбалансированное развитие» и «устойчивое развитие», определяется их взаимосвязь. *Материалы и методы.* Методологическую основу исследования составили труды отечественных ученых, посвященные вопросам сбалансированного развития территории и подходам к ее оцениванию. Основой исследования выступает анализ причинно-следственных связей проблем системы территориального развития в контексте необходимости соблюдения баланса социальных, экологических и экономических интересов. Для решения задач исследования использовались абстрактно-логический метод, анализ и синтез, индукция и дедукция, системный подход и моделирование. *Результаты.* Для оценки уровня сбалансированности развития Пензенской области авторами предложено использовать трехфакторную модель оценки уровня сбалансированности хозяйственной деятельности региона. Методика апробирована на статистических данных по Пензенской области за период 2019–2020 гг. *Выводы.* Проведенные по выбранной методике расчеты позволили сделать выводы об уровне сбалансированности развития Пензенской области за анализируемый период, выявить узкие места и имеющиеся резервы для выхода на устойчивую траекторию развития.

Ключевые слова: сбалансированное развитие, устойчивое развитие, регион, территория, социально-экономическая система, структура экономики

Финансирование: исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук – № МД-1823.2022.2 «Сбалансированное развитие территории на основе промышленных кластеров в контексте теории "умной специализации"».

Для цитирования: Гамидуллаева Л. А., Грошева Е. С., Белоградова О. А., Шевченко Д. Н. Сбалансированное развитие территории: подходы к определению и оценке // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 25–41. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-2

BALANCED DEVELOPMENT OF THE TERRITORY: APPROACHES TO DETERMINATION AND ASSESSMENT

L.A. Gamidullaeva¹, E.S. Grosheva²,
O.A. Belogradova³, D.N. Shevchenko⁴

^{1, 3, 4} Penza State University, Penza, Russia

² Penza Cossack Institute of Technology (branch) of the K. G. Razumovsky
Moscow State University of Technologies and Management
(First Cossack University), Penza, Russia

¹gamidullaeva@gmail.com, ²e.yudina@outlook.com,

³olga.belogradova@yandex.ru, ⁴dmitijsevchenko07928@icloud.com

Abstract. *Background.* Crisis phenomena that have developed in modern realities (systemic economic crisis, climatic deformations, environmental degradation, increased social inequality) actualize research on balanced development, which is possible only if the balance of social, environmental and economic factors is observed. This article discusses the theoretical and methodological aspects of the balanced sustainable development of territories in the regional aspect, provides a detailed description and comparative analysis of the economic categories "balanced development" and "sustainable development", determines their relationship. *Materials and methods.* The methodological basis of the study was the works of domestic scientists devoted to the issues of balanced development of the territory and approaches to its assessment. The basis of the study is the analysis of cause-and-effect relationships of the problems of the territorial development system in the context of the need to maintain a balance of social, environmental and economic interests. Abstract-logical method, analysis and synthesis, induction and deduction, systematic approach and modeling were used to solve the research problems. *Results.* To assess the level of balance in the development of the Penza region, the authors proposed to use a three-factor model for assessing the level of balance in the economic activity of the region. The methodology was tested on statistical data for the Penza region for the period 2019–2020. *Conclusions.* The calculations carried out according to the chosen methodology made it possible to draw conclusions about the level of balance in the development of the Penza region for the analyzed period, to identify bottlenecks and available reserves to enter a sustainable development trajectory.

Keywords: balanced development, sustainable development, region, territory, socio-economic system, economic structure

Acknowledgments: the study was supported by the grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists – doctors of Sciences № MD-1823.2022.2 "Balanced development of the territory based on industrial clusters in the context of the theory of "smart specialization".

For citation: Gamidullaeva L.A., Grosheva E.S., Belogradova O.A., Shevchenko D.N. Balanced development of the territory: approaches to determination and assessment. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):25–41. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-2

Введение

Санкционная политика в сторону РФ «недружественных» стран, предполагающая комплекс торгово-экономических, финансовых и иных ограничений, введенных как в отношении конкретных отраслей экономики, так и отдельно взятых компаний, ставит перед отечественной экономикой бес-

прецедентные по своему масштабу и скорости реагирования задачи. Эти обстоятельства обуславливают необходимость усиления протекционистской экономической политики, поиска внутренних резервов социально-экономического развития за счет имеющегося потенциала российских регионов, выработки в оперативном режиме необходимых мер органами власти всех уровней, бизнесом и другими участниками принятия решений.

Данная проблема трансформируется в современных реалиях до уровня вопросов экономической безопасности нашей страны. Переход от глобализации к локализации, острая потребность в выстраивании внутренних производственных цепочек добавленной стоимости актуализирует поиск новых подходов и создание механизмов обеспечения планомерного устойчивого развития внутренней территории.

Общемировым трендом и ключевым императивом в реализации региональной экономической политики является ориентир на сбалансированное развитие, под которым в целом понимается достижение регионом заданных параметров развития с учетом интересов всех стейкхолдеров. Регион как территориальная структура представляет собой единое образование, включающее природные, экономические и социальные компоненты.

Сбалансированность можно определить как взаимный баланс с позиции масштаба, структуры и качественных особенностей ресурсов и спроса на них. Количественные пропорции, устанавливаемые между различными индикаторами, в совокупности образуют неразрывную систему, посредством которой можно оценить уровень сбалансированности в различных аспектах [1]. При этом термин «сбалансированное развитие» означает сохранение баланса, согласованности, поддержание необходимой пропорциональности, а именно производственной, экономической, социальной, натурально-вещественной, инфраструктурной, территориальной и отраслевой, при которой возможно устойчивое и непрерывное развитие социально-экономических систем [2]. В свою очередь, сбалансированное развитие региона – процесс согласования экономических интересов субъектов взаимодействия, заинтересованных в развитии региона, нацеленный на соблюдение соотношений, установленных с помощью индикативного планирования, в соответствии с целями социально-экономической политики [3].

Важно подчеркнуть, что пропорции в региональной экономике постоянно меняются: в процессе развития формируются объективно необходимые соотношения (пропорции) и нерациональные соотношения (диспропорции).

Нормативно-правовую основу разрабатываемой проблематики составляют Основы государственной политики в сфере стратегического планирования¹; Основы государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 г.²; Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.³; Стратегия научно-техноло-

¹ Об утверждении Основ государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации : указ Президента РФ № 633 от 8 ноября 2021 г.

² Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года : указ Президента РФ № 13 от 16.01.2017.

³ Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года : распоряжение Правительства РФ № 207-р от 13.02.2019 : [ред. от 25.06.2022].

гического развития России до 2035 г.¹; ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»² и др.

Формирование авторских взглядов на проблему обеспечения сбалансированного развития региона происходило в том числе под влиянием трудов А. Г. Гранберга [4], Г. Б. Клейнера [5], И. Е. Рисина [6], Ю. И. Трещевского [7] и др. [8]. Анализ работ авторов в данной проблемной области позволяет выявить дифференцированный подход в изучении отдельных аспектов сбалансированного развития регионов, что не позволяет выработать единую концепцию рассматриваемого явления.

В трудах как зарубежных, так и российских ученых термин «сбалансированное развитие» часто связывают с концепцией устойчивого развития. Действительно, следует признать, что исследования проблем сбалансированного и устойчивого регионального развития пересекаются, грань между данными концепциями весьма размытая и в принципе многие положения являются взаимосогласованными.

Разработанная под руководством Г. Х. Брундтланд и принятая в качестве основополагающего документа Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития «Повестка дня в области устойчивого развития до 2030 года» [9] является одним из важнейших документов, посвященных проблеме сбалансированного развития. В данном документе акцентируется внимание на сбалансированности экономического, социального и экологического развития, обеспечиваемой при достижении описанных в ней семнадцати целей (ЦУР) (2016–2030). Таким образом, согласно концепции устойчивого развития окружающая среда, экономическая система и благополучие населения формируют своего рода триединую систему.

Цели данного подхода ориентированы на улучшение социального благополучия общества, сохранение биосферы, снижение деградации природной среды и т.п. Достижение данных целей невозможно без изменения существующей модели экономической системы, являющейся инерционной, где мейнстримом является идеология экономического роста, ориентированная на сверхпотребление и перепроизводство.

В РФ регламентирующими документами в сфере устойчивого развития являются принятая еще в 1996 г. президентом РФ Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию³ и Основные положения государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития⁴.

Несмотря на то, что проблемы устойчивого развития социально-экономических систем различного уровня (микро-, мезо-, макро-) активно исследуются многими авторами, до сих пор не выработан единый подход

¹ О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016.

² О промышленной политике в Российской Федерации : федер. закон № 488-ФЗ от 31.12.2014.

³ О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию : указ Президента РФ № 440 от 01.04.1996.

⁴ О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития : указ Президента РФ № 236 от 04.02.1994.

к трактовке понятий «устойчивость» и «устойчивое развитие». Это связано, прежде всего, с тем, что исследование устойчивого развития носит междисциплинарный характер и осуществляется экологами, биологами, географами, урбанистами, экономистами, социологами и представителями других дисциплин, каждая из которых вносит свой определенный смысл и значение в данный термин. Все это вызывает необходимость глубокой разработки соответствующего категориального аппарата.

Согласно одному из существующих подходов под устойчивым понимается такое развитие, которое обеспечивает минимизацию отрицательных внешних эффектов, а именно роста бедности, уровня неравенства, загрязнения окружающей среды и т.п. [10–16]. Такой подход в большей степени согласуется с Повесткой ООН в области устойчивого развития.

В исследованиях российских исследователей устойчивое развитие часто рассматривается с акцентом на социальной составляющей в контексте повышения уровня благосостояния населения [17–19]. Формирование новой среды обитания можно рассматривать как гуманитарно-технологическую революцию, «суть которой состоит в обеспечении качества жизни на основе новых технологий» в контексте перехода от концепции «человека для экономики» к «экономике для человека» [20].

В то же время большинство работ ориентировано на изучение взаимосвязи вопросов экономики и экологии, принимается во внимание тот факт, что в качестве целевого индикатора социально-экономического развития в 2010 г. был установлен показатель повышения к 2020 г. энергоэффективности и энергосбережения на 40 %¹. К сожалению, за десять лет реализации Программы энергоэффективность российской экономики выросла не на запланированные 40 %, а всего на 10 %, и теперь приходится решать эту задачу в гораздо более сложных условиях.

Другой подход под устойчивым развитием предлагает рассматривать сопротивляемость экономики к внешним шокам и угрозам, а также ее способность восстанавливать равновесие [21]. Последние десятилетия характеризовались для экономики Российской Федерации и ее регионов периодически возникающими внешними шоками и вызовами. В их числе мировой финансовый кризис 2008 г., кризис 2014 г., сопровождающийся внешними санкциями, пандемия COVID-19, начавшаяся в 2019 г., а также последние политические события и связанное с ними жесточайшее санкционное давление.

Е. С. Грузневич, объединив оба этих подхода, под устойчивым развитием предлагает понимать функционирование, предполагающее способность восстанавливать установившиеся параметры, характеристики и свойства системы и переходить на новый качественный уровень развития системы, используя имеющиеся ограниченные ресурсы с учетом научно-технического прогресса без ущерба для окружающей среды и общества [22]. Данный подход объединяет динамические и статические свойства, отражающие одновременно две ключевые характеристики: «устойчивость» и «развитие».

Е. С. Грузневич в своей работе рассматривает терминологические аспекты взаимосвязи понятий устойчивого и сбалансированного развития на

¹ О государственной программе РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»: распоряжение Правительства РФ № 2446-р от 27 декабря 2010 г.

региональном уровне и приводит еще одно определение – «сбалансированное устойчивое развитие региона» – это способность системы сохранять достигнутые результаты в долгосрочной перспективе в условиях динамизма внешней среды. По мнению автора, с которым мы согласны, в современной литературе встречается термин «устойчивое сбалансированное развитие региона» (например, [23], [24]), который недостаточно корректен, и следует использовать другой – «сбалансированное устойчивое развитие региона». Действительно, термин «сбалансированность» более емкий: любая сбалансированная система является устойчивой, при этом не каждая система является сбалансированной. Очевидно, что при рассмотрении сбалансированности развития региона нужно учитывать не только экономические и социальные аспекты, но и истощение природных ресурсов, а также загрязнение природной среды, т.е. с позиции триединства экономической, экологической и социальной составляющих, что и провозглашается концепцией устойчивого развития.

Примечателен также подход, приведенный в исследовании А. И. Татаркина, С. В. Дорошенко, согласно которому «устойчивое сбалансированное саморазвитие региона обеспечивается наличием внутренней "самодостаточности"», которая приводит к долговременной устойчивости регионального развития посредством использования имеющихся ресурсов и способности перенастраивать региональные подсистемы [25].

Достаточно часто «сбалансированное развитие» и «устойчивое развитие» рассматриваются равнозначно. Например, Ю. В. Горбунов дает определение, где устойчивое развитие характеризуется постоянным для определенного промежутка времени, принятым для планирования и улучшения основных экономических показателей [26]. Б. Г. Преображенский с соавторами, классифицируя региональные социально-экономические системы по уровню развития, в рамках одной из выделенных групп определяют одновременно сбалансированные и устойчиво развивающиеся регионы [27]. По мнению А. Г. Гранберга [28], сбалансированность обеспечивается достижением системой состояния устойчивости, последовательно переходящим в состояние стабильности, на основе которого обеспечивается рост и развитие.

Под сбалансированным устойчивым развитием региона, по нашему мнению, следует понимать потенциал региональной социально-экономической системы поддерживать текущее состояние и изменяться в долгосрочной перспективе в условиях динамичного развития внутренней среды в целях достижения заданных параметров развития на основе сбалансированности интересов экономической, социальной и экологической подсистем. Таким образом, требуется учитывать интересы всех акторов (стейкхолдеров) регионального развития, ориентироваться на триединство задач региональной политики в сферах социо-эколого-экономического развития.

Материалы и методы

Среди исследователей, изучавших проблемы измерения сбалансированности регионального развития, разработавших критерии и индикаторы оценки отдельных аспектов социально-экономического развития региональных систем, следует отметить Дж. Аткинсона, С. Н. Бобылева, К. Гамильтона, Д. Диксона, Д. Пирса и др.

В настоящее время можно выделить два основных подхода к оценке сбалансированности развития региона. Первый подход представляет собой систему индикаторов, которые, в свою очередь, характеризуют отдельные аспекты развития (социальный, экономический, экологический, институциональный и др.). Второй подход – создание агрегированного показателя, который отражает степень сбалансированности региона [29]. Наиболее известные агрегированные показатели представлены на рис. 1.



Рис. 1. Агрегированные показатели сбалансированности развития региона, страны

В основе сбалансированного устойчивого развития любого региона лежит равновесие (баланс) между экономической, социальной и экологической подсистемой. Результатом такого равновесия должно являться повышение качества жизни населения как комплексный показатель, интегрирующий экономические, экологические и социальные цели развития. В настоящее время вопрос сбалансированности остается открытым, вводятся экологические налоги, ускоренная амортизация; создаются природоохранные мероприятия. Выбор инструмента сбалансированности выбирается индивидуально исходя из состояния региона. При этом важно отметить отсутствие у исследователей методологического единства в выборе способов и инструментов оценки сбалансированного устойчивого развития региона.

Ряд авторов [30, 31] в своих работах при рассмотрении вопросов сбалансированного развития в региональном (территориальном) аспекте закладывают в основу теорию пропорции воспроизводства. Отмечается, что «с точки зрения воспроизводства экономических благ сбалансированное развитие должно обеспечивать соответствие структуры производства и потребностей экономической системы» [30].

Достижение сбалансированного развития мировой и национальных экономик в настоящее время крайне затруднительно, так как нынешняя ситуация свидетельствует о дисбалансах как в социально-экономическом разви-

тии стран, так и в мировых отношениях и рынках в целом. В этих условиях становится целесообразным осуществление перехода к сбалансированному развитию сначала на внутривнутристрановом уровне (в региональных масштабах), по достижению которого можно переводить процесс на более высокие уровни: национального, межнационального, международного и мирового масштаба.

Эффективность региональной экономики зависит от завершенности и целостности всех фаз воспроизводства как основы внутренней сбалансированности элементов комплексного развития территориальной системы страны [32, 33]. В современных условиях целевая функция развития территориальных сообществ состоит в полном удовлетворении потребностей всех членов данного сообщества, что способствует росту их благосостояния и повышению качества жизни.

На наш взгляд, одной из наиболее успешных методик расчета уровня сбалансированности хозяйственной деятельности региона является трехфакторная модель оценки уровня сбалансированности хозяйственной деятельности региона, предложенная А. И. Татаркиным, А. Ю. Даванковым, Г. Н. Пряхиным, В. В. Седовым и А. Ю. Шумаковым [34], включающая в себя критерии социальной, экономической и экологической деятельности в регионе.

Согласно данной методике, к показателям применяется трехбалльная шкала оценки, где 3 – наилучший результат динамики, 1 – наихудший результат, при незначительной динамике (в границах 0,99–1,01) ставится оценка 2.

Результаты

В табл. 1–3 представлены результаты расчета, проведенные по данной методике по Пензенской области за 2019–2020 гг. Набор показателей и временной промежуток обусловлен доступностью статистических данных.

Таблица 1

Критерии оценки показателей социальной деятельности в Пензенской области за период 2019–2020 гг.

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	Индекс роста	Балл
1	2	3	4	5
ОБРАЗОВАНИЕ	–	–	–	2,2
1. Доступность дошкольного образования для детей в возрасте до трех лет, %	96,6	96	0,99	2
2. Средняя численность обучающихся, приходящихся на один класс, чел./класс	18	18	1	2
3. Численность студентов, обучающихся по программам подготовки квалифицированных рабочих, служащих на 10 000 чел. населения	37	39	1,05	3
4. Численность студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена на 10 000 чел. населения	162	175	1,08	3
5. Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры на 10 000 чел. населения	249	248	0,996	1
ЖКХ	–	–	–	2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
6. Общая площадь жилых помещений, приходящая в среднем на одного жителя, кв. м	30,5	31,4	1,03	3
7. Удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату ЖК услуг, %	34,8	38,9	1,12	1
8. Численность граждан, тыс. чел.	261,1	251,5	0,96	3
9. Среднемесячный размер льгот, руб/чел.	668	525	0,79	1
ЗДРАВООХРАНЕНИЕ	–	–	–	2,2
10. Число больничных коек на 10 000 чел. населения	80,5	80,5	1	2
11. Мощность амбулаторно-поликлинических организаций на 10 000 чел. населения	259,3	261,4	1,01	2
12. Численность врачей всех специальностей на 10 000 чел. населения	42,6	45	1,06	3
13. Численность среднего медицинского персонала на 10 000 чел. населения	105,3	107,3	1,02	3
14. Заболеваемость на 1000 чел. населения	716	741,6	1,04	1
КУЛЬТУРА, СПОРТ	–	–	–	2
15. Число спортивных сооружений	3342	3349	1,002	2
16. Общедоступные библиотеки (библиотечный фонд, экз./1000 чел.)	5595	6511	1,16	3
17. Число отдохнувших, тыс. чел.	41,7	12,3	0,29	1
НАСЕЛЕНИЕ	–	–	–	1
18. Среднегодовая численность населения, тыс. чел.	1311,8	1298,2	0,99	1
19. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет	73,61	71,34	0,97	1
20. Соотношение браков и разводов, разводов на 1000 браков	727	825	1,13	1
ПРАВОНАРУШЕНИЯ	–	–	–	1,75
21. Число зарегистрированных преступлений	12 923	13 520	1,05	1
22. Число преступлений, совершенных несовершеннолетними и при их соучастии	235	214	0,91	3
СОЦИАЛЬНАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ	–	–	–	
23. Забастовки (число работников, принимавших участие)	0	0	0	0
24. Коэффициенты миграционного прироста на 10 000 чел. населения	–34,3	–12,1	0,35	3
25. Численность безработных, тыс. чел.	5,3	17,6	3,32	1
26. Расходы консолидированных бюджетов субъектов РФ на реализацию мер социальной поддержки отдельных категорий граждан, тыс. руб.	4 528 033	4 010 328	0,89	3
Итого среднеарифметическая балльная оценка				1,92

Полученные результаты по рассматриваемому блоку показателей указывают на итоговую оценку ниже 2, что говорит о снижении эффективности деятельности региона в социальной сфере. Наиболее низкие результаты зарегистрированы по блокам «Социальная напряженность» и «Население» со среднеарифметическими значениями 1,75 и 1 соответственно.

Несколько хуже обстоит ситуация в экологической сфере (табл. 2).

Таблица 2

Критерии оценки показателей экологической деятельности
в Пензенской области за период 2019–2020 гг.

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	Индекс роста	Балл
ВОЗДУХ	–	–	–	2
1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т	28	33	1,18	1
2. Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т	1053	1072	1,02	3
3. Уловлено и обезврежено загрязняющих веществ в процентах от общего количества отходящих от стационарных источников, %	97,4	97	0,996	2
ВОДА	–	–	–	2
4. Потребление свежей воды, всего, млн м. куб.	170	180	1,06	1
5. Объем оборотной и последовательно используемой воды (включая использование сточных и коллекторно-дренажных вод), млн м. куб	77	74	0,96	3
6. Объем сброса сточных вод, всего, млн м. куб.	91	96	1,05	1
7. Расходы на охрану окружающей среды, млн руб.	1500	1646	1,097	3
ЛЕСА	–	–	–	1,33
8. Лесные земли в % от общей площади	22,5	22,5	1	2
9. Лесовосстановление, га	1359,9	1327,9	0,98	1
10. Искусственное лесовосстановление (создание лесных культур), млн га	528,8	427,4	0,81	1
Итого среднеарифметическая балльная оценка				1,8

Результаты произведенных расчетов показывают, что деятельность в отношении блоков «Воздух» и «Вода» за анализируемый период не привела к динамике, тогда как по блоку «Леса» среднеарифметическая оценка и вовсе составила всего 1,33. Отсюда и относительно невысокая итоговая оценка по данной сфере деятельности – 1,8.

Несколько лучшее положение дел наблюдается в экономической сфере (табл. 3).

Таблица 3

Критерии оценки показателей экономической деятельности
в Пензенской области за период 2019–2020 гг.

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	Индекс роста	Балл
1	2	3	4	5
РЕГИОН	–	–	–	2,14
1. Доля основных фондов отрасли специализации в совокупных, %	9,30	10,06	1,08	3

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
2. Отношение вводимых по отрасли специализации основных фондов к вводимым основным фондам в регионе, %	11,36	20,32	1,79	3
3. Соотношение степени износа основных фондов предприятий отрасли специализации к степени износа основных фондов по региону в целом, в долях единицы	0,90	0,92	1,03	1
4. Удельный вес полностью изношенных основных фондов по отрасли специализации, %	17,20	20,20	1,17	1
5. Валовой региональный продукт	400 516,8	448 975,5	1,12	3
6. Отраслевая структура валовой добавленной стоимости (% добавленной стоимости обрабатывающих производств в ВРП региона), %	20	17	0,85	1
7. Валовое накопление основного капитала, млрд руб.	89 373	94 678	1,06	3
ПРЕДПРИЯТИЯ	–	–	–	2,6
8. Число предприятий и организаций (на конец года; по данным государственной регистрации)	23 268	22 264	0,96	1
9. Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами	255 470	293 334	1,15	3
10. Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) деятельности организаций, млн руб.	10 751	22 765	2,12	3
11. Оборот розничной торговли (в фактически действующих ценах), млн руб.	217 574	222 344	1,02	3
12. Оборот оптовой торговли, млн руб.	266 810	303 429	1,14	3
ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ	–	–	–	2,1
13. Численность рабочей силы, тыс. чел.	656	640	0,98	1
14. Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.	581,10	555,90	0,96	1
15. Потребительские расходы в среднем на душу населения, руб./мес.	19 483	19 465	1,00	2
16. Доля расходов на продукты питания, %	35,50	35,60	1,00	2
17. Доля расходов на непродовольственные товары, %	35,50	37,40	1,05	3
18. Отношение среднедушевых денежных доходов к потребительским расходам	1,18	1,24	1,05	3
19. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организации	30 765	32 766	1,07	3
20. Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб./чел. мес.	22 969	24 118	1,05	3
21. Отношение среднедушевых денежных доходов к номинальной заработной плате	0,75	0,74	0,99	1
22. Процент оплаты труда в структуре денежных доходов населения, %	60,30	60,40	1,00	2
Итого среднеарифметическая балльная оценка				2,28

По всем группам показателей промежуточные результаты выше 2, наилучший результат по блоку «Предприятия» – 2,6. Итоговая среднеарифметическая оценка составила 2,28. Результаты по блокам «Регион» и «Трудовые ресурсы» примерно на одном уровне: 2,14 и 2,1 соответственно.

После оценивания каждого показателя производится расчет среднеарифметической балльной оценки каждой из трех сфер деятельности (социальной, экономической и экологической). Сводная оценка сбалансированности уровня хозяйственной деятельности региона за анализируемый период также осуществляется путем расчета среднеарифметической оценки (табл. 4).

Таблица 4

Сводная оценка уровня сбалансированности хозяйственной деятельности в Пензенской области в 2019–2020 гг.

Сфера	Балл
Социальная деятельность	1,92
Экологическая деятельность	1,80
Экономическая деятельность	2,23
Среднеарифметическая оценка уровня хозяйственной деятельности	1,98

Как показали результаты анализа, за 2019–2020 гг. в Пензенской области более высокий уровень эффективности функционирования наблюдается в экономической деятельности. Ввиду отрицательной динамики в социальной и экологической сфере итоговая оценка уровня хозяйственной деятельности региона под влиянием факторов социальной и экологической деятельности региона сложилась сравнительно невысокой – 1,98, что говорит о нарушении сбалансированности развития территории, в первую очередь, в данных областях.

Выводы

Таким образом, авторами в данной статье рассмотрены теоретико-методологические аспекты сбалансированного устойчивого развития территорий в региональном аспекте, дается развернутая характеристика и сравнительный анализ экономических категорий «сбалансированное развитие» и «устойчивое развитие», определяется их взаимосвязь.

Продемонстрированная в работе трехфакторная методика оценивания сбалансированности хозяйственной деятельности территории позволяет выявить наиболее уязвимые места на пути к устойчивому региональному развитию, а декомпозиция каждого фактора по конкретным показателям позволяет использовать при проведении расчетов конкретные показатели и их группы, характерные для конкретного региона в интересующий период времени.

Кроме того, методика дает возможность оценивать уровень сбалансированности развития территории за длительный отрезок времени и выявлять таким образом тенденции развития региона в целом и по каждому фактору и показателю в отдельности. Также методика применима и для проведения сравнительной оценки разных регионов (при условии рассмотрения единого набора показателей оценивания).

Список литературы

1. Мякшин В. Н., Песьякова Т. Н., Мякшина Р. В. Сбалансированность и пропорциональность социально-экономического развития региона как реализация регулирующей функции управления // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 22. С. 31–41.
2. Татаркин А. И., Татаркин Д. А. Саморазвитие регионов в контексте федеративных отношений // Пространственная экономика. 2008. № 4. С. 60–70.
3. Региональная экономика : учебник / под общ. ред. проф. В. И. Видяпина, проф. М. В. Степанова. М., 2007. URL: <http://www.smartcat.ru/RegionEconomic/RegionalnayaEkonomika.shtml> (дата обращения: 17.08.2021).
4. Гранберг А. Г. Возможны ли распад или сжатие России? // Регион: экономика и социология. 2011. № 2. С. 9–18.
5. Клейнер Г. Б., Рыбачук М. А. Системная сбалансированность экономики России. Региональный разрез // Экономика региона. 2019. Т. 15, вып. 2. С. 309–323.
6. Рисин И. Е. Стратегическое планирование регионального развития: современная практика, направления совершенствования : монография. М. : РУСАЙНС, 2016. 86 с.
7. Политика социально-экономического развития регионов / под ред. И. Е. Рисина, Ю. И. Трещевского. Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. 240 с.
8. Клейнер Г. Б. Устойчивость российской экономики в зеркале системной экономической теории // Вопросы экономики. 2015. № 12. С. 107–123.
9. Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года // Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН, 25.09.2015 года. URL: <https://documents-ddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement> (дата обращения: 17.06.2022).
10. Малкина М. Ю. Оценка устойчивости развития региональных экономик на основе расстояний Махаланобиса // Terra Economicus. 2020. № 18. С. 140–159. doi:10.18522/2073-6606-2020-18-3-140-159
11. Barinova V. A., Zemtsov S. P. Inclusive Growth and Regional Sustainability of Russia // Regional Research of Russia. 2020. Vol. 10. P. 10–19. doi:10.1134/S2079970520010025
12. Rahma H., Fauzi A., Juanda B., Widjojanto B. Development of a Composite Measure of Regional Sustainable Development in Indonesia // Sustainability. 2019. Vol. 11. P. 5861. doi:10.3390/su11205861
13. Glazyrina I. P., Lavlinskii S. M. Economic and ecological models in Russia's mining sector // Regional Research of Russia. 2017. Vol. 7. P. 180–187. doi:10.1134/S2079970517020034
14. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment // Sustainability. 2020. Vol. 12. P. 6424. doi:10.3390/su12166424
15. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. Elaboration of a Mechanism for Sustainable Enterprise Development in Innovation Ecosystems // Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity. 2020. Vol. 6. P. 95. doi:10.3390/joitmc6040095
16. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. Approach to the Formation of an Innovation Portfolio in Industrial Ecosystems Based on the Life Cycle Concept // Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity. 2020. Vol. 6. P. 151. doi:10.3390/joitmc6040151
17. Аганбегян А. Г. Два главных вызова, стоящих перед Россией: по сокращению катастрофически высокой смертности при восстановлении сохранности народа и переходу к устойчивому социально-экономическому росту // Экономическое возрождение России. 2022. № 1. С. 14–30. doi:10.37930/1990-9780-2022-1-71-14-30
18. Бобылев С. Н., Порфирьев Б. Н. Устойчивое развитие крупнейших городов и мегаполисов: фактор экосистемных услуг // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2016. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe>

- razvitiye-krupneyshih-gorodov-i-megapolisov-faktor-ekosistemnyh-uslug (дата обращения: 12.07.2022).
19. Аганбегян А. Г., Клепач А. Н., Порфирьев Б. Н. [и др.]. Постпандемическое восстановление российской экономики и переход к устойчивому социально-экономическому развитию // Проблемы прогнозирования. 2020. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postpandemicheskoe-vosstanovlenie-rossiyskoj-ekonomiki-i-perehod-k-ustoychivomu-sotsialno-ekonomicheskomu-razvitiyu> (дата обращения: 12.07.2022).
 20. Иванов В. В. Гуманитарно-технологическая революция как глобальный вызов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gumanitarno-tehnologicheskaya-revolyuetsiya-kak-globalnyy-vyzov> (дата обращения: 23.03.2022).
 21. Foster K. A. A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience. Working Paper 2007-08. Berkeley : Institute of Urban and Regional Development, University of California, 2007.
 22. Грузневич Е. С. Развитие, устойчивое развитие и сбалансированное устойчивое развитие и их взаимосвязь на уровне региона: терминологические аспекты // Россия: тенденции и перспективы развития. 2017. № 12-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-ustoychivoe-razvitiye-i-sbalansirovannoe-ustoychivoe-razvitiye-i-ih-vzaimosvyaz-na-urovne-regiona-terminologicheskie-aspekty> (дата обращения: 12.07.2022).
 23. Корчак Е. А. Тенденции и проблемы устойчивого сбалансированного развития // Фундаментальные исследования. 2020. № 3. С. 60–65. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42700> (дата обращения: 14.06.2022).
 24. Геиев А. М. Исследование и оценка устойчивого сбалансированного развития экономики региона: дис. ... канд. экон. наук. Ставрополь, 2011.
 25. Татаркин А. И., Дорошенко С. В. Регион как саморазвивающаяся социально-экономическая система // Экономика региона. 2011. № 1. С. 15–23.
 26. Горбунов Ю. В. Понятие устойчивого развития в экономике и управлении // Вестник университета. 2013. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-ustoychivogo-razvitiya-v-ekonomike-i-upravlenii> (дата обращения: 12.07.2022).
 27. Литвинов Д. А. Управление сбалансированным развитием региона на основе гармонизации программного и проектного подходов : дис. ... канд. экон. наук. Воронеж, 2018.
 28. Гранберг А. Г. Экономика и социология пространства // Экономическое возрождение России. 2010. № 4. С. 55–57.
 29. Мамлеева Э. Р., Сазыкина М. Ю., Трофимова Н. В. Методика оценки сбалансированности муниципального образования // Вестник евразийской науки. 2019. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-sbalansirovannosti-munitsipalnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 23.03.2022).
 30. Болтов Р. В., Карелин О. И., Семашко А. В. Сбалансированность развития территорий // Евразийский союз ученых. 2016. № 4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sbalansirovannost-razvitiya-territoriy> (дата обращения: 23.03.2022).
 31. Слатвицкая И. И. Ценовые индикаторы сбалансированности регионального воспроизводства // Пространство экономики. 2006. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsenovye-indikator-y-sbalansirovannosti-regionalnogo-vozproizvodstva> (дата обращения: 23.03.2022).
 32. Ткаченко Ю. Г. Определение влияния воспроизводства на комплексное социально-экономическое развитие региона // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 10-1. С. 64–68. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=4053> (дата обращения: 23.03.2022).
 33. Барабаш Д. А. Совершенствование инструментария оценки сбалансированности регионального развития : дис. ... канд. экон. наук. М., 2014.

34. Управление сбалансированным развитием территориальных систем: вопросы теории и практики / ред. кол.: академик А. И. Татаркин (руководитель), д.э.н., проф. А. Ю. Даванков, д.э.н., доц. Г. Н. Пряхин, д.э.н., проф. В. В. Седов, к.э.н., проф. А. Ю. Шумаков. Челябинск : ЧелГУ, 2016. 295 с.

References

1. Myakshin V.N., Pes'yakova T.N., Myakshina R.V. Balance and proportionality of socio-economic development of the region as the implementation of the regulatory management function. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional economy: theory and practice*. 2015;(22):31–41. (In Russ.)
2. Tatarkin A.I., Tatarkin D.A. Self-development of regions in the context of federal relations. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial economics*. 2008;(4):60–70. (In Russ.)
3. Vidyapin V.I., Stepanov M.V. (eds.). *Regional'naya ekonomika: uchebnik = Regional economics : textbook*. Moscow, 2007. (In Russ.). Available at: <http://www.smartcat.ru/RegionEconomic/RegionalnayaEkonomika.shtml> (accessed 17.08.2021).
4. Granberg A.G. Is the disintegration or contraction of Russia possible? *Region: ekonomika i sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*. 2011;(2):9–18. (In Russ.)
5. Kleyner G.B., Rybachuk M.A. Systemic balance of the Russian economy. Regional section. *Ekonomika regiona = The economy of the region*. 2019;15(2):309–323. (In Russ.)
6. Risin I.E. *Strategicheskoe planirovanie regional'nogo razvitiya: sovremennaya praktika, napravleniya sovershenstvovaniya : monografiya = Strategic planning of regional development: modern practice, directions of improvement : monograph*. Moscow: RUSAYNS, 2016:86. (In Russ.)
7. Risin I.E., Treshchevskii Yu.I. (eds.). *Politika sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov = The policy of socio-economic development of regions*. Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2002:240. (In Russ.)
8. Kleyner G.B. Stability of the Russian economy in the mirror of systemic economic theory. *Voprosy ekonomiki = Economic issues*. 2015;(12):107–123. (In Russ.)
9. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Rezolyutsiya, prinyataya General'noy Assambleey OON, 25.09.2015 goda = Resolution adopted by the UN General Assembly, 25.09.2015*. (In Russ.). Available at: <https://documents-ddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement> (accessed 17.06.2022).
10. Malkina M.Yu. Assessment of the sustainability of the development of regional economies based on Mahalanobis distances. *Terra Economicus*. 2020;(18):140–159. (In Russ.). doi:10.18522/2073-6606-2020-18-3-140-159
11. Barinova V.A., Zemtsov S.P. Inclusive Growth and Regional Sustainability of Russia. *Regional Research of Russia*. 2020;10:10–19. doi:10.1134/S2079970520010025
12. Rahma H., Fauzi A., Juanda B., Widjojanto B. Development of a Composite Measure of Regional Sustainable Development in Indonesia. *Sustainability*. 2019;11:5861. doi:10.3390/su11205861
13. Glazyrina I.P., Lavlinskii S.M. Economic and ecological models in Russia's mining sector. *Regional Research of Russia*. 2017;7:180–187. doi:10.1134/S2079970517020034
14. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment. *Sustainability*. 2020;12:6424. doi:10.3390/su12166424
15. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. Elaboration of a Mechanism for Sustainable Enterprise Development in Innovation Ecosystems. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*. 2020;6:95. doi:10.3390/joitmc6040095
16. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N. Approach to the Formation of an Innovation Portfolio in Industrial Ecosystems Based on the Life Cycle Concept. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*. 2020;6:151. doi:10.3390/joitmc6040151

17. Aganbegyan A.G. Two main challenges facing Russia: to reduce catastrophically high mortality while restoring the safety of the people and the transition to sustainable socio-economic growth. *Ekonomicheskoe vrozozhdenie Rossii = The economic revival of Russia*. 2022;(1):14–30. (In Russ.). doi:10.37930/1990-9780-2022-1-71-14-30
18. Bobylev S.N., Porfir'ev B.N. Sustainable development of the largest cities and megacities: factor of ecosystem services. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika = Bulletin of the Moscow University. Series 6. Economics*. 2016;(6). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitiie-krupneyshih-gorodov-i-megapolisov-faktor-ekosistemnyh-uslug> (accessed 12.07.2022).
19. Aganbegyan A.G., Klepach A.N., Porfir'ev B.N. et al. Postpandemic recovery of the Russian economy and transition to sustainable socio-economic development. *Problemy prognozirovaniya = Problems of forecasting*. 2020;(6). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/postpandemicheskoe-vosstanovlenie-rossiyskoy-ekonomiki-i-perehod-k-ustoychivomu-sotsialno-ekonomicheskomu-razvitiyu> (accessed 12.07.2022).
20. Ivanov V.V. *Gumanitarno-tehnologicheskaya revolyutsiya kak global'nyy vyzov = Humanitarian and technological revolution as a global challenge*. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/gumanitarno-tehnologicheskaya-revoljutsiya-kak-globalnyy-vyzov> (accessed 23.03.2022).
21. Foster K.A. *A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience. Working Paper 2007-08*. Berkeley: Institute of Urban and Regional Development, University of California, 2007.
22. Gruznevich E.S. Development, sustainable development and balanced sustainable development and their interrelation at the regional level: terminological aspects. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya = Russia: trends and prospects of development*. 2017;(12-2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiie-ustoychivoe-razvitiie-i-sbalansirovannoe-ustoychivoe-razvitiie-i-ih-vzaimosvyaz-na-urovne-regiona-terminologicheskie-aspekty> (accessed 12.07.2022).
23. Korchak E.A. Trends and problems of sustainable balanced development. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*. 2020;(3):60–65. (In Russ.). Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42700> (accessed 14.06.2022).
24. Geiev A.M. *Research and evaluation of sustainable balanced development of the economy of the region*. PhD dissertation. Stavropol', 2011. (In Russ.)
25. Tatar'kin A.I., Doroshenko S.V. Region as a self-developing socio-economic system. *Ekonomika regiona = The economy of the region*. 2011;(1):15–23. (In Russ.)
26. Gorbunov Yu.V. The concept of sustainable development in economics and management. *Vestnik universiteta = Bulletin of the University*. 2013;(12). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-ustoychivogo-razvitiya-v-ekonomike-i-upravlenii> (accessed 12.07.2022).
27. Litvinov D.A. *Management of balanced development of the region on the basis of harmonization of program and project approaches*. PhD dissertation. Voronezh, 2018. (In Russ.)
28. Granberg A.G. Economics and Sociology of Space. *Ekonomicheskoe vrozozhdenie Rossii = The economic revival of Russia*. 2010;(4):55–57. (In Russ.)
29. Mamleeva E.R., Sazykina M.Yu., Trofimova N.V. Methodology for assessing the unbalance of a municipal formation. *Vestnik evraziyskoy nauki = Bulletin of Eurasian Science*. 2019;(6). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-sbalansirovannosti-munitsipalnogo-obrazovaniya> (accessed 23.03.2022).
30. Boltov R.V., Karelin O.I., Semashko A.V. Balanced development of territories. *Evraziyskiy soyuz uchenykh = Eurasian Union of Scientists*. 2016;(4-1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sbalansirovannost-razvitiya-territorii> (accessed 23.03.2022).
31. Slatvitskaya I.I. Price indicators of the balance of regional production. *Prostranstvo ekonomiki = Space of Economics*. 2006;(2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsenovye-indikatory-sbalansirovannosti-regionalnogo-vosproizvodstva> (accessed 23.03.2022).

32. Tkachenko Yu.G. Determining the impact of reproduction on the complex socio-economic development of the region. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2013;(10-1):64–68. (In Russ.). Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=4053> (accessed 23.03.2022).
33. Barabash D.A. *Improving the tools for assessing the balance of regional development*. PhD dissertation. Moscow, 2014. (In Russ.)
34. Tatarkin A.I. (ed.). *Upravlenie sbalansirovannym razvitiem territorial'nykh sistem: voprosy teorii i praktiki = Management of balanced development of territorial systems: questions of theory and practice*. Chelyabinsk: ChelGU, 2016:295. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Лейла Айваровна Гамидуллаева
доктор экономических наук, доцент,
заведующий кафедрой маркетинга,
коммерции и сферы обслуживания,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

Leyla A. Gamidullaeva
Doctor of economical sciences,
associate professor,
head of the sub-department of marketing,
commerce and service sector,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Екатерина Сергеевна Грошева
старший преподаватель кафедры
информационных систем
и цифровых технологий,
Пензенский казачий институт
технологий (филиал) Московского
государственного университета
технологий и управления
имени К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет)
(Россия, г. Пенза, ул. Гагарина, 11а, к. 12)
E-mail: e.yudina@outlook.com

Ekaterina S. Grosheva
Senior lecturer of the sub-department
of information systems
and digital technologies,
Penza Cossack Institute
of Technology (branch)
of the K. G. Razumovsky
Moscow State University
of Technologies and Management
(First Cossack University)
(12 building, 11a Gagarina Street,
Penza, Russia)

Ольга Алексеевна Белоградова
магистрант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: olga.belogradova@yandex.ru

Olga A. Belogradova
Master degree student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Дмитрий Николаевич Шевченко
аспирант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: dmitijsevchenko07928@icloud.com

Dmitriy N. Shevchenko
Postgraduate student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 26.07.2022

Поступила после рецензирования/Revised 27.09.2022

Принята к публикации/Accepted 26.10.2022

ECONOMIC FEASIBILITY OF SUSTAINABLE INNOVATIONS

R.D. Doszhan¹, A.S. Zhuparova²,
A.K. Kozhakhmetova³, L.N. Semerkova⁴

^{1, 2, 3} Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

⁴ Penza State University, Penza, Russia

¹ raiguldos2011@gmail.com, ² aziza_z@mail.ru,

³ aselekdream@gmail.com, ⁴ semerkova55@yandex.ru

Abstract. *Background.* The theme of sustainability is widely supported in Kazakhstan at the state level and by large national companies, however, for medium and small enterprises this area requires awareness. Companies do not always understand the value of sustainable development innovations and how they can be effectively managed. This research describes the experiences of 7 organizations and, in particular, their efforts to introduce sustainable-driven innovations in Kazakhstan. This article is aimed at a study of medium and small companies in Kazakhstan that focused on the development of sustainable development innovations and reveal the barriers to development. *Materials and methods.* The study uses a qualitative research method, which is based on collecting and analysing qualitative data from semi-structured interviews. *Results.* Research results reveal that only 18 % of those surveyed were supported financially by government assistance. In addition, 87 % of respondents were faced with market and development barriers. 2 of investigated enterprises show 1st level of maturity while 5 of them correspond to the requirements of the 2nd level. *Conclusions.* The set of recommendations based on the modified Adams et al model will contribute to the creation of a sustainable development policy for small and medium-sized enterprises.

Keywords: sustainable development, sustainable development innovations, company management, development barriers, environmental sustainability

Acknowledgments: the data for the publication were collected with the financial support of the grant project AP08053346 "Research of sustainable development innovations from the point of view of their economic feasibility and building effective enterprise management in the Republic of Kazakhstan".

For citation: Doszhan R.D., Zhuparova A.S., Kozhakhmetova A.K., Semerkova L.N. Economic feasibility of sustainable innovations. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):42–59. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИННОВАЦИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Р. Д. Досжан¹, А. С. Жупарова²,
А. К. Кожакметова³, Л. Н. Семеркова⁴

^{1, 2, 3} Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан

⁴ Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ raiguldos2011@gmail.com, ² aziza_z@mail.ru,

³ aselekdream@gmail.com, ⁴ semerkova55@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Тема устойчивого развития широко поддерживается в Казахстане на государственном уровне и крупными национальными компаниями, однако для средних и малых предприятий эта область требует осведомленности. Компании не всегда понимают ценность инноваций в области устойчивого развития и то, как ими можно эффективно управлять. В этом исследовании описывается опыт семи организаций и их усилия по внедрению инноваций, основанных на устойчивом развитии, в Казахстане. Проводится исследование средних и малых компаний Казахстана, которые сосредоточились на разработке инноваций в области устойчивого развития и выявили барьеры на пути развития. *Материалы и методы.* Используется метод качественного исследования, который основан на сборе и анализе качественных данных из полуструктурированных интервью. *Результаты.* Результаты исследования показывают, что только 18 % опрошенных получили финансовую поддержку от правительства. Кроме того, 87 % респондентов столкнулись с рыночными барьерами и барьерами развития. Два исследованных предприятия демонстрируют 1-й уровень зрелости, в то время как пять из них соответствуют требованиям 2-го уровня. *Выводы.* Набор рекомендаций, основанный на модифицированной модели Адамса и др., будет способствовать созданию политики устойчивого развития для малых и средних предприятий.

Ключевые слова: устойчивое развитие, инновации устойчивого развития, управление компании, барьеры развития, экологическая устойчивость

Финансирование: данные для публикации были собраны при финансовой поддержке грантового проекта AP08053346 «Исследование инноваций в области устойчивого развития с точки зрения их экономической целесообразности и построения эффективного управления предприятием в Республике Казахстан».

Для цитирования: Досжан Р. Д., Жупарова А. С., Кожаметова А. К., Семеркова Л. Н. Экономическая целесообразность инноваций устойчивого развития // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 42–59. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-3

Introduction

The development of more effective approaches to the use of natural resources, including energy, water, and fuel will contribute to the formation of an era of fundamentally new economic development (Porter & Kramer (2006), Prahalad (2009), Hart (1995, 2007), and Brown (2011)). The UN in its reports indicates the importance of greening the economy as the engine of the new Millennium. The World Business Council for Sustainable development's (WBCSD) program 2050 also focuses on promoting business through sustainable development innovations and a holistic transformation of the enterprise management system from raw material supply to finished products.

Thus, environmental sustainability has become a visual problem globally. According to reports of the Worldwide Fund for Nature (Tucker et al., 2010), the scale of consumption of natural resources in the world, especially in countries with developing economies, is becoming so large that to meet the needs of the population of the earth by 2050, a new planet will be needed. Governments and States around the world understand that the use of natural resources needs to change. Those companies that have responded to the call from states to implement sustainable development innovations (sustainability-led innovation) have already noted significant positive changes. Process and product innovations aimed at saving natural resources, waste processing, lean attitude to all types of costs bring significant economic benefits to the company. According to experts, the global market of

green products and services is estimated today at 3.2 billion undeveloped dollars. In other words, sustainable development innovations are not only important for the preservation of the natural balance but also useful for enterprises as new business models.

Due to the relative newness of sustainable business ideas in developing countries (Cherkasova & Rasadi, 2017), there is a lack of studies about sustainable innovations of small and medium-sized companies in such countries. Despite the fact that the world at the highest level discusses the need for sustainable development – at the level of enterprises remain unsolved questions about how to transfer business management in the green sphere.

At the moment, in countries with developing economies, the theory of business process management in general and innovation management, in particular, is largely based on foreign literature and the best foreign practices of developed countries. The theory presented in foreign textbooks is based on the study of the experience of international companies such as Microsoft, Apple, Ford, Nestle, Coca-Cola, and similar. The experience of developed countries and advanced companies is certainly important for studying the basic foundations of business management. However, the promotion of national enterprises and the training of national personnel is not always possible on the basis of foreign experience, as the realities and the level of economic development of international companies do not always correspond to national opportunities. It should be noted that Kazakhstan has its own advanced innovative companies, the experience of which should be described and used in business practice. The study surveyed Kazakhstani companies that were among the first to introduce sustainable development innovations in the Republic. In addition, the activities of these enterprises meet the main directions of the Concept of Kazakhstan for the transition to a "green" economy. These companies have an experience that is important to study, analyze, summarize, and present in a theoretical model and methodological recommendations for the development of other companies in Kazakhstan.

It should also be noted that today the world is interested in innovation from emerging economies. In light of the theory of Reverse innovation (Govindarajan & Euchner, 2012), Jugaad innovation (Radjou et al., 2012), and The Lean Start-Up (Ries, 2011) – the experience of companies engaged in innovation in countries such as Kazakhstan, is particularly relevant. Foreign researchers wonder what technologies and innovative ideas are emerging in emerging economies and whether reverse technology transfer is possible. How processes are built in innovative companies of countries with developing businesses when resources are limited and you have to improvise. What can be learned from the leading enterprises of Kazakhstan, which have developed their own approaches to the management of sustainable development innovations (sustainability-led innovation).

It should be noted that for Kazakhstan it is important to study the application of innovations in the field of sustainable development at the enterprise level. In Kazakhstan, all enterprises are involved in the public sector, which makes it difficult to develop sustainable innovations as in developed countries.

Therefore, the main goal of the study is to analyze the implementation of sustainable innovations at enterprises in Kazakhstan and to reveal the barriers to the development.

More specifically, this study contributes to the literature in several ways: First, to learn about sustainable innovation development in enterprises in Kazakh-

stan. Second, to identify the barriers to the development of sustainable innovations in this country. Third, to measure the maturity level of sustainable innovations in Kazakhstani SMEs and to reveal how to improve sustainable innovation development according to a theoretical model by Adams et al. (2016).

The rest of the study is organized as follows: Section 1 introduces the relevance and goals of the study. Section 2 presents the theoretical background for the study. Section 3 explains the methodology of the research. Section 4 contains the results and discussion. The conclusion of the study summarizes the results and shows the direction for further research.

Literature review

The concept of sustainable development was introduced into business in the so-called Brundtland report, published by the United Nations (Brundtland, 1987). Sustainable development is defined in the report as "meeting current needs without compromising the needs of future generations". Currently, the topic of sustainable development innovations is discussed in foreign literature by various authors (Bradbury & Clair, 1999; Cowell et al., 1999; Freeman et al., 1973; Hart, 1995; Toscher et al., 2020).

Meadows & Randers (2012) in research "The limits to growth" argued that in many areas we had "overshot" our limits, or expanded our demands on the planet's resources and sinks beyond what could be sustained over time. The main challenge identified in *Beyond the Limits* was how to move the world back into the sustainable territory. Perez-Carmona (2013) noted that the common argumentative line was that technological progress and the market mechanism could prevent scarcity and pollution from constituting a substantial limitation on long-term economic growth. According to Freeman et al. (1973) annual 2 % improvement in technological progress would postpone collapsing indefinitely. To avoid these results pollution control must obviously be competitive with growth rates of pollution and consumption so that even if the rapid growth will be rapid it will be balanced (Freeman et al., 1973).

Therefore, the role of sustainable development of companies is certainly important. Earlier Hart (1995) proposed that strategy and competitive advantage in the coming years will be rooted in capabilities that facilitate environmentally sustainable economic activity—a natural-resource-based view of the firm. Furthermore, the transformation of an organization's ability to innovate and excel was enacted in *The Natural Step*, where an entrepreneurial organization that has significantly advanced the movement toward environmental sustainability in Sweden (Bradbury & Clair, 1999).

There is evidence in the literature that since the early 1990s, the mining industry has shown increasing interest in social and environmental issues and it has been seeking ways to integrate the challenges of sustainability into its core business practices (Hilson & Murck, 2000). Cowell et al. (1999) noted that in recent years mining industry has attempted to address its social and environmental responsibilities. So sustainable development has been included in the agendas of the mining industry (Cowell et al., 1999), and various national and international initiatives have developed frameworks for sustainability.

The management of knowledge and technology for sustainable production has been discussed in a report for the European Commission (Jansson & Phaal, 2002; Phaal et al., 1999). This report reviews the contribution that technology and

technology management can make toward the transition to more sustainable modes of production. According to (Senge et al., 2001), true learning organizations stand out by championing business models that foster sustainable growth. There is evidence that there are signs of increasing convergence between the concepts of organizational learning and sustainability. So the only long-term and sustainable competitive advantage of a learning organization is the ability to meet the challenges of the tri-dimensional triple-bottom-line approach to sustainable development. Therefore, a comprehensive definition of enterprise sustainability implies that it is the "conceptualization, development and production of goods and services that meet the needs of the current generation but do not reduce the economic, social and environmental opportunities in the long term" (Paramanathan et al., 2004).

A Group of authors also note the importance of a sustainable environment. For example, Porter & Kramer (2006) argue that not only do people from surrounding society hold organizations accountable for their actions but so do the media, governments, and activists as well. Moreover, other authors provide numerous examples of business model innovation for sustainability (Biggs et al., 2015; Chouinard & Stanley, 2012; Esty & Winston, 2009; Manning et al., 2011; Senge et al., 2001; Tukker et al., 2010).

However, despite the fact that the number of articles seems significant, publications are examples from practice on the topic. At the same time, there is a significant deficit in terms of basic research and generalizing theoretical models. In this regard, for example, Silvestre & Țircă (2019) emphasize that "it is important to identify and assess the boundaries and factors behind novel sustainability perspectives such as Sustainable Innovation 2.0 and its "double bottom line" approach in terms of refining them and testing them empirically". For further research projects on the topic, authors Yuan & Zhang (2020) propose to focus on research on "relationships between flexible environmental policies and technological innovation, technological innovation, and industrial sustainable development".

According to Global Sustainable Development Report (Messerli et al., 2019), developed countries need to change their production and consumption patterns, including limiting the use of fossil fuels and plastics, and encouraging public and private investments that align with the SDGs. But the situation for developing countries, where the main goals include stronger social protection floors is needed to ensure food security and nutrition.

For many years, Kazakhstan has been working in this direction: the year of "Environmental Protection" was declared, the Environmental code was adopted, the Council for sustainable development was established, the partnership program "Green bridge" was launched, and various government programs were adopted, etc. One of the key points can be considered the Message of the President to the people of Kazakhstan in the new Strategy "Kazakhstan-2050", where the Government was tasked with the transition from a "brown economy" to a "green economy". A Concept for the transition to a "green" economy was developed and signed on May 30, 2013. First of all, the Concept presents a list of priorities, mainly aimed at reforming certain sectors of the economy and laying the Foundation for deep systemic changes in order to transition to a new formation of the economy while minimizing the burden on the environment and the degradation of natural resources. Despite there being made steps towards sustainable development in 2019 on the realization of the 2030 Agenda sustainable development goals ranks Kazakhstan in 77th place out of 162 countries. Most of the post-soviet countries such as Estonia (10th place), Slovenia (12th place), Belarus (23rd place), and Latvia (24th place) received better results in achieving sustainable goals.

According to estimates, by 2050, in Kazakhstan, the transformation of the "green economy" will further increase GDP by 3 %, create more than 500 thousand new jobs, create new industries and services, and provide high standards of quality of life for the population everywhere. To date, a high rate of transformation in the field of public policy has already been set. "Strategy – 2050" and other strategic policy documents set ambitious goals: the share of alternative and renewable electricity should reach 50 % by 2050, and in energy efficiency, there is a task to reduce the energy intensity of GDP by 25 % by 2020 compared to the initial level of 2008; in agriculture, the task is to raise the productivity of agricultural land by 1.5 times by 2020; reduction of the current level of carbon dioxide emissions in the electric power industry to 40 % by 2050; 100 % coverage of the population with the removal of solid waste and bringing the level of recycling to 50 % by 2050. Achieving these goals will require a significant change in the existing trajectory of development of the economy of Kazakhstan, which proves the relevance of the research topic.

Methodology

Research model

The model of C. A. Adams (2013) (Fig. 1) was used as a theoretical basis. This model builds the logic and structure of the study on the management of sustainability-led innovation of innovative companies in Kazakhstan.



Fig. 1. Sustainable innovation development conceptual model Source: developed by the authors and concept adopted from Adams et al. (2013)

Following C. A. Adams (2013), the study developed a conceptual model that describes the sustainable-innovation development process in Figure 1. The model is based on three different stages. Stage 1 explains the operational level of the company, which is characterized by incremental improvements towards sustainability, such as increasing the energy efficiency of processes or recycling products with improved resource efficiency. Most organizations that introduce innovations such as environmental efficiency can be characterized as "first-tier organizations". The second stage

of the SOI model focuses on sustainability at the organizational level, considering not only new products and services but also creating value. This can be both autonomous innovation activities at the department or divisional level, and activities at the company and stakeholder level. A typical example would be a firm's transition from a product-based business model to a service-based business model.

The third stage of SOI has the following context: the "ideal state", which probably could not exist without changes in non-organizational institutions and factors; that is, national policy, legal, macroeconomic, regulatory, etc. The third level of SOI goes beyond creating new products and services, focusing on system-wide innovation that affects the company, its suppliers, the market, and other institutions.

Data collection and research sample

In order to explore the development of sustainable innovations, this study uses a qualitative research method, which is based on collecting and analyzing qualitative data from semi-structured interviews (Gill et al., 2008; Gioia et al., 2013; Silverman, 2005; Smith et al., 1994). Specifically, were conducted an interview survey from seven enterprises located in three regions of Kazakhstan: Almaty, Atyrau, and Shymkent. The choice of enterprises is based on their innovative activities in the field of sustainable innovation development and the development of a green economy.

In order to collect the primary data from surveys and interviews, the study develops questionnaires that are based on previous research. The developed questionnaire and the interview conducted meet all ethical standards.¹ In the first round, questionnaires were sent to 152 enterprises, and 32 out of 152 responded to the questionnaire. The last question of the survey was "would you like to participate in the interview" and 8 enterprises out of 32 responded positively. Finally, the study got one respondent (interviewee) from each except 2 from 2 enterprises. Table 1 provides details about each enterprise and its profile.

The main purpose of the survey was the following:

- 1) assess the development of sustainable principles and their impact on the development of Kazakhstani enterprises;
- 2) select enterprises that apply sustainable development innovations for further in-depth research.

The survey was organized on the Google Docs platform, from 09/12/2020 to 09/28/2020. As a result, responses were received from 31 respondents. Descriptive analysis, regression analysis and Pearson's Chi-square were used as the method of processing the questionnaire.

Methods of expert assessments were conducted through interviews based on protocols developed separately for senior, middle and lower management. Depending on the size of the company, it is expected to collect from ten to fifteen interviews lasting from 1 to 2 hours each.

Finally, 7 companies were chosen for case study analysis. Each case (object of research) is based on interviews with senior, middle, and lower management of

¹ All participants were informed in advance that the research is purely voluntary. The collection of personal data was carried out in accordance with the legislation of the Republic of Kazakhstan in force in this area. Approval was received for conducting a qualitative and quantitative study from the Ethics Committee of Al-Farabi KazNU No. 2513 dated 13.08.2020.

the company. Interviews were recorded on tape, with the consent of the interviewees. All interviews were transcribed and translated into English. The main results of the primary data collection were translated into English and analyzed using Nvivo10 software.

Table 1

Research Sample Details (enterprises profile)

Name of company	Size (SML?)	Interviewee profile (age range, position etc)	Number of respondents
NGO "Origins of Good"	Medium	Director	1
LLP "Magnum Cash & Carry"	Large	CFO	1
AIFC	Large	Chief Manager	1
Kuntech LLP	Small	Director	1
Uly Dala LLP	Small	Director, Project Manager	2
Kazakh National University named after al-Farabi	Large	Vice-rector	1
Center for Green Technologies "Arnasay"	Small (15 employers)	Director	1

Thus, it is planned to conduct a fundamental study of these seven well-known Kazakhstani enterprises that are actively implementing sustainable development innovations, based on the model of Adams et al. (2013, Fig. 1) in accordance with the Concept of the transition of the Republic of Kazakhstan to a "green economy". Based on the results of data collection, it was planned to describe the processes of sustainable development innovation management (sustainability-led innovations) in the companies selected for research using case study methods (Eisenhardt et al., 2016; Yin, 2003) and other qualitative approaches (Silverman, 2005; Smith et al., 1994).

Results and discussion

Analysis of Kazakhstani practice of sustainable innovation management

The gradation by the number of employees showed that the majority of the respondents who took part in the survey turned out to be small organizations with up to 100 people, but there were also large organizations with a small share of participation, which had 1000 or more employees. This fact shows that small and medium-sized enterprises are more flexible than large companies in adopting sustainable principles. During the survey, representatives of small organizations were open and showed interest in participating at all stages of the project, which facilitated the process of organizing the survey. The participation of the state among the respondents was about 10 %, and the share of private capital exceeded eight times. The answers to the questions "is the company creating a sustainable environment" and "is their sustainable development moving" answered approximately the same, thus about 90 percent of the respondents understand and accept the problems and principles of sustainability in their activities. The same segment of enterprises assessed the impact of the transition to sustainable development positively. For the

rest about 10 percent, sustainability is not the main driving force. If we consider the survey participants by industry, more than half of the respondents belong to the service sector. Producers took one third, the rest came from trade, NGOs took a small share.

Most of the respondents belong to private organizations of small or medium-sized businesses. If half received support from external funds, the rest is supported by its own funds. Organizations that received government support noted the special role of funding research projects, State programs "Rukhani Zhandyru", "Kazakhstan 2030"; Concept for the transition to "green" technologies, the Initiative of the First President of the Republic of Kazakhstan N. Nazarbayev "Green Economy"; projects "Green bridge through generations", "10 theses on new paradigms to ensure sustainable development and human security" President of the Republic of Kazakhstan K.K. Tokayeva, "Sanaly urpak-zharkyn bolashak", the introduction in some regions of the practice of waste distribution and the culture of environmental preservation, the development of a new environmental code. The influence of government initiative can be considered as one of the factors contributing to the development of an innovative sustainable company. This statement was confirmed in the question of the factors that influenced the development of sustainable innovation. The factors were grouped according to the nature of the responses.

The current trend (including one's own desire to care for the environment) on sustainability was reflected in the decision of 52 % of the respondents. 18 % of those surveyed decided to establish a sustainability model with government assistance. While resource conservation led to the sustainability of 4 % of companies, the laws of competition dictated 18 % of respondents to conduct business with sustainability in mind.

Along with an optimistic view of government initiatives in support of sustainability, there are respondents who point to factors that hinder the development of sustainability such as bureaucracy, lack of awareness, and lack of information. This is 37 % of respondents who believe that the state does not support or insufficiently supports the sustainability of companies.

As the analysis shows, in general, the respondents give a positive assessment of their practice of transition to sustainable development. However, there are several companies that are neutral. The development of innovative products and technologies was reflected in the answers of half of the respondents, the rest acquire the current model and adapt it to their practice. Among them were companies that are both developing and adopting sustainability practices. About 10 % of respondents are not involved in development and acquisition, as this is due to a lack of funds for such work. Sustainable development companies indicated (75 % of respondents) that they reward their suppliers for being green and caring for the environment. This initiative is reflected in the requirements for packaging that minimize risks to the environment, in the requirements for the quality of goods, and in the disposal of substandard or expired products in accordance with the sanitary norms and rules that are laid down in contracts.

In the 21st question of the questionnaire, respondents shared a number of alternative ways of doing business. According to the respondents, the working models are the introduction of "green" technologies, renewable energy sources and solar dryers, drip irrigation, spiritual practices, remote operation, the introduction of separate waste collection and delivery to collection points, automated business processes based on the principle of self-management, e-commerce, online ordering of goods and delivery, sales by phone or through your own website, market place-

ments, use of the experience of industry leaders, b2c, customization, affiliate programs, and remote work during quarantine.

In general, companies are satisfied with their activities since the introduction of sustainable development innovations, but only 9 % (2 respondents) were dissatisfied. However, according to the survey, one of them received a good financial result and indicates an increase in the company's performance. Negative answers from the second respondent regarding financial results and development, in general, may be related to the organizational form of his activities, not related to financial transactions.

It is noteworthy that not a single respondent assessed negatively the dynamics of changes in activity over the past 3 years, on the contrary, the answers were positive. The responses of the surveyed organizations were in the following key: the level of sales and assortment increased, the quality of products improved, the geography expanded, the number of tree planting and promotion of the product, as well as the image, increased, employees became more literate in the field of tourism and environmental initiatives, communication with partners has become stronger, new proposals have appeared, new awards have been received, large socially significant projects have been implemented, some companies declared themselves to be organizers of significant sessions at major venues like AEF-2018, 2019, as well as a number of international events at EXPO -2017 and others.

As a result, the data obtained from the interviews will be processed and the results of the descriptive analysis will be applied in the development of a model of innovation for sustainable development at Kazakhstani enterprises. In addition, a causal logistic regression model was built, which shows which of the questionnaire questions affect the key research question that determines the intention of companies to engage in the sustainable development of their activities.

Table 2

Sustainable innovation practice

Question	Answer	
	Yes	No
Attributes of sustainable innovation		
Economical to practice Sustainable innovation (%)	30 %	70 %
Is the practice of sustainable development driving the development of your company?	90 %	10 %
Can you tell us how the changes in business and the transition to sustainable development affected positively the development of your company?	76 %	23 %
Does your company develop innovative green technologies and processes by itself?	90 %	10 %
Do you encourage your suppliers to be environmentally friendly by offering them incentives (for example, investing in technology development to develop sustainable practices)?	71 %	29 %
Are you using alternative working conditions for your employees, such as telecommuting, for travel time, travel costs, and energy consumption?"	78 %	22 %
Your company's performance has changed for the better since the introduction of sustainable innovation practices [successful development of radically new or significantly improved products or services]	90 %	10 %

Based on the interview with these companies, were found the following results:

- developing new green products or services, or improving existing ones and encouraging suppliers to take care of the environment have a positive effect on working towards a sustainable society, environment, and business;
- the practice of sustainable development is the driving force behind the development of such.

Factors affecting the development of an innovatively sustainable environment and the model of sustainable development innovations at Kazakhstani enterprises.

The analysis of the results of the survey of 31 respondents and the analysis of the cases of the selected 8 sustainable companies made it possible to identify the factors that hinder the development of sustainable innovations. When structuring the factors, the main areas of barriers are clarified and attention should be paid to them when initiating regulatory acts and stimulating a business environment focused on sustainable development innovations. These factors are indicated in Table 3. Along with these factors, the results of the analysis of expert data made it possible to identify positive factors contributing to the development of innovation sustainability among enterprises. There are few such factors, but they are solid, and they tirelessly stimulate companies to create a business environment, forming rational and effective cases for the good of society and the achievement of personal goals. Private investment and government support under various programs and projects can be identified as the main drivers of sustainability. The global trend (including one's own desire to care for the environment) significantly affects the implementation of innovative sustainable business projects.

Table 3

Identified barriers to the development of sustainable innovation

Systemic factors	Barriers to sustainable innovation
1. State-regulated factors	No penalties for instability
	Insufficient incentives from the state
	Bureaucracy and indifference to the problems of sustainability of local administrative structures
	Weak legal framework regulating sustainable development
	Lack of financing instruments for sustainable development
2. Factors dictated the market	Import and smuggling of harmful products and technologies into the country
	Market competition
	Macroeconomic instability of the economy
	Weak demand for sustainable goods
3. Development factors	Underdeveloped infrastructure for sustainable projects
	Lack of radical innovation in product and process development
	Low return on sustainable products and processes
	Lack of competent specialists in this area
	Various risks manifested in the course of work
4. Communication factors	Low public awareness
	Lack of promotion of sustainable development and necessary information

A theoretical review of the relevant literature, the study of foreign experience, the designation of the research concept, then the systematization and generalization of the results of the analysis, the description of cases, the analysis of factors, i.e., the combination of these actions creates an understanding around the current model of sustainable development of domestic enterprises based on an innovative component. Kazakhstan's practice of sustainability still has to struggle with the modern challenges and realities of the country's economic development. In order for the global agenda to be reflected in solving local problems, the global trend toward sustainability and rational consumption of resources has become a common practice in domestic enterprises. Successful innovation-driven sustainability models should be adapted.

As mentioned in the theoretical part of the study, while developing a model of innovation for sustainable development, the study relied on the research of Adams (2013), who studied more than 20 models of sustainable development focused on innovation (Fig. 1). The study consisted of a comprehensive and detailed analysis of sources that allowed us to determine what kind of innovative activities enterprises are implementing in order to become sustainable. According to the model developed by the research, companies can group their innovations according to three dimensions. These are parameters such as the focus of innovation on technology or the needs of society, the company's assessment of its relation to society, and the degree of innovation diffusion within the company.

Enterprises can use this model to assess innovative products and technologies, as well as ongoing activities, taking into account individual developments or the organization as a whole. The sustainable development model consists of three stages. In the first stage, the company makes small adjustments to its business model with a focus on social and environmental issues, thereby reducing the harmful effects on the environment as a result of its activities. The second stage involves the development of new products and technologies for the needs of society or for the benefit of the environment, which fits the description of the "good deeds" model. The third stage of sustainable enterprise, being part of the ecosystem, solves systemic issues, thereby bringing benefits and changing society for the better.

If the study ranks the companies under study according to this model, the result will show different levels of innovation activity, from insignificant to radical forms, showing the degree of maturity of innovation initiatives depicted in Table 4.

Table 4

Maturity model for innovation based on sustainable development

Level Maturity	Name	Characteristics of innovation	Practice examples
1	2	3	4
0	Passive / Lack of innovative activity	No activity or 'cosmetic' statements of intent based on public relations	–
1	Improving innovation	Concept-based innovation, waste disposal, reduced footprint of existing processes, increased efficiency	Compliance with regulations, adherence to regulations such as FSC Greening, green processes

End of the Table 4

2	Opportunity Driven Innovation / New Products / Processes	Development of new products, processes, and services that open up an innovation space	New technologies, solar
3	System-level innovation	Creation of new models at the system level that contributes to other fields.	Flora re-proclaims itself as an integrated 'green' company

Further, the data of the surveyed companies were inserted on the map as shown in Table 5. The results of the analysis showed that no organization corresponds to the zero level of innovative activity, i.e. the lack of innovative activity was not revealed in any of them, which proves the correctness of our choice. Three projects of Kuntech LLP and Magnum Cash & Carry LLP meet the first maturity level, improving their innovations on the way to sustainable development.

Table 5

Map of the maturity degree and SDG compliance of innovative projects

Maturity level	Company	Description of necessary activities
0	–	–
1	Kuntech LLP Magnum Cash & Carry LLP	Radical changes, including the redefinition of core business policy focused on causing less harm to the environment, and green strategy development
2	Center for Green Technologies "Arnasay", NGO "Origins of Good", AIFC, Uly Dala LLP, Al-Farabi KazNU	Development of new supportive directions and opportunities for the creation of green products, processes, and services that open up an innovation space. Strengthening sustainable values of stakeholders

Thus, for Kuntech LLP and Magnum Cash & Carry LLP business model changes are a more important element for the transition from the first to the second level of maturity.

From a policy perspective, for the Center for Green Technologies "Arnasay", NGO "Origins of Good", AIFC, Uly Dala LLP, and Al-Farabi KazNU it is important to focus on an organizational transformation strategy that involves collaborating with immediate stakeholders in vertical integration along the value chain to mutually create value through new products, services, or business models. These activities may help to listed above companies to increase their maturity level from 3 to 4 and manage sustainable innovations in a proper manner.

Conclusion

Based on the results of the study of all seven research objects, the maturity level of sustainable innovations was measured. 2 of these companies show the 2nd

level of maturity, and 5 companies show the 3rd level of maturity. The highest level of maturity wasn't achieved by any company. Therefore, the study states that the development of sustainable innovations in small and medium-sized businesses in Kazakhstan is under development. As derived from the study the reason is a big group of barriers like state-regulated, market, development, and information forces. The revealed barriers list will help policymakers to prepare a plan for future development during their decision-making process.

Research findings inform companies about the way how they could further develop sustainable innovation management systems within their regions of operations.

Generalizing conclusions will be made to the questions of what model of sustainable development allows:

- develop the company through sustainability-led innovation;
- make changes at the system level in the management of the company;
- open up new prospects for economic growth.

The derived model will be the key result of the study and can be used:

- for further policy development in the field of sustainable economic development;
- other enterprises in the methodological recommendations;
- universities for training and retraining.

Research limitations are a narrow focus on one country during data collection and a small sample size. Therefore, further research may be concentrated on many countries' sustainable development activities and cover other aspects of this research topic.

References

1. Adams C.A. Sustainability reporting and performance management in universities: Challenges and benefits. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*. 2013.
2. Adams R., Jeanrenaud S., Bessant J. et al. Sustainability oriented innovation: A systematic review. *International Journal of Management Reviews*. 2016;18:180–205.
3. Biggs E.M., Bruce E., Boruff B. et al. Sustainable development and the water–energy–food nexus: A perspective on livelihoods. *Environmental Science & Policy*. 2015;54:389–397.
4. Bradbury H., Clair J.A. Promoting sustainable organizations with Sweden's natural step. *Academy of Management Perspectives*. 1999;13:63–74.
5. Brundtland G.H. Our common future – Call for action. *Environmental Conservation*. 1987;14:291–294.
6. Cherkasova V., Rasadi D. Earnings quality and investment efficiency: evidence from Eastern Europe. *Review of Economic Perspectives*. 2017;17:441.
7. Chouinard Y., Stanley V. *The responsible company*. Patagonia books, 2012:158.
8. Cowell S.J., Wehrmeyer W., Argust P.W., Robertson J.G.S. Sustainability and the primary extraction industries: theories and practice. *Resources Policy*. 1999;25:277–286.
9. Eisenhardt K., Graebner M., Sonenshein S. From the Editors Grand Challenges And Inductive Methods: Rigor Without Rigor Mortis. *Academy of Management Journal*. 2016;59:1113–1123.
10. Esty D.C., Winston A. *Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage*. John Wiley & Sons, 2009.

11. Freeman C.H., Jahoda M., Pavitt K.L.R. *Thinking About the Future: A Critique of the Limits to Growth*. Chatto & Windus, 1973.
12. Gill P., Stewart K., Treasure E., Chadwick B. Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. *British Dental Journal*. 2008;204:291–295.
13. Gioia D.A., Corley K.G., Hamilton A.L. Seeking qualitative rigor in inductive research: Notes on the Gioia methodology. *Organizational Research Methods*. 2013;16:15–31.
14. Govindarajan V., Euchner J. Reverse innovation. *Research-Technology Management*. 2012;55:13–17.
15. Hart O. Corporate governance: some theory and implications. *The Economic Journal*. 1995;105:678–689.
16. Hilson G., Murck B. Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Resources Policy*. 2000;26:227–238.
17. Jansson P.M., Phaal R.J. Progress towards sustainable production: industrial and academic perspectives. *Proceedings 10th Int. Conf. of the Greening of Industry Network*. 2002.
18. Manning R., Valliere W., Anderson L. et al. Defining, measuring, monitoring, and managing the sustainability of parks for outdoor recreation. *Journal of Park and Recreation Administration*. 2011;29.
19. Meadows D., Randers J. *The limits to growth: the 30-year update*. Abingdon: Routledge, 2012.
20. Messlerli P., Murniningtyas E., Eloundou-Enyegue P. et al. *Global sustainable development report 2019: the future is now—science for achieving sustainable development*. 2019.
21. Paramanathan S., Farrukh C., Phaal R., Probert D. Implementing industrial sustainability: the research issues in technology management. *R&D Management*. 2004;34:527–537.
22. Perez-Carmona A. Growth: a discussion of the margins of economic and ecological thought. *Transgovernance*. 2013;83–161.
23. Phaal R., Jansson P.M., McNamee L.T. et al. *Management of Knowledge and Technology for Sustainable Production. Final Report for DG XII, European Commission, by Cambridge University*. Cambridge, 1999.
24. Porter M.E., Kramer M.R. The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*. 2006;84:78–92.
25. Radjou N., Prabhu J., Ahuja S. *Jugaad innovation: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth*. John Wiley & Sons, 2012.
26. Ries E. *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. New York: Crown Publishing Group, 2011.
27. Senge P.M., Carstedt G., Porter P.L. Next industrial revolution. *MIT Sloan Management Review*. 2001;42:24–38.
28. Silverman D. Instances or sequences? Improving the state of the art of qualitative research. *The State of the Art of Qualitative Research in Europe*. 2005;6.
29. Silvestre B.S., Țircă D.M. Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal of Cleaner Production*. 2019;208:325–332.
30. Smith L.M., Denzin N., Lincoln Y. Biographical method. *The SAGE*. 1994.
31. Toscher B., Dahle Y., Steinert M. Get Give Make Live: An empirical comparative study of motivations for technology, youth and arts entrepreneurship. *Social Enterprise Journal*. 2020;16:179–202. doi:10.1108/SEJ-03-2019-0016
32. Tucker G., Kettunen M., McConville A. et al. *Valuing and conserving ecosystem services: a scoping case study in the Danube Basin*. London; Brussels, 2010.
33. Tukker A., Cohen M.J., Hubacek K., Mont O. Sustainable consumption and production. *Journal of Industrial Ecology*. 2010;14(1):1–3.
34. Yin R.K. Design and methods. *Case Study Research*. 2003;(3).

35. Yuan B., Zhang Y. Flexible environmental policy, technological innovation and sustainable development of China's industry: The moderating effect of environment regulatory enforcement. *Journal of Cleaner Production*. 2020;243.

Список литературы

1. Adams C. A. Sustainability reporting and performance management in universities: Challenges and benefits // *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*. 2013.
2. Adams R., Jeanrenaud S., Bessant J. [et al.]. Sustainability oriented innovation: A systematic review // *International Journal of Management Reviews*. 2016. Vol. 18. P. 180–205.
3. Biggs E. M., Bruce E., Boruff B. [et al.]. Sustainable development and the water–energy–food nexus: A perspective on livelihoods // *Environmental Science & Policy*. 2015. Vol. 54. P. 389–397.
4. Bradbury H., Clair J. A. Promoting sustainable organizations with Sweden's natural step // *Academy of Management Perspectives*. 1999. Vol. 13. P. 63–74.
5. Brundtland G. H. Our common future – Call for action // *Environmental Conservation*. 1987. Vol. 14. P. 291–294.
6. Cherkasova V., Rasadi D. Earnings quality and investment efficiency: evidence from Eastern Europe // *Review of Economic Perspectives*. 2017. Vol. 17. P. 441.
7. Chouinard Y., Stanley V. The responsible company. Patagonia books, 2012. 158 p.
8. Cowell S. J., Wehrmeyer W., Argust P. W., Robertson J. G. S. Sustainability and the primary extraction industries: theories and practice // *Resources Policy*. 1999. Vol. 25. P. 277–286.
9. Eisenhardt K., Graebner M., Sonenshein S. From the Editors Grand Challenges And Inductive Methods: Rigor Without Rigor Mortis // *Academy of Management Journal*. 2016. Vol. 59. P. 1113–1123.
10. Esty D. C., Winston A. Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage. John Wiley & Sons, 2009.
11. Freeman C. H., Jahoda M., Pavitt K. L. R. Thinking About the Future: A Critique of the Limits to Growth. Chatto & Windus, 1973.
12. Gill P., Stewart K., Treasure E., Chadwick B. Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups // *British Dental Journal*. 2008. Vol. 204. P. 291–295.
13. Gioia D. A., Corley K. G., Hamilton A. L. Seeking qualitative rigor in inductive research: Notes on the Gioia methodology // *Organizational Research Methods*. 2013. Vol. 16. P. 15–31.
14. Govindarajan V., Euchner J. Reverse innovation // *Research-Technology Management*. 2012. Vol. 55. P. 13–17.
15. Hart O. Corporate governance: some theory and implications // *The Economic Journal*. 1995. Vol. 105. P. 678–689.
16. Hilson G., Murck B. Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective // *Resources Policy*. 2000. Vol. 26. P. 227–238.
17. Jansson P. M., Phaal R. J. Progress towards sustainable production: industrial and academic perspectives // *Proceedings 10th Int. Conf. of the Greening of Industry Network*. 2002.
18. Manning R., Valliere W., Anderson L. [et al.]. Defining, measuring, monitoring, and managing the sustainability of parks for outdoor recreation // *Journal of Park and Recreation Administration*. 2011. Vol. 29.
19. Meadows D., Randers J. The limits to growth: the 30-year update. Abingdon : Routledge, 2012.

20. Messerli P., Murniningtyas E., Eloundou-Enyegue P. [et al.]. Global sustainable development report 2019: the future is now—science for achieving sustainable development. 2019.
21. Paramanathan S., Farrukh C., Phaal R., Probert D. Implementing industrial sustainability: the research issues in technology management // R&D Management. 2004. Vol. 34. P. 527–537.
22. Perez-Carmona A. Growth: a discussion of the margins of economic and ecological thought // Transgovernance. 2013. P. 83–161.
23. Phaal R., Jansson P. M., McNamee L. T. [et al.]. Management of Knowledge and Technology for Sustainable Production. Final Report for DG XII, European Commission, by Cambridge University. Cambridge, 1999.
24. Porter M. E., Kramer M. R. The link between competitive advantage and corporate social responsibility // Harvard Business Review. 2006. Vol. 84. P. 78–92.
25. Radjou N., Prabhu J., Ahuja S. Jugaad innovation: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth. John Wiley & Sons, 2012.
26. Ries E. The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. New York : Crown Publishing Group, 2011.
27. Senge P. M., Carstedt G., Porter P. L. Next industrial revolution // MIT Sloan Management Review. 2001. Vol. 42. P. 24–38.
28. Silverman D. Instances or sequences? Improving the state of the art of qualitative research // The State of the Art of Qualitative Research in Europe. 2005. Vol. 6.
29. Silvestre B. S., Țircă D. M. Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 208. P. 325–332.
30. Smith L. M., Denzin N., Lincoln Y. Biographical method // The SAGE. 1994.
31. Toscher B., Dahle Y., Steinert M. Get Give Make Live: An empirical comparative study of motivations for technology, youth and arts entrepreneurship // Social Enterprise Journal. 2020. Vol. 16. P. 179–202. doi:10.1108/SEJ-03-2019-0016
32. Tucker G., Kettunen M., McConville A. [et al.]. Valuing and conserving ecosystem services: a scoping case study in the Danube Basin. London ; Brussels, 2010.
33. Tukker A., Cohen M. J., Hubacek K., Mont O. Sustainable consumption and production // Journal of Industrial Ecology. 2010. Vol. 14, iss. 1. P. 1–3.
34. Yin R. K. Design and methods // Case Study Research. 2003. № 3 (9.2).
35. Yuan B., Zhang Y. Flexible environmental policy, technological innovation and sustainable development of China's industry: The moderating effect of environment regulatory enforcement // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 243.

Информация об авторах / Information about the authors

Райгул Дукенбайкызы Досжан
PhD, ассоциированный профессор,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, г. Алматы,
проспект аль-Фараби, 71)
E-mail: raiguldos2011@gmail.com

Rajgul D. Doszhan
PhD, associate professor,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic of Kazakhstan)

Азиза Сериковна Жупарова
PhD, ассоциированный профессор,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, г. Алматы,
проспект аль-Фараби, 71)
E-mail: aziza_z@mail.ru

Aziza S. Zhuparova
PhD, associate professor,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic of Kazakhstan)

Асель Кошербаевна Кожаметова

PhD, старший преподаватель
кафедры бизнес-технологий,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, г. Алматы,
проспект аль-Фараби, 71)
E-mail: aselekdream@gmail.com

Asel K. Kozhahmetova

PhD, senior teacher of the sub-department
of business technologies,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic of Kazakhstan)

Любовь Николаевна Семеркова

доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры маркетинга,
коммерции и сферы обслуживания,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: semerkova55@yandex.ru

Lyubov N. Semerkova

Doctor of economical sciences, professor,
professor of the sub-department
of marketing, commerce and service,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 21.09.2022

Поступила после рецензирования/Revised 17.10.2022

Принята к публикации/Accepted 19.10.2022

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ УСЛУГ РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ю. С. Валеева

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия
Valis2000@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Торговля является одной из ведущих отраслей региональной экономики Татарстана. Трансформация форматов розничной торговли в сторону развития услуг розничных торговых сетей позволила обеспечить повышение качества торгового обслуживания, расширить линейку услуг сетевой торговли. Изучение вопросов развития розничной торговли, услуг розничных торговых сетей является актуальным и необходимым направлением для разработки путей дальнейшего развития потребительского рынка региона. Данное исследование позволит сформировать новые ориентиры в совершенствовании региональных управленческих решений, направленных на развитие торгового сектора. Основной целью исследования является рассмотрение теоретических аспектов, которые необходимо учитывать при проведении аналитики развития услуг торговых сетей, а также выявить основные тенденции на основе фактологического материала торговой отрасли Республики Татарстан. *Материалы и методы.* В процессе достижения поставленной цели использовались методы научного познания: диалектический; анализа и синтеза. Исследование построено на изучении актуальной научной и периодической экономической литературы. *Результаты.* Представлены результаты исследования особенностей развития розничной торговли в Республике Татарстан. В настоящее время данный регион является одним из лидеров по сравнению с другими по институциональной насыщенности, количеству торговых организаций, в том числе розничной сетевой торговли. Торговля занимает ведущую позицию как бюджетообразующая отрасль, предоставляющая рабочие места. *Выводы.* Выделены основные тренды развития отрасли. Установлено, что в структуре товарооборота занимают наибольшую долю непродовольственные товары. Обозначено, что наибольшие темпы прироста за последние 10 лет наблюдаются по индексу потребительских цен по сравнению с индексами изменения цен сельскохозяйственных и производственных товаров. Розничной сетевые организации занимают 30 % объема оборота розничной торговли региона. Выделены некоторые тренды трансформации деятельности региональных розничных торговых сетей.

Ключевые слова: развитие услуг, торговые сети, регион, торговая отрасль, региональные особенности

Для цитирования: Валеева Ю. С. Региональные особенности развития услуг розничных торговых сетей на примере республики Татарстан // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 60–73. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-4

REGIONAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF SERVICES OF RETAIL TRADE NETWORKS ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Yu.S. Valeeva

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
Valis2000@mail.ru

Abstract. *Background.* Trade is one of the leading branches of the regional economy of Tatarstan. The transformation of retail trade formats towards the development of retail trade network services has made it possible to improve the quality of trade services and expand the range of chain trade services. The study of the development of retail trade, services of retail trade networks is an urgent and necessary direction for developing directions for the further development of the consumer market in the region. This study will help form new guidelines for improving regional management decisions aimed at developing the trade sector. The main purpose of the study is to consider the theoretical aspects that must be taken into account when conducting analytics for the development of retail chain services, as well as to identify the main trends based on the factual material of the trade industry of the Republic of Tatarstan. *Materials and methods.* In the process of achieving this goal, the methods of scientific knowledge were used: dialectical; analysis and synthesis. The study is based on the study of current scientific and periodical economic literature. *Results.* The article presents the results of a study of the development of retail trade in the Republic of Tatarstan. At present, this region is one of the leaders in comparison with others in terms of the institutional saturation of the number of trade organizations, including retail chains. Trade occupies a leading position as a budget-forming industry and providing jobs. *Conclusions.* The main trends in the development of the industry are identified. It has been established that non-food products occupy the largest share in the structure of trade turnover. It is indicated that the highest growth rates over the past 10 years have been observed in the consumer price index compared to the indices of changes in the prices of agricultural and industrial goods. Retail chain organizations account for 30 % of the region's retail trade turnover. Some trends in the transformation of the activities of regional retail chains are highlighted.

Keywords: development of services, trade networks, region, trade industry, regional features

For citation: Valeeva Yu.S. Regional features of the development of services of retail trade networks on the example of the Republic of Tatarstan. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):60–73. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-4

Введение

В настоящее время изучение вопросов региональных особенностей развития услуг розничных торговых сетей является актуальным, так как при разработке мероприятий продвижения этих услуг, программы лояльности покупателей, контента взаимодействия со всеми стейкхолдерами потребительского рынка важно учитывать менталитет и особенности территории [3]. Основной целью данного исследования является рассмотрение основных аспектов, а также трендов развития розничных торговых сетей региона на примере Республики Татарстан.

Розничная торговля претерпевает ряд крупных преобразований, поскольку многосторонние торговые площадки на основе платформ, такие

как Alibaba, Wildberries, Ozon, бросают вызов существующим ритейлерам. От процветающих обычных магазинов и развития торговых центров, розничных сетей на протяжении 1900-х гг. розничная торговля становится все более цифровой, поскольку многосторонние торговые площадки объединяют онлайн и офлайн для создания более сложного и персонализированного обслуживания потребителей. Многосторонние торговые площадки интегрируют свои основные и внутренние процессы для создания более персонализированных, удобных и быстрых покупок [11].

Исследование сети продуктовых магазинов Нема, принадлежащей Alibaba, для выявления и анализа отличительных и инновационных методов, которые интернет-магазины применяют на китайском рынке розничной торговли продуктами питания в контексте развития физических магазинов, позволило выделить четыре аспекта инноваций: инновации формата, включающие магазин как местный центр выполнения заказов, обеспечивающий эффективную доставку последнего километра; разработка модели розничной торговли, более ориентированной на потребителя; преобразование внутренних торговых объектов в цепочку снабжения; поиск живых морепродуктов по всему миру. Все эти разработки достигаются и поддерживаются хорошей материально-технической базой, it-решениями, сопровождающими все бизнес-процессы деятельности Нема, основанные на данных, в контексте более широкой экосистемы платформы Alibaba. Возможности цифровых данных интернет-магазинов, встроенных в более широкие бизнес-группы платформ, трансформируют конкурентную среду в секторе розничной торговли продуктами питания в Китае [15].

С использованием эмпирических исследований потребительских расходов и выбора места для розничной торговли сформирована модель в корреляции потребительских расходов в торговых сетях и стоимости улучшенных жилищных условий в регионе Ватерлоо (Онтарио, Канада). Сравнение модели РС-АВМ с исторически используемой моделью размещения-распределения торговых объектов показало эквивалентность распределения. Результаты демонстрируют высокий уровень согласованности между РС-АВМ и традиционной моделью размещения-распределения при оценке расширения территории представленности торговых объектов и получения доходов. Финансовая устойчивость торговых объектов зависит от географических характеристик их расположения и платежеспособности населения на этой территории [10].

Традиционная и местная практика розничной торговли мотивирована корпоративными стратегиями устойчивого развития. Региональная розничная торговля преимущественно придерживается реализации инструментов социально-экономической устойчивости, в том числе развития экологической устойчивости местных продуктов питания. При этом, как показывают результаты исследования, региональная розничная торговля продуктами питания может быть неэффективной и даже контрпродуктивной в рамках реализации собственных целей корпоративной экологической устойчивости. Региональная политика, направленная на локализацию продовольственной системы, влияет на региональную розничную продажу продуктов питания в торговых сетях [13].

Современные потребители по-разному оценивают свое восприятие обслуживания в зависимости от бренда, магазина и потребительских факторов. На рынках, где покупатели при выборе услуг торговой сети большое внима-

ние уделяют торговому бренду, не обращают внимание на потребительский опыт, полученный в магазине. На рынках, где потребители верят обещаниям бренда услуг розничной сети, они придают большее значение программам лояльности, рекламным акциям ритейла. На рынках, где ритейлер обещает утилитарную ценность, покупатели больше придают значения полученному потребителюскому опыту. На рынках с онлайн-каналом покупок эффект полученного потребителюского опыта офлайн-магазина и интернет-магазина усиливается, не уделяется большое внимание промоакциям. В целом факторы успеха в розничной торговле включают в себя высокое качество бренда (что делает покупателей более снисходительными), обещание бренда обслуживания, которое отражается в имидже магазина (что заставляет покупателей обращать внимание на подсказки, связанные с ними), а также тщательный мониторинг и управление розничными точками соприкосновения (чтобы настроить подсказки опыта для каждого рынка) [14]. С другой стороны, на развитие услуг региональных торговых сетей влияют новаторство и оптимизм потребителей с точки зрения воспринимаемой полезности. Информационная безопасность потребителей негативно влияет на воспринимаемую полезность автоматизированных услуг розничных сетей с искусственным интеллектом. Воспринимаемые простота использования, полезность, удовольствие, персонализация и интерактивность являются важными индикаторами покупательских намерений в автоматизированных системах торговых сетей с искусственным интеллектом [12].

На развитие услуг розничных торговых сетей влияют основные тренды потребительского рынка. Так, реализация стратегии региональной экспансии федеральных сетей привела к сокращению региональных торговых сетей ввиду большой конкуренции и более низкой их конкурентоспособности. Наблюдается олигополистическая конкуренция со стороны крупнейших федеральных торговых сетей «Магнит», «Пятерочка». Крупные поставщики товаров в основном формируют договорные отношения с федеральными торговыми сетями, предоставляя низкие демпинговые цены за произведенные товары и услуги [9]. Тем не менее наблюдается дифференциация регионов по представленности федеральных и региональных розничных торговых сетей. Например, в Костромской области четыре региональные розничные торговые сети достаточно конкурентоспособны по сравнению с федеральными торговыми сетями. Они открывают гипермаркеты не только в своем регионе, но и в других регионах. Высокий уровень доли региональной качественной продукции, в том числе овощей, фруктов, молочной, мясной и прочей продукции, позволяет обеспечивать лояльность к торговой сети и высокий уровень товарооборота. Розничные цены региональных торговых сетей Костромской области по сравнению с федеральными торговыми сетями на 5–10 % ниже на товары первой продовольственной необходимости. Таким образом, потребительские предпочтения в отношении продовольственных товаров отдаются региональным торговым сетям, а по непродовольственным товарам – федеральным торговым сетям [2].

Рассмотренные материалы результатов исследования, опубликованные в международной базе Scopus и РИНЦ, показали, что рассмотрение трендов развития розничной торговли является актуальным. В рамках формирования концепции исследования необходимо предусмотреть изучение таких аспек-

тов, как роль торговой отрасли в целом в экономике региона, рассмотреть корреляцию платежеспособности населения, а также потребительские запросы на изменение форматов и сервисов торговли.

Материалы и методы исследования

Основным объектом исследования является рынок услуг розничных торговых сетей Республики Татарстан. С использованием фактологического материала Росстата РФ проведена аналитика развития услуг торговых сетей, трендов торговой отрасли региона. На первом этапе исследования рассмотрен вклад розничной торговли в общей совокупности экономической деятельности валового регионального продукта Татарстана. Далее рассмотрена взаимосвязь денежных доходов в среднем на душу населения и динамика изменения оборота розничной торговли. Сравнение индекса потребительских цен на товары и услуги, индекса цен производителей промышленных товаров, индекса изменения цен сельскохозяйственной продукции показало взаимосвязь и степень влияния на уровень цен в розничной торговле, оказываемого розничными торговыми сетями. Рассмотрена взаимосвязь оборота розничной торговли, а также структуры продовольственных и непродовольственных товаров. Реализация программы развития потребительского рынка Республики Татарстан с 2015 по 2020 г. оказала влияние на трансформацию форматов торговых организаций, изучена динамика изменения количества предприятий торговли и количества рынков. Большое влияние на изменение торговой отрасли оказало появление торговых сетей, поэтому важно рассмотреть удельный вес розничных торговых сетей, а также показать их вклад в развитие торговой отрасли региона.

Результаты

Рассматривая тренды развития розничной торговли, важно обратить внимание на динамику темпов роста доходов населения и реальной заработной платы в России. Установлено, что темп роста реальных доходов значительно ниже по сравнению с реальными. При этом в период с 2015 по 2020 г. на 16 % сократилось количество индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность в розничной торговле. Количество торговых предприятий сократилось за 6 лет на 34 %, а количество торговых мест на рынках на 30 % [1].

Динамика изменения валового регионального продукта Республики Татарстан имеет положительную тенденцию, наибольший уровень его значения достигнут в 2021 г. и 2019 г. С 2012 по 2021 г. темп прироста составлял в среднем 5–8 %. Наибольшую долю в стоимостном выражении как вклад экономической деятельности в развитие ВРП республики оказывал сектор добычи полезных ископаемых. Вторую позицию занимала обрабатывающая отрасль (рис. 1). Методом скользящей средней выделены тренды развития ВРП, а также изменение исследуемой торговой отрасли. С 2012 по 2017 г. в торговой отрасли прирост составлял до 7 % в год, в 2019 г. – 2 % ввиду ковидных ограничений и снижения покупательской способности, в 2020 г. наблюдалось небольшое уменьшение до 1,5 %. При этом 2021 г. являлся благоприятным как для торговой отрасли (ее прирост составил 18 %), так и для сельского хозяйства (темп прироста составил 24 %). В целом важно отметить,

что торговля обеспечивает до 25 % рабочих мест в регионе и является важной социально-экономической отраслью.

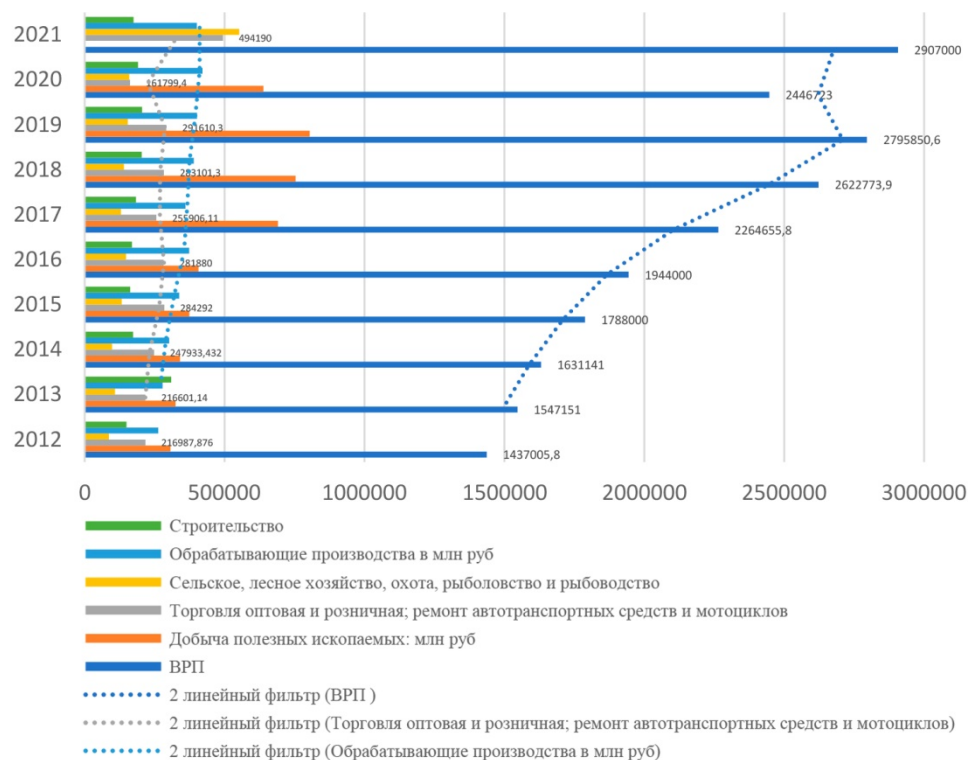


Рис. 1. Структура по экономическим видам деятельности ВРП РТ, млн руб. (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)

Установлена прямая взаимосвязь между динамикой развития оборота розничной торговли в Республике Татарстан и денежными доходами населения (рис. 2).

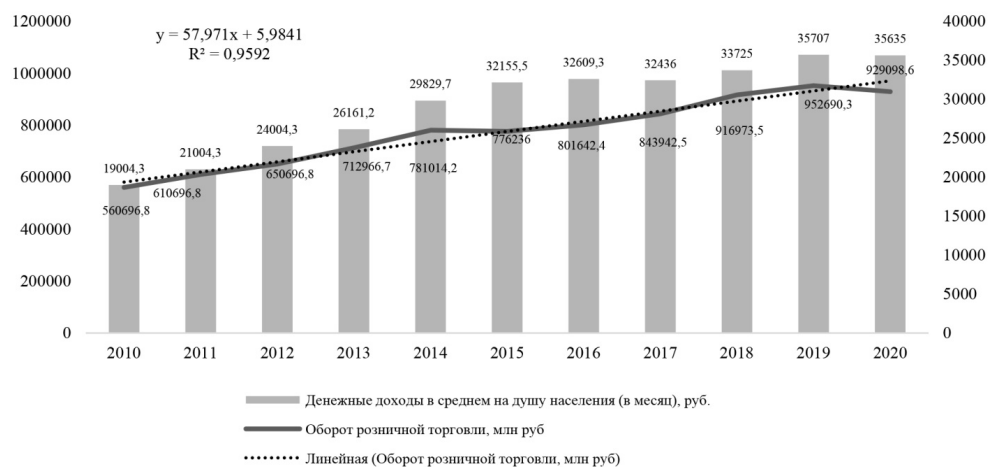


Рис. 2. Динамика денежных доходов населения и оборота розничной торговли Татарстана (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)

Коэффициент корреляции составил 0,95, коэффициент эластичности – 57, 971. За анализируемый период с 2010 по 2020 г. измерение выручки и денежных доходов населения методом скользящей средней показало повышательную динамику. Товароборот вырос на 87 %, денежные доходы возросли только на 67 %. В целом наивысший уровень покупательской способности был обеспечен высокими темпами прироста в 2015–2016 гг., максимальное значение было зафиксировано в 2019 г. – 35 707 руб. в месяц на 1 человека. Если рассматривать данный показатель со средним российским уровнем, то этот показатель выше на 12 %. В целом республика отличается платежеспособностью населения и достаточно высоким уровнем денежных доходов населения по сравнению с другими российскими регионами.

Тенденция последних 15 лет демонстрирует значительный прирост розничных цен в торговых организациях (рис. 3). Средний прирост индекса цен составлял 3–6 % в год с 2012 по 2020 г. При этом индекс цен производителей сельскохозяйственной продукции имел максимальное значение в 2013 г. в связи с высоким уровнем урожайности в Республике Татарстан и экспортноориентированности пшеницы и других ценных культур. При этом в 2017, 2019 гг. этот индекс имел отрицательные значения на 2–4 %. Индекс цен производителей промышленных товаров в 2019 г. был отрицательный на 0,2 % в связи с ковидными ограничениями и большим количеством нерабочих дней. При этом максимального значения индекс достигал в 2017 г. – до 116 %. В среднем за период с 2012 по 2020 г. прирост индекса составлял 1–2 %. Данная тенденция свидетельствует о том, что многие производственные компании и сельхозтоваропроизводители не имеют большой маржинальности продукции. При этом приходится устанавливать низкие демпинговые цены для реализации своей продукции через торговые предприятия, в том числе торговые сети.



Рис. 3. Динамика изменения индекса потребительских цен, сельхозтоваропроизводителей, промышленных товаров с 2012 по 2020 г. (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)

Рассматривая структуру товарооборота розничной торговли Республики Татарстан за 2012–2021 гг. (рис. 4), следует отметить, что наибольший прирост оборота розничной торговли непродовольственными товарами составлял в 2012 г. – 125,5 %, в 2015–2016 гг. имел отрицательные значения до 18 %. 2018 г. был ознаменован повышением розничного товарооборота, в том числе за счет продовольственных товаров, на 111 %. Однако ковидные ограничения 2019–2020 гг. привели к снижению товарооборота, в том числе за счет непродовольственных товаров, на 1–4 %. В отношении динамики изменения объема товарооборота продовольственными товарами следует отметить низкую позицию в 2016 г. – 2 % и в 2020 г. – 6,1 %. В 2021 г. наблюдалась положительная тенденция к увеличению товарооборота на 7,8 %, при этом за счет непродовольственных товаров – на 13 % и продовольственных товаров – на 11,4 %.

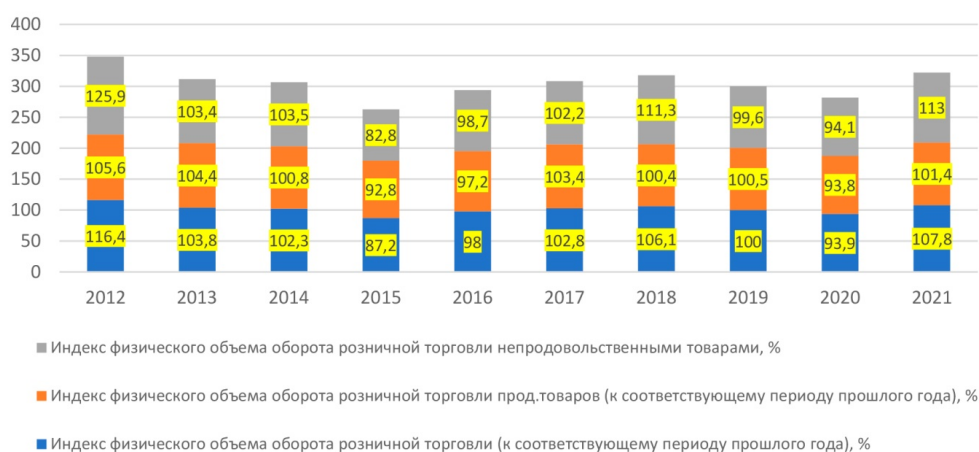


Рис. 4. Динамика изменения индекса физического объема оборота розничной торговли в целом, продовольственными и непродовольственными товарами, % (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)

На рис. 5 представлена динамика изменения оборота розничной торговли Республики Татарстан в стоимостном выражении, при этом отмечается ее рост с 650 до 1086 млн руб. (практически в 1,8 раза за 10 лет). Оборот розничной торговли пищевой продукцией, включая напитки и табачные изделия, вырос в два раза с 2012 по 2021 г. Оборот розничной торговли непродовольственными товарами имеет аналогичный тренд и демонстрирует рост с 379 до 620 млн руб.

В Республике Татарстан с 2015 по 2020 г. реализовывалась Программа развития розничной торговли. Благодаря данной программе произошел переход на новые форматы розничной торговли, наблюдается адаптация рынков под современные стандарты торгового обслуживания, соблюдение санитарно-эпидемиологических норм. Количество рынков в 2012 г. составляло 70 по Республике Татарстан, но к 2021 г. их количество снизилось до 24 ед. (рис. 6). При этом торговые площади рыночных территорий отличались достаточно хорошими условиями для осуществления операций купли-продажи как для покупателя, так и для продавцов. Наблюдается значительная динамика увеличения количества хозяйственных единиц торговли с 16 000 до 17 470 пред-

приятый. В 2018 г. было достигнуто наибольшее значение количества торговых предприятий – до 17 480 ед. В 2019 г. эта цифра снизилась на 300 единиц. Большое влияние ковидные ограничения оказали на деятельность торговли, особенно малых торговых предприятий. В тех условиях более конкурентоспособными были торговые сети, которые смогли выдержать факторы влияния мировой конъюнктуры и обеспечить платежеспособный спрос со стороны населения. В 2020–2021 гг. наблюдалась тенденция увеличения торговых объектов.



Рис. 5. Объем оборота розничной торговли Республики Татарстан в целом, пищевой продукции и непродовольственных товаров в стоимостном выражении, млн руб. (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)



Рис. 6. Динамика изменения количества предприятий торговли и рынков в республике Татарстан (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)

По данным табл. 1, объем оборота розничной торговли на душу населения увеличился на 68 %, при этом обеспеченность торговыми площадями в 2012–2021 гг. увеличилась только на 20 %. Большое влияние на эффективное использование торговых площадей повлиял прирост сетевой торговли в Республике Татарстан [4]. Розничные торговые сети в общем объеме розничной торговли Республики Татарстан в 2012 г. обеспечивали 18,7 % от об-

щего объема товарооборота, в 2021 г. – 33, 9 %. Таким образом, в отчетном периоде розничные торговые сети обеспечивали треть всего объема оборота розничной торговли в исследуемом регионе.

Таблица 1

Динамика изменения объема оборота розничной торговли на душу населения, обеспеченность торговыми площадями и удельный вес торговых сетей (по данным Росстата, <https://rosstat.gov.ru>)

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объем оборота розничной торговли на душу населения, тыс. руб.	170,6	186,1	203,9	201,80	207,58	217,68	235,74	244,24	237,47	245,00
Обеспеченность торговыми площадями на 1000 жителей, кв. м	664	700	752	765	771,3	773	773	841	857,5	886,7
Удельный вес розничных торговых сетей в общем объеме оборота розничной торговли, %	18,7	19,7	21,5	24	24,8	27,7	28,2	29,7	29,7	33,9

Выручка по онлайн-продажам в России в 2022 г. предварительно составит 54 трлн долл. При этом, по прогнозам международного агентства PwC, она вырастет на 5 % в России и на 6 % в мире. Новые торговые сети переходят на собственные маркетплейсы и предлагают торговые онлайн-площадки постоянным и новым потенциальным покупателям.

Динамично развивается в РФ рынок онлайн-торговли торговых сетей. Так, в розничной торговой сети «ВкусВилл» доля онлайн-продаж в 2020 г. достигла 50 % от общего оборота [6]. В 2022 г. планируется реализация совместного проекта с сетью ресторанов и торговой сетью «ВкусВилл» по доставке продукции национальной кухни. Реализация данного проекта составит большую конкуренцию региональной розничной торговой сети «Бахетле», которая всегда позиционировала себя как «супермаркет домашней еды». При этом важно отметить, что ценовой диапазон торговой сети «ВкусВилл» выше, чем прочие федеральные и региональные торговые сети, нацеленные на покупателей с высоким уровнем платежеспособности [6].

В современных условиях региональным торговым сетям за последние три года достаточно сложно выдерживать конкуренцию перед федеральными торговыми сетями, поэтому они меняют стратегию своего развития в сторону замещения торговых объектов на создание импортозамещающих производств. Так, торговая сеть «Эссен» продала 32 торговых объекта и стала расширяться по производственной линии кондитерских изделий. Например,

в 2022 г. проинвестированного 17 млн руб. и приобретено 17 новых производственных линий. Важно отметить, что ценовой диапазон производимой и реализуемой продукции является конкурентоспособным по сравнению с другими кондитерскими изделиями, которые представлены в торговых объектах и на рынках [3].

Появляется новый тренд дискаунтеров для потребителей среднего и высокого уровня платежеспособности под логотипом «дискаунтер для рациональных покупателей». Так, торговая сеть «Находка» в настоящее время включает в себя 161 торговый объект в 100 городах Поволжья. В ближайшие два года планируется увеличить еще в два раза количество торговых объектов. Особенностью данного формата является то, что 25 % всех производителей – производители из Татарстана. Торгово-технологический процесс обеспечен современными внедряемыми технологиями и трехрежимным температурным форматом, распределительным центром площадью более 40 000 кв. м. Многофункциональный центр позволяет обеспечить хранение, фасовку и своевременно спрос на товары продовольственного и непродовольственного назначения. Важными задачами, которые ставят себе собственники торговой сети, являются продвижение татарстанской продукции не только в Татарстане, но и в других регионах через собственные торговые объекты [14].

Обеспечение потребительской корзины более качественной и доступной продукцией является важной миссией региональных торговых сетей. В настоящее время насчитывается более 1000 торговых объектов, при этом 7 % магазинов подлежали закрытию в связи с появлением конкурентов в территориальной близости. Важной особенностью деятельности торговой сети является реализация договорных отношений с региональными поставщиками и предоставление покупателям товаров под брендом «Сделано в РТ» или СТМ, продукция является качественной и конкурентоспособной по цене, поскольку обеспечивается региональными поставщиками (Высоцкий О., 2022).

В целом можно выделить следующие тренды развития услуг торговых сетей, в том числе торговых сетей.

Установлено, что более 45 % населения РТ отмечают снижение доходов в 2020 г. Татарстанские торговые сети расширили свои цифровые возможности: более трети начали или расширили свой цифровой маркетинг (38,06 %), почти треть улучшили свой бизнес-сайт (31,34 %), а пятая часть диверсифицировала предоставление своих услуг, включая предложение услуг или занятий в Интернете (20,15 %). Другие работали в своем ассортименте, причем примерно пятая часть диверсифицировала продукты (20,15 %); аналогичная доля делает упор на местные услуги и поставщиков Татарстана (19,78 %), а еще 15,3 % уделяют больше внимания хранению местных продуктов. Другие воспользовались возможностью, чтобы отремонтировать или обновить свои помещения (28,36 %) или добавить свой подход к продажам (например, 19,78 % через сторонний веб-сайт) и варианты доставки (например, 17,16 % с доставкой на дом).

Оптимизация закупочной деятельности позволяет минимизировать расходы на поставку благодаря электронным платформам, интернет-магазинам по малым закупкам.

Автоматизация заказов и предоставление новых цифровых сервисов позволяет объединять торговые операции, а также коммуникации между тор-

говым предприятием и производственными компаниями, что положительно влияет на продажи торговых сетей.

Совершенно новый уровень обеспечивается расширением охвата географии территориального размещения новых розничных торговых сетей.

В 2021–2022 гг. обозначен рост дискаунтеров с «жестким» форматом торговли, т.е. реализацией товаров с низкими ценами.

Глобальная модернизация форматов меняет то, как они конкурируют и как потребители относятся к ним. Имеются данные о существенном влиянии на выход на рынок новых форматов, но для существующих розничных продавцов нет указаний относительно того, как им следует реагировать.

Ученые, практики и политики продолжают изучать последствия блокировок, мер социального дистанцирования и других ограничений на торговлю; влияние государственных мер стимулирования и поддержки, а также то, как предприятия адаптировали свою деятельность. Динамичный характер вируса и меняющийся социально-политический и экономический ландшафт дают возможность для эмпирического научного исследования, как розничные торговые сети отреагировали на вызовы и потенциальные возможности, представленные пандемией, и как изменились владельцы/менеджеры.

Заключение

В современных условиях интенсивное развитие услуг является актуальным инструментом для изучения с целью дальнейшего их внедрения в практику деятельности розничных торговых сетей. В рамках теоретического блока были обозначены основные аспекты, необходимые для проведения аналитики развития торгового сектора региона, а также услуг розничных торговых сетей. Установлена необходимость определения влияния торговой отрасли на валовой региональный продукт, а также поставлены задачи по основным параметрам исследования. В рамках практического блока проведена аналитика за последние 10 лет, выявлены тенденции развития торговой отрасли Республики Татарстан. Определено, что наибольшую долю в структуре товарооборота занимают продукты непродовольственной группы, при этом самые высокие темпы прироста товарооборота были обозначены в 2017 г., а также в 2021 г. Значительную долю в товарообороте торговой отрасли региона занимают розничные торговые сети. Динамика их развития позволяет обеспечивать высокий уровень качества торгового обслуживания населения, увеличивать институциональную насыщенность количества торговых объектов в регионе. Определены некоторые проблемы в развитии услуг, которые важно учитывать при дальнейшей разработке управленческих региональных решений в развитии потребительского рынка.

Список литературы

1. Белова Л. А., Верона Л. И. Современные тренды российской розничной торговли // Естественно-гуманитарные исследования. 2021. № 33. С. 42–46. doi:10.24412/2309-4788-2021-10829
2. Беркович М. И., Ермолаев М. Н. Социально-экономический аспект розничных торговых сетей в регионе (на примере Костромской области) // Социально-политические исследования. 2021. № 1. С. 70–85. doi:10.20323/2658-428X-2021-1-10-70-85

3. Валеева Ю. С., Макарова Е. С. Определение приоритетных стратегических направлений по развитию инновационного потенциала региона // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2013. № 1. С. 55–59.
4. Валеева Ю. С., Мартынова О. В. Экономическое содержание интенсивного развития услуг розничных торговых сетей // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2013. № 5. С. 87–91.
5. «ВкусВилл» запустил новые онлайн-сервисы в Татарстане. 2022. URL: <https://www.retail.ru/news/vkusvill-zapustil-novye-onlayn-servisy-v-tatarstane-22-aprelya-2022-216137> (дата обращения: 11.05.2022).
6. Высоцкий О. «Верный»: «Следующую тысячу магазинов мы планируем открыть за 4–5 лет». 2022. URL: <https://www.retail.ru/interviews/oleg-vysotskiy-vernyy-sleduyushchuyu-tysyachu-magazinov-my-planiruem-otkryt-za-4-5-let/> (дата обращения: 13.05.2022).
7. «Находка»: дискаунтеры не для бедных, а для рациональных. 2022. URL: <https://www.retail.ru/articles/nakhodka-diskauntery-ne-dlya-bednykh-a-dlya-ratsionalnykh/> (дата обращения: 12.05.2022).
8. Степанова Т. В., Белов В. И. Олигополия торговых сетей в региональной экономике // *Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт*. 2018. № 15. С. 27–31.
9. Zhang J., Robinson D. T. Investigating path dependence and spatial characteristics for retail success using location allocation and agent-based approaches // *Computers, Environment and Urban Systems*. 2022. Vol. 94. P. 101798. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2022.101798
10. Hänninen M., Mitronen L., Kwan S. K. Multi-sided marketplaces and the transformation of retail: A service systems perspective // *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2019. Vol. 49. P. 380–388. doi:10.1016/j.jretconser.2019.04.015
11. Pillai R., Sivathanu B., Dwivedi Y. K. Shopping intention at AI-powered automated retail stores (AIPARS) // *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2020. Vol. 57. P. 102207. doi:10.1016/j.jretconser.2020.102207
12. Zwart T. A., Wertheim-Heck S. C. O. Retailing local food through supermarkets: Cases from Belgium and the Netherlands // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 300. P. 126948. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126948
13. Bolton R. N., Gustafsson A., Tarasi C. O., Witell L. Managing A Global Retail Brand in Different Markets: Meta-Analyses of Customer Responses to Service Encounters // *Journal of Retailing*. 2021. doi:10.1016/j.jretai.2021.03.004
14. Wang Y., Coe N. M. Platform ecosystems and digital innovation in food retailing: Exploring the rise of Hema in China // *Geoforum*. 2021. Vol. 126. P. 310–321. doi:10.1016/j.geoforum.2021.08.007

References

1. Belova L.A., Verona L.I. Modern trends of Russian retail trade. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya = Natural-humanitarian studies*. 2021;(33):42–46. (In Russ.). doi:10.24412/2309-4788-2021-10829
2. Berkovich M.I., Ermolaev M.N. Socio-economic aspect of retail trade networks in the region (on the example of the Kostroma region). *Sotsial'no-politicheskie issledovaniya = Socio-political studies*. 2021;(1):70–85. (In Russ.). doi:10.20323/2658-428X-2021-1-10-70-85
3. Valeeva Yu.S., Makarova E.S. Definition of priority strategic directions for the development of innovative potential of the region. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki = Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy*. 2013;(1):55–59. (In Russ.)
4. Valeeva Yu.S., Martynova O.V. Economic content of intensive development of retail trade networks services. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo*

- сектора экономики = *Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy*. 2013;(5):87–91. (In Russ.)
5. «VkusVill» запустит новые онлайн-сервисы в Татарстане. 2022 = *Vkusville has launched new online services in Tatarstan*. (In Russ.). Available at: <https://www.retail.ru/news/vkusvill-zapustil-novye-onlayn-servisy-v-tatarstane-22-aprelya-2022-216137> (accessed 11.05.2022).
 6. Vysotskiy O. «Vernyy»: «Sleduyushchuyu tysyachu magazinov my planiruem otkryt' za 4–5 let». 2022 = *"Faithful": "We plan to open the next thousand stores in 4–5 years"*. (In Russ.). Available at: <https://www.retail.ru/interviews/oleg-vysotskiy-vernyy-sleduyushchuyu-tsyachu-magazinov-my-planiruem-otkryt-za-4-5-let/> (accessed 13.05.2022).
 7. «Nakhodka»: дискаунтеры не для бедных, а для рациональных. 2022 = *"Nakhodka": discounters are not for the poor, but for the rational*. 2022. (In Russ.). Available at: <https://www.retail.ru/articles/nakhodka-diskauntery-ne-dlya-bednykh-a-dlya-ratsionalnykh/> (accessed 12.05.2022).
 8. Stepanova T.V., Belov V.I. Oligopoly of retail chains in the regional economy. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya ekonomiki: rossiyskiy i zarubezhnyy opyt = Actual problems and prospects of economic development: Russian and foreign experience*. 2018;15:27–31. (In Russ.)
 9. Zhang J., Robinson D.T. Investigating path dependence and spatial characteristics for retail success using location allocation and agent-based approaches. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2022;94:101798. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2022.101798
 10. Hänninen M., Mitronen L., Kwan S.K. Multi-sided marketplaces and the transformation of retail: A service systems perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2019;49:380–388. doi:10.1016/j.jretconser.2019.04.015
 11. Pillai R., Sivathanu B., Dwivedi Y.K. Shopping intention at AI-powered automated retail stores (AIPARS). *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2020;57:102207. doi:10.1016/j.jretconser.2020.102207
 12. Zwart T.A., Wertheim-Heck S.C.O. Retailing local food through supermarkets: Cases from Belgium and the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*. 2021;300:126948. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126948
 13. Bolton R.N., Gustafsson A., Tarasi C.O., Witell L. Managing A Global Retail Brand in Different Markets: Meta-Analyses of Customer Responses to Service Encounters. *Journal of Retailing*. 2021. doi:10.1016/j.jretai.2021.03.004
 14. Wang Y., Coe N.M. Platform ecosystems and digital innovation in food retailing: Exploring the rise of Hema in China. *Geoforum*. 2021;126:310–321. doi:10.1016/j.geoforum.2021.08.007

Информация об авторах / Information about the authors

Юлия Сергеевна Валеева

кандидат экономических наук, доцент,
Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, г. Казань, ул. Красносельская, 51)
E-mail: Valis2000@mail.ru

Yuliya S. Valeeva

Candidate of economical sciences,
associate professor,
Kazan State Power Engineering University
(51 Krasnoselskaya street, Kazan, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 20.09.2022

Поступила после рецензирования/Revised 16.10.2022

Принята к публикации/Accepted 18.10.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НА ФЭШН-РЫНКЕ

С. В. Зинченко¹, Е. М. Бижанова², А. Д. Хусаинова³

^{1, 2, 3} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹slatynova@mail.ru, ²janette@list.ru, ³anastasyagrey98@gmail.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* В настоящее время вопросы исследования потребительского поведения и анализа клиентского опыта в целом стоят все острее и актуальнее как в российской, так и мировой практике. По данным исследований, средний срок жизни компаний фэшн-рынка сокращается. Зачастую это происходит потому, что многие крупные и глобальные игроки достаточно велики, чтобы успеть быстро адаптироваться к новым тенденциям и изменению потребительского поведения, они становятся неинтересны для современных потребителей. События последних десятилетий, мировые кризисы, пандемия COVID-19, международная политическая ситуация привели к серьезной трансформации потребительского опыта на всех рынках, в том числе и на фэшн-рынке. Целью работы является исследование трансформации потребительского поведения на фэшн-рынке. *Материалы и методы.* В процессе исследования использовались методы анализа и синтеза, сравнения и обобщения информации. *Результаты.* Выявлены потребительские тренды, новые модели потребления и потребительские привычки на фэшн-рынке, появление которых вызвано глобальными кризисами, цифровыми технологиями, сменой поколений, обуславливается изменение бизнес-моделей фэшн-компаний и подходов к управлению клиентским опытом. *Выводы.* Для сохранения конкурентной позиции на рынке фэшн-компаниям необходимо анализировать поведение потребителей, тренды и тенденции изменения потребительского спроса, выявлять новые модели потребления и менять свою работу с клиентами. Это становится необходимым условием успешного ведения бизнеса.

Ключевые слова: фэшн-рынок, рынок одежды, обуви и аксессуаров, потребительские тренды, потребитель, модели потребления, исследования рынка

Для цитирования: Зинченко С. В., Бижанова Е. М., Хусаинова А. Д. Исследование трансформации потребительского поведения на фэшн-рынке // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 74–90. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-5

RESEARCH OF THE TRANSFORMATION OF CONSUMER BEHAVIOR IN THE FASHION MARKET

S.V. Zinchenko¹, E.M. Bijanova², A.D. Khusainova³

^{1, 2, 3} Penza State University, Penza, Russia
¹slatynova@mail.ru, ²janette@list.ru, ³anastasyagrey98@gmail.com

Abstract. *Background.* At present, the issues of researching consumer behavior and analyzing customer experience in general are becoming more acute and relevant both in Russian and world practice. According to research, the average lifespan of fashion companies is

shrinking. Often this is because many large and global players are large enough to quickly adapt to new trends and changing consumer behavior, they become uninteresting for today's consumers. The events of recent decades, global crises, the COVID-19 pandemic, the international political situation have led to a serious transformation of consumer experience in all markets, including the fashion market. The goal of the work is to research the transformation of consumer behavior in the fashion market. *Materials and methods.* In the process of research, methods of analysis and synthesis, comparison and generalization of information were used. *Results.* Identified consumer trends, new consumption patterns and consumer habits in the fashion market, the emergence of which is caused by global crises, digital technologies, generational change, causes a change in the business models of fashion companies and approaches to managing customer experience. *Conclusions.* To maintain a competitive position in the market, fashion companies need to analyze consumer behavior, trends and changes in consumer demand, identify new consumption patterns and change their work with clients. It becomes a prerequisite for successful business.

Keywords: fashion market, clothing, footwear and accessories market, consumer trends, consumer, consumption patterns, market research

For citation: Zinchenko S.V., Bijanova E.M., Khusainova A.D. Research of the transformation of consumer behavior in the fashion market. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):74–90. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-5

Введение

По оценкам компании Fashion Consulting Group, в 2021 г. объем всего фэшн-рынка, включающего аксессуаров, обувь и одежду, составлял 2,69 трлн руб., при этом 67 % рынка приходилось на одежду. В 2021 г. рынок вырос на 9 % [1]. По итогам 2021 г. фэшн-сегмент стал самым масштабным в структуре российского рынка электронной коммерции. Согласно данным компании «РБК Исследования рынков», на онлайн-продажи одежды, обуви и аксессуаров в 2021 г. приходилось порядка 12,7 % от его объема [2]. Высокой продолжает оставаться и динамика рынка электронной коммерции в фэшн-направлении, она составляет 30–40 %. В период пандемии она несколько снижалась, что связано с активизацией других («отстающих») сегментов, поскольку россияне включали в онлайн-покупки все больше категорий. Однако в перспективе пяти лет, по данным компании Fashion Consulting Group, доля электронных продаж будет составлять более 50 % от общих оборотов российского фэшн-рынка [1].

Сегодня фэшн-рынок меняется под влиянием различных кризисов, формируется новая бизнес-среда, а потребительское поведение трансформируется. Исследование потребительского поведения, которое всегда было в фокусе внимания компаний на разных рынках [3], в том числе и на фэшн-рынке, является целью данной работы.

Для достижения поставленной цели были изучены работы ученых в направлении исследования трансформации потребительского опыта в современных условиях (В. П. Неганова; Д. А. Сычева, Е. С. Недорезова; А. Б. Амангелдиева, А. К. Залазаева; А. Р. Ишниязова, С. А. Андропова, И. И. Юнусова; А. И. Ухова, А. Д. Окольников, Н. А. Беляев; А. Б. Воронкевич; Н. В. Аликперова; А. В. Маркеева, О. В. Гавриленко; О. С. Медведева и др.) [4–12], большая часть которых касается трансформации потребительского поведения в целом без привязки к конкретному рынку и демонстрирует общие тренды.

Проанализированы исследования различных авторов (Д. А. Гафарова; А. В. Шумский; И. Ю. Мельник; В. К. Денисов, А. А. Соловьева; А. В. Мельникова; Л. А. Сафина, Л. М. Тухбатуллина, Ф. А. Камалтдинова и др.) [13–18], в которых рассматриваются потребительские тренды на фэшн-рынке. В них, как правило, выделяются отдельные потребительские тренды с привязкой к конкретному временному периоду без учета различных кризисов и факторов, влияющих на рыночную ситуацию.

В условиях развития электронной коммерции и роста онлайн-продаж фэшн-продуктов для исследования потребительского поведения, клиентского опыта и оценки перспектив управления им появляется все больше новых возможностей, связанных с использованием цифровых технологий, позволяющих собирать аналитические данные и формировать исследовательские отчеты (исследования потребителей компаний PwC, Ipsos, Euromonitor International, Think with Google, Fashion Consulting Group, Data Insight и др.) [19–24], изученные в рамках данной работы.

Материалы и методы

Для современного человека одежда и обувь – товары, находящиеся на втором месте по необходимости потребления после продуктов питания. С одной стороны, покупая данные товары, потребитель заботится о своем здоровье, с другой – одним из факторов спроса является удовлетворение потребностей в красоте. Однако фэшн-рынок, к которому относятся одежда, обувь и аксессуары, обладает высокой чувствительностью к экономическим изменениям: при проявлении финансовых кризисов он реагирует одним из первых, так же, как и при изменении ситуации в обратную сторону. В последние десятилетия сильное влияние на рынок оказывали мировые финансовые кризисы, пандемия COVID-19, а также современная геополитическая ситуация.

По данным отчета «Анализ рынка одежды в России в 2016–2020 годах, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 годы» компании BusinesStat продажи одежды в России росли на 4,7–16,7 % в год в период с 2016 по 2017 г. Такая ситуация была следствием восстановления спроса потребителей после кризисных 2014–2015 гг., когда покупатели удовлетворяли нереализованные в кризисное время потребности и закрывали текущие. Объем продаж восстановился в 2018–2019 гг. до уровня 420–433 млн шт., что было чуть ниже значения 2017 г. В период пандемии по результатам 2020 г. продажи одежды в России составили 396 млн штук и снизились на 8,6 %, что было следствием сокращения доходов россиян, а также ограничительных мер и временного закрытия офлайн-ритейла в ситуации неблагоприятной эпидемиологической обстановки [25].

По данным Fashion Consulting Group, в 2020 г. из-за коронакризиса рынок российской моды в целом упал на 25 %, до 1,71 трлн руб. [26]. В 2021 г. объем фэшн-рынка в денежном выражении составил 1,8 трлн руб., т.е. рынок не восстановился до показателей доковидного периода (2019). При этом в 2021 г. продажи увеличились на 8–9 %, что связано с ростом потребительской уверенности. Несмотря на то, что значения индекса потребительской уверенности находились в отрицательной зоне (согласно данным исследова-

ния «Потребительский индекс Иванова», индекс вернулся к своему среднему значению: в первом квартале 2021 г. показатель равнялся –19 %, во втором – уже –17 %, а в третьем вырос до –16 %), в целом наблюдалась положительная динамика. На рис. 1 представлены обороты фэшн-рынка в России в 2018–2021 гг., которые подтверждают спад рынка в период пандемии COVID-19 и постепенное восстановление в 2021 г. [27].

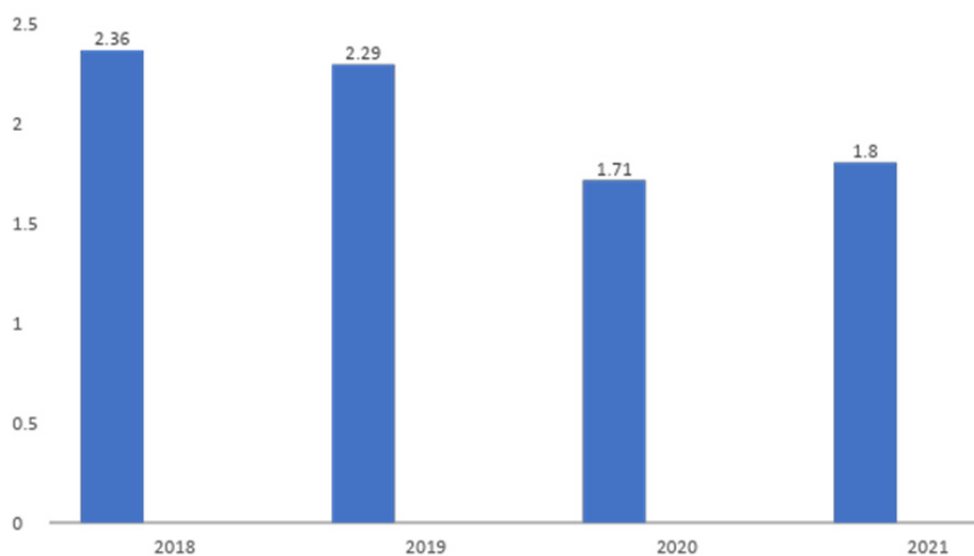


Рис. 1. Обороты фэшн-рынка в России в 2018–2021 гг., трлн руб. (по данным FCG) [27]

От более серьезного падения фэшн-рынок удержал отложенный спрос и сэкономленные из-за отсутствия путешествий и некоторых видов развлечений финансы, а также рост рынка электронной коммерции [25].

Онлайн-продажи в период пандемии показали существенный рост во всех отраслях, в том числе на фэшн-рынке, что было вызвано стремлением потребителей не остаться без покупок и товаров первой необходимости. Важно отметить, что к онлайн-ритейлерам обратились за покупками и те потребители, которые никогда не прибегали к онлайн-шоппину при покупке одежды и обуви.

За 2020 г. объем электронной торговли в сфере моды достиг 470 млрд руб. с НДС, т.е. увеличился на 40 %. Для сравнения, в 2020 г. выручка операторов от онлайн-торговли одеждой, обувью и аксессуарами составляла суммарно 337 млрд руб. [2]. В 2021 г. был также отмечен существенный рост в 37,9 %, и было реализовано товаров на 648,7 млрд руб., т.е. на 178,3 млрд руб. больше объемов 2020 г. (рис. 2) [27].

Согласно данным исследований компании РБК, в последние годы на рынке онлайн-продаж в фэшн-сегменте наблюдается существенная положительная динамика. Это отражает процент продаж в этом сегменте, совершаемых онлайн, который постоянно растет. Темп развития онлайн-торговли был ускорен в связи с коронавирусными ограничениями и, как следствие, закрытием офлайн-магазинов, что отражают данные рис. 3 [2].

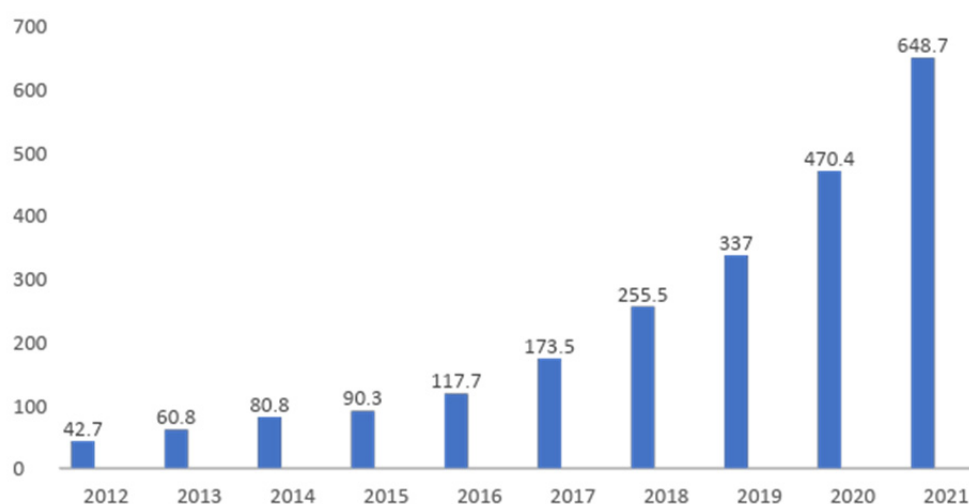


Рис. 2. Динамика объема российского рынка интернет-торговли одеждой, обувью и аксессуарами в 2012–2020 гг., млрд руб. (по данным компании «РБК Исследования рынков») [2]

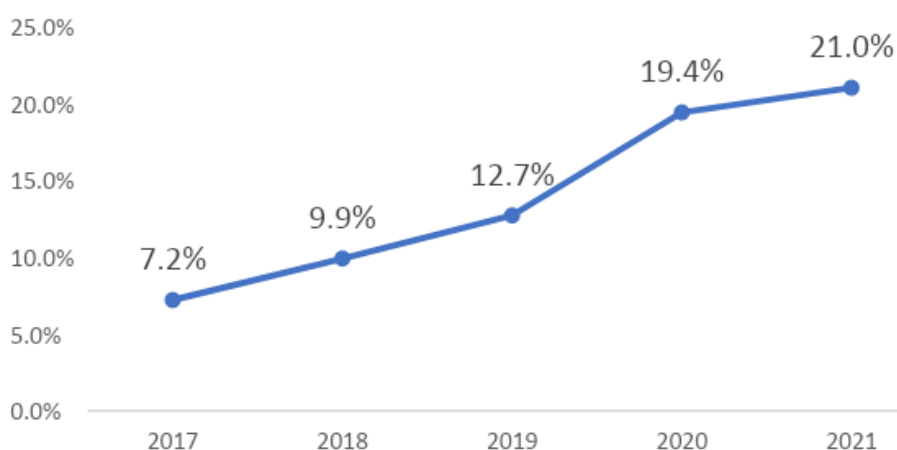


Рис. 3. Динамика доли онлайн-продаж в структуре всего рынка интернет-торговли одеждой, обувью, аксессуарами, 2017–2021 гг. (по данным компании «РБК Исследования рынков») [2]

Рост доли фэшн-сегмента в онлайн-ритейле обусловлен в целом естественным увеличением количества пользователей Интернета. За последние десятилетия разные возрастные группы активно осваивали мировую сеть. Важно отметить, что изменился и портрет аудитории, покупающей онлайн. Исследование аудитории интернет-магазинов одежды, обуви и аксессуаров показало, что онлайн-потребитель приблизился к офлайн-потребителю по различным характеристикам, в том числе демографическим. По данным отчета, представленного компанией «РБК Исследования рынков», в 2020 г. аудитория онлайн-покупателей товаров в сегменте фэшн в возрасте 18–54 лет составила 15,6 млн человек и выросла на 28,2 % [2]. Такой же тренд отмечается и в исследовании компании Euromonitor International, в котором говорится о цифровизации старшего поколения – людей от 60 лет, активно осваиваю-

щих дистанционное потребление – онлайн-покупки, цифровые услуги, доставку и т.п. [28].

На развитие онлайн-сегмента фэшн-рынка повлияло и развитие инфраструктуры онлайн-торговли в целом. В настоящее время основными каналами продаж онлайн-рынка одежды являются:

1. Собственные интернет-магазины компаний, которые чаще всего представлены сайтами брендов или шоурумов, где можно выбрать вещь, добавить в корзину, оформить заказ и оплатить, выбрав способ доставки. На основе рейтинга агентства Data Insight в категории «Одежда, обувь и аксессуары» по итогам 2020 г. выделяли следующий топ-10 интернет-магазинов России: Lamoda.ru – 52,97 млрд руб. (рост к 2019 г. +32 %), Voprix.ru – 13,14 млрд руб. (+18 %), Tsum.ru – 9,28 млрд руб. (+35 %), hm.com – 8,58 млрд руб. (+27 %), Rendez-Vous.ru – 4,94 млрд руб. (+24 %), KupiVIP.ru – 4,56 млрд руб. (–8 %), Zara.com – 4,4 млрд руб. (+13 %), Ursus.ru – 3,53 млрд руб. (+40 %), Reserved.com – 3,2 млрд руб. (+74 %), Ostin.com – 3,06 млрд руб. (+6 %) [29].

2. Маркетплейсы – платформы электронной торговли, где представлены бренды разных продавцов и реализуются разные категории товаров. В последние годы маркетплейсы Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет, СберМегаМаркет, AliExpress Россия и др. активно развивают фэшн-сегмент и в 2022 г. собираются расширять сегмент одежды, обуви и аксессуаров на своих платформах. Динамичное развитие фэшн-сегмента российского рынка электронной коммерции привлекает в него все новых игроков, что сказывается на усилении конкуренции за покупателя. В 2020 г. динамичнее всего росли продажи фэшн-продуктов универсальных маркетплейсов и монобрендовых магазинов, развивающих омниканальные модели [30]. По данным компании Ozon, с начала 2022 г. маркетплейс сконцентрировался на развитии фэшн-сегмента – категории Apparel, инвестировав в направление более 1 млрд руб. По результатам второго квартала 2022 г. оборот от продаж одежды, обуви и аксессуаров вырос в 2,3 раза в годовом сравнении, число активных покупателей, выбирающих фэшн-продукты, увеличилось более чем в два раза в годовом сравнении, одежду, обувь и аксессуары на площадке реализуют более 71 тыс. компаний (втрое больше, чем в 2021 г.) [31].

3. Мобильные приложения, которые имеют многие бренды одежды, а также каждый маркетплейс. Пользователи используют мобильные приложения ритейлеров, чтобы просматривать ассортимент товаров и узнавать о новинках, отслеживать цены, получать персонализированные предложения. Большая часть мобильных приложений брендов одежды и обуви имеет схожий интерфейс и процесс взаимодействия с покупателями [32].

4. Социальные сети. Лидирующей социальной сетью в России на данный момент является «ВКонтакте». В этой социальной сети есть большой инструментарий для организации онлайн-продаж одежды, обуви и аксессуаров [33].

Таким образом, можно отметить, что в целом в последние годы на фэшн-рынке наблюдается глобальная цифровая трансформация клиентского опыта – все большее количество покупок совершается онлайн, изменился и портрет целевой аудитории, покупающей онлайн. И если сначала этот процесс наблюдался из-за увеличения числа интернет-пользователей в целом, за-

тем ускорился на фоне сложной эпидемиологической ситуации, временного закрытия офлайн-ритейла, то в настоящее время он поддерживается за счет развития инфраструктуры онлайн-площадок, прихода новых игроков, совершенствования клиентского сервиса и появления новых цифровых технологий, позволяющих создавать уникальный клиентский опыт в онлайн-пространстве.

Одна из проблем прошлого в управлении клиентским опытом (customer experience management) была в том, что предлагаемые маркетологами решения не всегда поддавались контролю результата. Оперативно вмешиваться в создание позитивного отношения покупателей и формирования клиентского опыта было проблематично, так как получение обратной связи требовало много времени и затрат маркетингового бюджета, а замерять удовлетворенность не удавалось сразу после контакта. Сейчас для отслеживания поведения потребителей в онлайн-среде и получения обратной связи появилось много разных инструментов, многие компании стали уделять этому процессу серьезное внимание. Появились и отдельные специалисты по управлению клиентским опытом – исследователи клиентского опыта (CX researcher), менеджеры по дизайну клиентского опыта бренда (brand CX design manager) и др. Цифровизация клиентского опыта, коммуникаций с клиентами и бизнеса в целом упростила возможность сбора данных об аудитории. Понимание, что что-то идет не так или, наоборот, в верном направлении, сегодня возможно получать оперативнее и нагляднее. Для этого существуют различные метрики клиентского опыта на всем пути клиента – индекс приверженности клиентов (Net Promoter Score, NPS), показатель удовлетворенности потребителей (Customer Satisfaction Score, CSAT), показатель пользовательских усилий (Customer Effort Score, CES), уровень оттока клиентов (Customer Churn Rate, CCR), время отклика (First Response Time, FRT), среднее время обработки (Average Handling Time, AHT) и др. [34]. Развивается практика построения Карт пути клиента (Customer Journey Mapping), описывающих поведение клиента в каждой точке контакта с брендом или продуктом. Понимая, как выглядит путь клиента, какие ресурсы чаще всего используют покупатели и с какой частотой, где получают информацию, бренды могут грамотно выбрать площадки и инструменты для организации маркетинговой деятельности онлайн-продаж фэшн-продуктов.

Поведение потребителей при покупке фэшн-продуктов особенно выбивается из тенденций других товаров, поэтому важно изучать клиентский опыт. Например, такой отчетливый тренд, как изучение продукта перед приобретением, является актуальным для разных категорий товаров, но, по данным исследований платформы Think with Google, 42 % людей не делают этого в сфере одежды. Другим трендом на фэшн-рынке является предпочтение для первого знакомства с продуктом офлайн-ритейлу (42 % людей изучают товары онлайн, 45 % людей – офлайн). Начало пути к покупке также отличается. Если для других категорий продуктов более актуальны онлайн-источники, то при покупке одежды, например, важны советы друзей, помощь продавцов в офлайн-точках и другие личные рекомендации, на которые обращают внимание 14 % покупателей, другие же сразу приходят на сайты брендов и ритейлеров (12 % покупателей), сначала смотрят онлайн-видео и социальные сети (9 % покупателей), начинают путь к покупке с онлайн-

поиска (5 % покупателей). В онлайн-покупках российские покупатели ценят широкий ассортимент, недоступный в офлайн-ритейле, возможность сэкономить время на покупку, воспользоваться программами лояльности (бонусами, скидками, картами лояльности, промокодами и т.п.). Что касается барьеров для покупок онлайн, здесь можно отметить отсутствие возможности потрогать и примерить одежду, обувь или аксессуар, сложность выбора и сравнения товаров, а иногда и возврата, проблемы с доставкой и др. [35].

Компании работают над устранением барьеров, а с появлением новых цифровых технологий «Индустрии 4.0» все большее число людей начинают свой поиск фэшн-товаров в онлайн-пространстве и переходят к онлайн-покупкам. Так, онлайн-платформы вводят продуктовые изображения, в том числе с использованием 3D-технологий и видео-контента, используют детальное описание продукта, предлагают примерить одежду, обувь или аксессуар с помощью VR-технологий, вводят отслеживание доставки, бесплатную доставку и примерку в пунктах выдачи онлайн-заказов и др.

Таким образом, еще одним трендом потребительского поведения ближайших лет на фэшн-рынке становится гибридная модель покупок онлайн и офлайн – получение омниканального опыта. Причем, с одной стороны, все больше потребителей и компаний приходят в онлайн в связи с цифровой трансформацией, с другой – онлайн-ритейлеры открывают офлайн-магазины для создания дополнительного клиентского опыта. Фэшн-бизнес практически повсеместно использует омниканальную модель продаж, присутствуя в максимально возможных точках контакта с клиентами и создавая бесшовный клиентский опыт. Цифровое взаимодействие между онлайн и офлайн, удобство и доступность становятся новым потребительским трендом, а инновации и новые технологические решения все чаще доказывают свое первостепенное значение для формирования положительного клиентского опыта [36]. Стирание границ между физическим и цифровым миром, использование технологий «Индустрии 4.0» аналитическое агентство Euromonitor International в глобальном исследовании конъюнктуры рынка товаров и услуг называет «phygital» [37].

В исследовании компании Euromonitor International, касающемся основных тенденций на потребительском рынке в 2022 г., отмечается, что все больше людей в мире начинают искать новые продукты и способы поставок, что оказывает влияние на потребительский рынок. По итогам 2021 г. 28 % потребителей отмечали, что переориентировались на покупку товаров местного производства [37].

В 2022 г., когда в связи с политической ситуацией и международной обстановкой с российского рынка начали массово уходить зарубежные ритейлеры, фэшн-рынок также подвергся очередному кризису, что не могло не затронуть потребительское поведение. Прекратили работать около 50 иностранных фэшн-брендов, в том числе H&M Group, Mango, Marks&Spencer, испанская компания Inditex (бренды Zara, Bershka, Pull&Bear, Stradivarius, Oysho, Massimo Dutti и др.), японская группа Uniqlo, французская группа компаний LVMH (бренды Louis Vuitton, Christian Dior и др.), Kering (бренды Gucci, Balenciaga и др.), Chanel и др. Для замещения ушедших брендов ритейлеры развивают сотрудничество с другими странами, в том числе Индией, Китаем, Турцией, Ираном. Кроме того, в альтернативу ушедшим с рынка брендам

потребители начали рассматривать российские марки – 12 Storeez, Ushatáva, Siamm Siamm, Street Pie, Avgvst, Monochrome, Alena Akhmadullina и др.

Нельзя не отметить, что согласно исследованиям компании Fashion Consulting Group начала 2021 г., 60 % россиян уже считали, что одежда и обувь российского производства отличаются высоким качеством, а 52 % опрошенных отмечали, что их может склонить к покупке обстоятельство, что товар произведен в России. По данным исследований маркетплейса Wildberries, в первом квартале 2021 г. был отмечен рост спроса на отечественные бренды: за январь – апрель на маркетплейсе продажи товаров российского производства возросли на 73 %, зарубежных брендов – только на 17 % [27]. По данным компании Fashion Consulting Group, в 2021 г. в торговых центрах на российские розничные сети приходилось до 30–50 % площадей и в стрит-ритейле их было представлено около 20 %. В современных условиях у российских брендов есть потенциал роста, так как многие покинувшие российский рынок компании освободили и торговые площади [38], т.е. переход потребителей на новые фэшн-бренды стал очередным трендом последних лет, что обусловлено как объективными, так и субъективными факторами. В ответ на это меняется и структура предложения фэшн-брендов.

Череда кризисов, инфляция и повышение цен, рост безработицы, снижение уверенности в стабильности, непредсказуемость личных доходов и снижение располагаемых доходов в целом привели к изменению ценностей, сформировали новый тип потребителя и новые модели потребления на фэшн-рынке.

Компаниям необходимо обращать больше внимания на ценообразование – все больше российских потребителей становятся более чувствительными к цене, практичными и экономными покупателями, которым свойственна рыночная неопределенность. По данным глобального исследования потребительского поведения за 2020 г. компании PwC, 36 % респондентов (свыше трети) отдавали предпочтение продуктам со скидкой, а остальные (18 %) перешли на более дешевые аналоги [36]. В сложившихся обстоятельствах есть и вероятность повышения цен на одежду и обувь, что связано как с потерей постоянных партнеров и увеличением издержек на поиск новых, так и с покупкой сырья, которое подорожало. Российские бренды были связаны с иностранными поставщиками тканей, фурнитуры, оборудования и поэтому испытывают трудности с изготовлением новых коллекций. В условиях энергетического кризиса, удорожания топлива и роста стоимости транспортных услуг, разрыва логистических цепочек и роста издержек неизбежно увеличивается стоимость продукции, что не может не сказаться на поведении потребителей.

Одним из трендов потребительского поведения стала рационализация [39], которая проявляется не только в выборе дешевых аналогов товаров, отказе от импульсивных покупок и снижении потребления ненужных товаров, но и в заботе о личном времени и защите окружающей среды, экономии материалов [40]. Актуальной становится «зеленая» повестка. По данным исследования GreenMatch, 72 % покупателей в возрасте 15–20 лет сознательно выбирают экобренды и готовы переплачивать за органически произведенные товары. Кроме того, они выражают негативное отношение к брендам, производство которых не соответствует понятию «экологичный». Сегодня для по-

купателей как никогда важна возможность сдать на переработку ненужную одежду, за что они получают дополнительные бонусы. Актуальным становится и тренд под названием «slow fashion» («медленная мода»), когда для клиентов приоритетной становится покупка одной качественной вещи на несколько сезонов [41].

Пандемия ускорила принятие тренда устойчивого развития потребителями. В 2021 г. в отчете компании Ipsos «Trend Vision 2021. Потребитель в мире изменений» отмечаются четыре основных темы для россиян в этой сфере: экологические проблемы, мусорные проблемы, социальные проблемы и проблемы безопасности [42]. В таких условиях фэшн-компаниям необходимо трансформироваться в соответствии с глобальной климатической и социальной повесткой. Так, в 2022 г. ESG-политика вышла на первый план многих крупных компаний, в том числе работающих на фэшн-рынке. В 2022 г. издание Business of Fashion представило очередной отчет по устойчивому развитию с результатами исследования индустрии моды и экологических показателей компаний в фэшн-сегменте. В отчете рассматриваются вопросы использования переработанных материалов, сокращения вредных выбросов и внедрения циркулярной модели производства. Компании фэшн-рынка оценивались по следующим показателям: снижение выбросов, потребление воды, вредных химикатов, использование в производстве экоматериалов, открытость, соблюдение прав трудящихся. Отчет показал, что темп изменений в компаниях достаточно медленный. Наилучшие показатели продемонстрировали бренды Levi Strauss, Richemont, LVMH, Fast Retailing, Puma [43].

Заключение

Таким образом, на фэшн-рынке наблюдаются новые тренды потребительского поведения, которые возникают под влиянием различных факторов:

1. Цифровая трансформация потребительского опыта, которая началась в связи с развитием интернет-технологий, усилилась под влиянием пандемии COVID-19 и продолжает развиваться в настоящее время под влиянием новых технологий «Индустрии 4.0» (VR/AR-технологий, аналитики больших данных, искусственного интеллекта, 3D-технологий и др.), позволяющих формировать уникальный клиентский опыт в онлайн-пространстве.

2. Омниканальная модель покупок, которая оказалась достаточно прибыльной в период кризиса. С одной стороны, многие бренды занялись электронной торговлей в дополнение к сети офлайн-магазинов, с другой – часть брендов открыли офлайн-точки. Основными онлайн-каналами продаж являются собственные интернет-магазины брендов-одежды, маркетплейсы, социальные сети и мобильные приложения.

3. Поиск альтернатив для фэшн-продуктов, которые оказались недоступны из-за глобального сбоя цепочек поставок, в том числе переход потребителей на покупку российских фэшн-брендов, что меняет структуру предложения на фэшн-рынке.

4. Рационализация потребления и забота об окружающей среде. Современный потребитель хочет ощущать себя «взвешенным и рациональным», достичь максимальной степени удовлетворения от получения наибольшей пользы при ограниченном бюджете, что заставляет компании перестраивать ассортимент фэшн-продуктов.

Компаниям, работающим на фэшн-рынке, необходимо адаптироваться к новым потребительским привычкам и рыночным тенденциям, в противном случае они могут потерять большую долю покупателей в долгосрочной перспективе. Исследование трансформации потребительского поведения требует аналитики того, что действительно имеет ценность для клиентов, какие фэшн-продукты они выбирают, по какой цене, в каких каналах распределения и как можно выстроить с ними коммуникации. В результате для удержания позиций на рынке важно предложить персонализированный клиентский опыт и инвестировать в технологии, позволяющие его совершенствовать. Клиентский опыт укрепляет долговременные отношения компании с потребителями, определяет репутацию бренда и открывает новые бизнес-возможности.

Список литературы

1. Российский фэшн-рынок: итоги и прогнозы // FashionUnited. URL: <https://fashionunited.ru/novostee/vistavkee/rossijskij-feshn-rynok-itogi-i-prognozy/2022022333981> (дата обращения: 18.07.2022).
2. Российский рынок интернет-торговли одеждой, обувью и аксессуарами 2021 // РБК Исследования рынков. URL: <https://oborot.ru/forward.php?target=https%3A%2F%2Fmarketing.rbc.ru%2Fresearch%2F39860%2F> (дата обращения: 18.07.2022).
3. Зинченко С. В., Бижанова Е. М., Попова Е. А., Цибилова А. С. Маркетинговое исследование потребительского спроса на индивидуальное жилье в г. Пенза // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 4. С. 22–30. URL: <https://mss.pnzgu.ru/files/mss.pnzgu.ru/3420.pdf> (дата обращения: 15.08.2022).
4. Неганова В. П. Влияние COVID-19 на потребительские привычки: новые аспекты исследований // Экономика и управление. 2021. № 27 (12). doi:10.35854/1998-1627-2021-12-943-950
5. Сычева Д. А., Недорезова Е. С. Трансформация потребительского поведения в условиях пандемии // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 12-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-potrebitelskogo-povedeniya-v-usloviyah-pandemii> (дата обращения: 10.08.2022).
6. Амангелдиева А. Б., Залазаева А. К. Новые тенденции в потребительском поведении в условиях коронакризиса // Вопросы студенческой науки. 2021. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tendentsii-v-potrebitelskom-povedenii-v-usloviyah-koronakrizisa> (дата обращения: 15.08.2022).
7. Ишниязова А. Р., Андропова С. А., Юнусова И. И. Тенденции развития потребительского рынка России в современных условиях пандемии // Теория и практика общественного развития. 2021. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-potrebitelskogo-rynka-rossii-v-sovremennyh-usloviyah-pandemii> (дата обращения: 15.08.2022).
8. Ухова А. И., Окольнишников А. Д., Беляев Н. А. Трансформация потребительского поведения россиян в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-potrebitelskogo-povedeniya-rossiyan-v-usloviyah-rasprostraneniya-novoy-koronavirusnoy-infektsii-covid-19> (дата обращения: 10.08.2022).
9. Аликперова Н. В. Поведение потребителей: современные реалии и глобальные тренды // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2019. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povedenie-potrebiteley-sovremennye-realii-i-globalnye-trendy> (дата обращения: 10.08.2022).

10. Маркеева А. В., Гавриленко О. В. Трансформация потребительских практик: новые сценарии потребительского поведения и способы организации торговых пространств // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-potrebitelskih-praktik-novye-stsenarii-potrebitelskogo-povedeniya-i-sposoby-organizatsii-torgovuh-prostranstv> (дата обращения: 10.08.2022).
11. Медведева О. С. Основные модели потребительского поведения в современных условиях // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 5-3. С. 88–93. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=567> (дата обращения: 10.08.2022).
12. Воронкевич А. Б. Изменение особенностей потребительского поведения на рынке товаров массового потребления под влиянием цифровизации в России // Практический маркетинг. 2020. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-osobennostey-potrebitelskogo-povedeniya-na-rynke-tovarov-massovogo-potrebleniya-pod-vliyaniem-tsifrovizatsii-v-rossii> (дата обращения: 10.08.2022).
13. Гафарова Д. А. Тенденции российского рынка мужской и женской одежды // Торгово-экономический журнал. 2017. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-rossiyskogo-rynka-muzhskoy-i-zhenskoj-odezhdy> (дата обращения: 15.08.2022).
14. Шумский А. В. Индустрия моды в цифровую эпоху: тренды и технологии // Меди@льманах. 2021. № 4 (105). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-mody-v-tsifrovuyu-epohu-trendy-i-tehnologii> (дата обращения: 10.08.2022).
15. Мельник И. Ю. Факторы, влияющие на поведение потребителя на fashion-рынке // Маркетинг в России и за рубежом. 2019. № 5. С. 35–40. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41265360> (дата обращения: 10.08.2022).
16. Денисов В. К., Соловьева А. А. Исследование поведения потребителей fashion-сегмента в период POST-COVID // Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации (социальный инженер-2021). 2021. С. 306–309. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48201764> (дата обращения: 10.08.2022).
17. Мельникова А. В. Восприятие потребителями товаров индустрии моды // Экономика, предпринимательство и право. 2020. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vospriyatie-potrebitelyami-tovarov-industrii-mody> (дата обращения: 10.08.2022).
18. Сафина Л. А., Тухбатуллина Л. М., Камалтдинова Ф. А. Анализ рынка модных предложений и потребительских предпочтений в отношении подростковой и юношеской одежды // Научный журнал «Костюмология». 2020. № 1. URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/07IVKL120.pdf> (дата обращения: 10.08.2022).
19. PwC. URL: <https://www.pwc.com> (дата обращения: 10.08.2022).
20. Ipsos. URL: <https://www.ipsos.com/ru-ru> (дата обращения: 10.08.2022).
21. Euromonitor International. URL: <https://www.euromonitor.com> (дата обращения: 10.08.2022).
22. Think with Google. URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru> (дата обращения: 10.08.2022).
23. Fashion Consulting Group. URL: <https://fashionconsulting.ru> (дата обращения: 10.08.2022).
24. Data Insight. URL: <https://datainsight.ru> (дата обращения: 10.08.2022).
25. Анализ рынка одежды в России в 2016–2020 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 гг. // BusinesStat. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/39158> (дата обращения: 20.07.2022).
26. Объём fashion-рынка сократился на четверть // New Retail. URL: https://new-retail.ru/novosti/retail/obyem_fashion_rynka_sokratilsya_na_chetvert3712 (дата обращения: 20.07.2022).

27. Рынок fashion-retail в 2022 году: есть ли жизнь после Zara // DELOVOY PROFIL. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/gynok-fashion-retail-v-2022-godu-est-li-zhizn-posle-zara> (дата обращения: 20.07.2022).
28. Top 10 Global Consumer Trends 2022 // Euromonitor International. URL: https://www.euromonitor.com/top-10-global-consumer-trends-2022/report?_t_id=fSEx5gpTmMhXp57xyB-Lrw%3d%3d&_t_uid=VJbOxgFgSTSI1hpn6fvKIQ&_t_q=Top+10+Global+Consumer+Trends+2021&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a6d46c9d5-920a-4283-81f6-38d1fd21119d%2candquerymatch&_t_hit.id=Euromonitor_Core_Models_Catalog_ReportType_GlobalBriefings/CatalogContent_a7760b5b-edc1-4e34-bd4c-55e1f4a89b5f_en&_t_hit.pos=5 (дата обращения: 15.08.2022).
29. В TOP-100 интернет-магазинов от Data Insight вошло 19 новых игроков // Оборот.ru. URL: <https://oborot.ru/news/v-top-100-internet-magazinov-ot-data-insight-voshlo-19-novyh-igrokov-i133702.html> (дата обращения: 22.07.22).
30. Итоги 2020 fashion e-commerce: лидерами роста стали маркетплейсы и монобренды // Retail.ru. URL: <https://www.retail.ru/news/stilpark-vyshel-v-serpukhov-2-marta-2021-202368> (дата обращения: 15.08.2022).
31. Заказы одежды, обуви и аксессуаров на Ozon выросли в 2,4 раза и превысили 12 млн во втором квартале // Ozon. URL: <https://corp.ozon.ru/tpost/uf3lgg36b1-zakazi-odezhdi-obuvi-i-aksessuarov-na-oz> (дата обращения: 15.08.2022).
32. Сравнительный анализ мобильных приложений онлайн-магазинов одежды и обуви для iOS // New Retail. URL: https://new-retail.ru/business/e_commerce/sravnitelnyu_analiz_mobilnykh_prilozheniy_onlayn_magazinov_odezhdy_i_obuvi_dlya_ios6856 (дата обращения: 10.08.2022).
33. Социальные сети (рынок России) // TADVISER. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 10.08.2022).
34. Customer experience – о клиентском опыте, его метриках и управлении // НИУ ВШЭ. URL: <https://marketing.hse.ru/news/470680845.html> (дата обращения: 15.08.2022).
35. Как стимулировать онлайн-продажи одежды среди российских пользователей // Think with Google. URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru/consumer-insights/consumer-trends/e-comm-clothes/> (дата обращения: 29.07.2022).
36. Глобальное исследование потребительского поведения за 2020 год: Россия. Трансформация потребителя // Росконгресс. URL: <https://roscongress.org/materials/globalnoe-issledovanie-potrebitelskogo-povedeniya-za-2020-god-rossiya-transformatsiya-potrebitelya/> (дата обращения: 15.08.2022).
37. Top 10 Global Consumer Trends 2021 // Euromonitor International. URL: https://www.euromonitor.com/top-10-global-consumer-trends-2021/report?_t_id=xzCtQBWyPKKrfd09mwWEA%3d%3d&_t_uid=fAFoj3UMRMq0xH6Iol5JGw&_t_q=Top+10+Global+Consumer+Trends+2021&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a6d46c9d5-920a-4283-81f6-38d1fd21119d%2candquerymatch&_t_hit.id=Euromonitor_Core_Models_Catalog_ReportType_StrategyBriefing/CatalogContent_0bc75cc6-361a-41bf-874b-24a6202e7eed_en&_t_hit.pos=2 (дата обращения: 15.08.2022).
38. Бум спроса и запрет Instagram: почему российские бренды одежды активно идут в офлайн // АО «Ас Рус Медиа». URL: <https://www.forbes.ru/svoi-biznes/472419-bum-sprosa-i-zapret-instagram-pocemu-rossijskie-brendy-odezdy-aktivno-idut-v-oflajn> (дата обращения: 15.08.2022).
39. Рост осознанного потребления и другие тренды fashion-ритейла в России // РБК. URL: <https://pro.rbc.ru/demo/5f1edcec9a794744fe35ce84> (дата обращения: 15.08.2022).
40. Тренды посткризисного рынка: новый покупатель диктует стратегии ритейла // Fashion Consulting Group. URL: <https://fashionconsulting.ru/trendy-postkrizisnogo-rynka-novyy-pokupatel-diktuet-strategii-ritejla/> (дата обращения: 29.07.2022).

41. Пять главных трендов fashion-ритейла // Retail Loyalty. URL: <https://retail-loyalty.org/expert-forum/pyat-glavnykh-trendov-fashion-riteyla> (дата обращения: 18.07.2022).
42. Trend Vision 2020. Как сделать будущее управляемым // Ipsos. URL: <https://www.ipsos.com/ru-ru/trend-vision-2020-kak-sdelat-budushee-upravlyаемым> (дата обращения: 13.08.2022).
43. «Критический момент»: BoF опубликовали отчет по устойчивому развитию fashion-индустрии в 2022 году // Oskelly. URL: <https://oskelly.ru/blog/kriticheskij-moment-bof-opublikovali-otchet-po-ustojchivomu-razvitiyu-fashion-industrii-v-2022-godu/> (дата обращения: 13.08.2022).

References

1. Russian fashion market: results and forecasts. *FashionUnited*. (In Russ.). Available at: <https://fashionunited.ru/novostee/vistavkee/rossijskij-feshn-rynok-itogi-i-prognozy/2022022333981> (accessed 18.07.2022).
2. The Russian market of online trade in clothing, footwear and accessories 2021. *RBK Issledovaniya rynkov = RBC Market Research*. (In Russ.). Available at: <https://oborot.ru/forward.php?target=https%3A%2F%2Fmarketing.rbc.ru%2Fresearch%2F39860%2F> (accessed 18.07.2022).
3. Zinchenko S.V., Bizhanova E.M., Popova E.A., Tsibizova A.S. Marketing research of consumer demand for individual housing in Penza. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;(4):22–30. (In Russ.). Available at: <https://mss.pnzgu.ru/files/mss.pnzgu.ru/3420.pdf> (accessed 15.08.2022).
4. Neganova V.P. The impact of COVID-19 on consumer habits: new aspects of research. *Ekonomika i upravlenie = Economics and management*. 2021;(27). (In Russ.). doi:10.35854/1998-1627-2021-12-943-950
5. Sycheva D.A., Nedorezova E.S. Transformation of consumer behavior in a pandemic. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economics and Business: theory and practice*. 2021;(12-3). (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-potrebitelskogo-povedeniya-v-usloviyah-pandemii> (accessed 10.08.2022).
6. Amangeldieva A.B., Zalazaeva A.K. New trends in consumer behavior in the conditions of coronacrisis. *Voprosy studencheskoy nauki = Questions of student science*. 2021;(5). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tendentsii-v-potrebitelskom-povedenii-v-usloviyah-koronakrizisa> (accessed 15.08.2022).
7. Ishniyazova A.R., Andronova S.A., Yunusova I.I. Trends in the development of the Russian consumer market in modern conditions of the pandemic. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya = Theory and practice of social development*. 2021;(12). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-potrebitelskogo-rynka-rossii-v-sovremennyh-usloviyah-pandemii> (accessed 15.08.2022).
8. Ukhova A.I., Okol'nishnikov A.D., Belyaev N.A. Transformation of consumer behavior of Russians in the conditions of the spread of a new coronavirus infection (COVID-19). *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment = Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*. 2021;(1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-potrebitelskogo-povedeniya-rossiyan-v-usloviyah-rasprostraneniya-novoy-koronavirusnoy-infektsii-covid-19> (accessed 10.08.2022).
9. Alikperova N.V. Consumer behavior: modern realities and global trends. *Gumanitarnye nauki. Vestnik Finansovogo universiteta = Humanities. Bulletin of the Financial University*. 2019;(4). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/povedenie-potrebiteley-sovremennye-realii-i-globalnye-trendy> (accessed 10.08.2022).
10. Markeeva A.V., Gavrilenko O.V. Transformation of consumer practices: new scenarios of consumer behavior and ways of organizing retail spaces. *Vestnik Moskovskogo*

- universiteta. Seriya 18. Sotsiologiya i politologiya = Bulletin of the Moscow University. Series 18. Sociology and Political Science.* 2017;(2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-potrebitelskih-praktik-novyeh-senarii-potrebitelskogo-povedeniya-i-sposoby-organizatsii-torgovyh-prostranstv> (accessed 10.08.2022).
11. Medvedeva O.S. Basic models of consumer behavior in modern conditions. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava = Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law.* 2019;(5-3):88–93. (In Russ.). Available at: <https://vael.ru/ru/article/view?id=567> (accessed 10.08.2022).
 12. Voronkevich A.B. Changing the features of consumer behavior in the market of mass consumer goods under the influence of digitalization in Russia. *Prakticheskiy marketing = Practical marketing.* 2020;(7). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-osobennostey-potrebitelskogo-povedeniya-na-rynke-tovarov-massovogo-potrebleniya-pod-vliyaniem-tsifrovizatsii-v-rossii> (accessed 10.08.2022).
 13. Gafarova D.A. Trends of the Russian market of men's and women's clothing. *Torgovo-ekonomicheskiy zhurnal = Trade and Economic journal.* 2017;(1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-rossiyskogo-rynka-muzhskoy-i-zhenskoy-odezhdy> (accessed 15.08.2022).
 14. Shumskiy A.V. Fashion industry in the digital age: trends and technologies. *Medi@l'manakh = Medi@lmanah.* 2021;(4). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-mody-v-tsifrovuyu-epohu-trendy-i-tehnologii> (accessed 10.08.2022).
 15. Mel'nik I.Yu. Factors influencing consumer behavior on the fashion market. *Marketing v Rossii i za rubezhom = Marketing in Russia and abroad.* 2019;(5):35–40. (In Russ.). Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41265360> (accessed 10.08.2022).
 16. Denisov V.K., Solov'eva A.A. Research of consumer behavior of the fashion segment during the POST-COVID period. *Sotsial'no-gumanitarnye problemy obrazovaniya i professional'noy samorealizatsii (sotsial'nyy inzhener-2021) = Socio-humanitarian problems of education and professional self-realization (social engineer-2021).* 2021:306–309. (In Russ.). Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48201764> (accessed 10.08.2022).
 17. Mel'nikova A.V. Consumers' perception of fashion industry goods. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo = Economics, entrepreneurship and law.* 2020;(2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vospriyatie-potrebitelyami-tovarov-industrii-mody> (accessed 10.08.2022).
 18. Safina L.A., Tukhbatullina L.M., Kamaltdinova F.A. Analysis of the market of fashion offers and consumer preferences in relation to adolescent and youth clothing. *Nauchnyy zhurnal «Kostyumologiya» = Scientific journal "Costumology".* 2020;(1). (In Russ.). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/07IVKL120.pdf> (accessed 10.08.2022).
 19. PwC. Available at: <https://www.pwc.com> (accessed 10.08.2022).
 20. Ipsos. Available at: <https://www.ipsos.com/ru-ru> (accessed 10.08.2022).
 21. Euromonitor International. Available at: <https://www.euromonitor.com> (accessed 10.08.2022).
 22. Think with Google. Available at: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru> (accessed 10.08.2022).
 23. Fashion Consulting Group. Available at: <https://fashionconsulting.ru> (accessed 10.08.2022).
 24. Data Insight. Available at: <https://datainsight.ru> (accessed 10.08.2022).
 25. Analysis of the clothing market in Russia in 2016-2020, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021–2025. *BusinessStat.* (In Russ.). Available at: <https://marketing.rbc.ru/research/39158> (accessed 20.07.2022).
 26. The volume of the fashion market has decreased by a quarter. *New Retail.* (In Russ.). Available at: https://new-retail.ru/novosti/retail/obyem_fashion_rynka_sokratilsya_na_chetvert3712 (accessed 20.07.2022).

27. Fashion-retail market in 2022: is there life after Zara. *DELOVOY PROFIL = BUSINESS PROFILE*. (In Russ.). Available at: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-fashion-retail-v-2022-godu-est-li-zhizn-posle-zara> (accessed 20.07.2022).
28. Top 10 Global Consumer Trends 2022. *Euromonitor International*. Available at: https://www.euromonitor.com/top-10-global-consumer-trends-2022/report?_t_id=fSEx5gpTmMhXp57xyBLrw%3d%3d&_t_uuid=VJbOxgFgSTSI1hpn6fvKIQ&_t_q=Top+10+Global+Consumer+Trends+2021&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a6d46c9d5-920a-4283-81f6-38d1fd21119d%2candquerymatch&_t_hit.id=Euromonitor_Core_Models_Catalog_ReportType_GlobalBriefings/CatalogContent_a7760b5b-edc1-4e34-bd4c-55e1f4a89b5f_en&_t_hit.pos=5 (accessed 15.08.2022).
29. 19 new players entered the TOP-100 online stores from Data Insight. *Oborot.ru*. (In Russ.). Available at: <https://oborot.ru/news/v-top-100-internet-magazinov-ot-data-insight-voshlo-19-novyh-igrokov-i133702.html> (accessed 22.07.22).
30. Results of 2020 fashion e-commerce: marketplaces and mono-brands have become growth leaders. *Retail.ru*. (In Russ.). Available at: <https://www.retail.ru/news/stilpark-vyshel-v-serpukhov-2-marta-2021-202368> (accessed 15.08.2022).
31. Orders of clothing, shoes and accessories on Ozon increased 2.4 times and exceeded 12 million in the second quarter. *Ozon*. (In Russ.). Available at: <https://corp.ozon.ru/tpost/uf3lgg36b1-zakazi-odezhdi-obuvi-i-aksessuarov-na-oz> (accessed 15.08.2022).
32. Comparative analysis of mobile applications of online clothing and footwear stores for iOS. *New Retail*. (In Russ.). Available at: https://new-retail.ru/business/e-commerce/sravnitelnyy_analiz_mobilnykh_prilozheniy_onlayn_magazinov_odezhdy_i_obuvi_dlya_ios6856 (accessed 10.08.2022).
33. Social networks (Russian market). *TADVISER*. (In Russ.). Available at: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (accessed 10.08.2022).
34. Customer experience – about customer experience, its metrics and management. *NIU VShE = HSE*. Available at: <https://marketing.hse.ru/news/470680845.html> (accessed 15.08.2022).
35. How to stimulate online sales of clothing among Russian users. *Think with Google*. (In Russ.). Available at: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru/consumer-insights/consumer-trends/e-comm-clothes/> (accessed 29.07.2022).
36. Global Consumer Behavior Survey for 2020: Russia. Transformation of the consumer. *Roskongress*. (In Russ.). Available at: <https://roscongress.org/materials/globalnoe-issledovanie-potrebitelskogo-povedeniya-za-2020-god-rossiya-transformatsiya-potrebitelya/> (accessed 15.08.2022).
37. Top 10 Global Consumer Trends 2021. *Euromonitor International*. Available at: https://www.euromonitor.com/top-10-global-consumer-trends-2021/report?_t_id=xzCtQBWyPKKrfd09mwxWEA%3d%3d&_t_uuid=fAFoj3UMRMq0xH6Io15JGw&_t_q=Top+10+Global+Consumer+Trends+2021&_t_tags=language%3aen%2csiteid%3a6d46c9d5-920a-4283-81f6-38d1fd21119d%2candquerymatch&_t_hit.id=Euromonitor_Core_Models_Catalog_ReportType_StrategyBriefing/CatalogContent_0bc75cc6-361a-41bf-874b-24a6202e7eed_en&_t_hit.pos=2 (accessed 15.08.2022).
38. Boom in demand and the Instagram ban: why Russian clothing brands are actively going offline. *AO «As Rus Media» = As Rus Media JSC*. (In Russ.). Available at: <https://www.forbes.ru/svoi-biznes/472419-bum-sprosa-i-zapret-instagram-pocemu-rossijskie-brendy-odezdy-aktivno-idut-v-oflajn> (accessed 15.08.2022).
39. The growth of conscious consumption and other trends of fashion retail in Russia. *RBK = RBC*. (In Russ.). Available at: <https://pro.rbc.ru/demo/5f1edcec9a794744fe355ce84> (accessed 15.08.2022).
40. Trends of the post-crisis market: a new buyer dictates retail strategies. *Fashion Consulting Group*. (In Russ.). Available at: <https://fashionconsulting.ru/trendy-postkrizisnogo-rynka-novyyj-pokupatel-diktuet-strategii-ritejla/> (accessed 29.07.2022).

41. The five main trends of fashion retail. *Retail Loyalty*. (In Russ.). Available at: <https://retail-loyalty.org/expert-forum/pyat-glavnykh-trendov-fashion-riteyla> (accessed 18.07.2022).
42. Trend Vision 2020. How to make the future manageable. *Ipsos = Ipsos*. (In Russ.). Available at: <https://www.ipsos.com/ru-ru/trend-vision-2020-kak-sdelat-buduschee-upravlyаемым> (accessed 13.08.2022).
43. "Critical moment": BoF published a report on the sustainable development of the fashion industry in 2022. *Oskelly*. (In Russ.). Available at: <https://oskelly.ru/blog/kriticheskij-moment-bof-opublikovali-otchet-po-ustojchivomu-razvitiyu-fashion-industrii-v-2022-godu/>

Информация об авторах / Information about the authors

Светлана Владимировна Зинченко

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры маркетинга, коммерции
и сферы обслуживания,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: slatynova@mail.ru

Svetlana V. Zinchenko

Candidate of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of marketing,
commerce and service,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Евгения Михайловна Бижанова

кандидат экономических наук,
доцент кафедры маркетинга, коммерции
и сферы обслуживания,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: janette@list.ru

Evgenia M. Bijanova

Candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of marketing, commerce and service,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Анастасия Дмитриевна Хусаинова

магистрант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: anastasyagrey98@gmail.com

Anastasia D. Khusainova

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

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 11.09.2022

Поступила после рецензирования/Revised 25.10.2022

Принята к публикации/Accepted 28.10.2022

ВЛИЯНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ОНЛАЙН-ДИСТРИБУЦИЮ НА РЫНКЕ ГОСТИНИЧНЫХ УСЛУГ

Н. В. Уткина¹, А. С. Сидорова²

^{1, 2} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹natalya.utkina-pnz@yandex.ru, ²a.sidorova92@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Проблема продаж в гостиничном бизнесе за последние годы стала особенно актуальной, в том числе по причине активного развития интернет-возможностей при формировании эффективных каналов дистрибуции на рынке гостиничных услуг. Приводятся результаты исследования влияния нестабильности макросреды на онлайн-дистрибуцию гостиничных предприятий, работающих на российском рынке. *Материалы и методы.* Методологической базой исследования стал системный подход. Для сбора первичных данных об изменениях в системах каналов дистрибуции гостиничных предприятий использовался метод опроса. Опрос проводился среди отельеров в марте 2022 г., когда в РФ приостановили свою деятельность многие зарубежные онлайн-трэвел-агенты (ОТА). Для исследования доходности каналов дистрибуции гостиничных услуг использовались методы экономического анализа. *Результаты.* Результаты сравнительного анализа доходности различных каналов дистрибуции, а также результаты опроса представителей менеджмента гостиничных предприятий в совокупности с изучением динамики развития сферы туризма и гостиничной отрасли позволили авторам сделать ряд выводов о влиянии нестабильности внешней среды на онлайн-дистрибуцию гостиничных предприятий в РФ. *Выводы.* Результаты исследования могут быть использованы руководителями среднего и высшего звена гостиничных предприятий при реорганизации существующих систем каналов дистрибуции гостиничных услуг.

Ключевые слова: внутренний туризм, рынок туризма, гостиничный бизнес, каналы дистрибуции, онлайн-продажи, онлайн-трэвел-агентства (ОТА)

Для цитирования: Уткина Н. В., Сидорова А. С. Влияние нестабильности внешней среды на онлайн-дистрибуцию на рынке гостиничных услуг // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 91–103. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-6

THE IMPACT OF THE ENVIRONMENTAL INSTABILITY ON ONLINE DISTRIBUTIONS IN THE HOTEL SERVICES MARKET

N.V. Utkina¹, A.S. Sidorova²

^{1, 2} Penza State University, Penza, Russia
¹natalya.utkina-pnz@yandex.ru, ²a.sidorova92@yandex.ru

Abstract. *Background.* The problem of sales in the hotel business in recent years has become particularly relevant, including due to the active development of Internet opportunities in the formation of effective distribution channels in the hotel services market. The

article presents the results of a study of the impact of macro environment instability on the online distribution of hotel companies operating in the Russian market. *Materials and methods.* The systematic approach became the methodological basis of the study. To collect primary data on changes in the systems of distribution channels of hotel enterprises, a survey method was used. The survey was conducted among hoteliers in March 2022, when many foreign online travel agents (OTA) suspended their activities in the Russian Federation. Methods of economic analysis were used to study the profitability of distribution channels for hotel services. *Results.* The results of a comparative analysis of the profitability of various distribution channels, as well as the results of a survey of representatives of the management of hotel enterprises, together with a study of the dynamics of the development of the tourism and hotel industry, allowed the authors to draw a number of conclusions about the impact of the instability of the external environment on the online distribution of hotel enterprises in the Russian Federation. *Conclusions.* The results of the study can be used by middle and senior managers of hotel enterprises in the reorganization of existing systems of distribution channels for hotel services.

Keywords: domestic tourism, tourism market, hotel business, distribution channels, online sales, online travel agencies (OTA)

For citation: Utkina N.V., Sidorova A.S. The impact of the environmental instability on online distributions in the hotel services market. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):91–103. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-6

Введение

Экономическая устойчивость гостиничного предприятия во многом зависит от эффективности его системы организации продаж, выбора каналов дистрибуции гостиничных услуг и работы с ними. Особенно остро эта проблема стоит в современных условиях хозяйствования, когда происходят значительные изменения в спросе и поведении потребителей, их перехода в онлайн, а также из-за санкционного давления, приводящего к уходу зарубежных компаний с российского рынка. Структура рынка меняется, появляются новые каналы дистрибуции, меняются модели взаимодействия между гостиничным предприятием, покупателями гостиничных услуг и рыночными посредниками. Это актуализирует решение задач, связанных с выбором каналов онлайн-дистрибуции и совершенствованием системы продаж организаций гостиничного бизнеса в условиях нестабильной рыночной среды на российском рынке.

Исследованием проблем управления продажами и онлайн-дистрибуцией в гостиничном бизнесе занимались многие авторы. Среди них можно выделить работы Е. Д. Ицакова [1], А. А. Курочкиной, С. М. Сергеева, О. В. Лукиной [2], Ю. В. Шутиной [3], М. В. Кобяк, Е. Н. Валединской, Е. Л. Ильиной, А. Н. Латкина [4] и др. Однако анализ публикаций по исследовательской проблематике показал отсутствие научных работ по изучению влияния нестабильности макросреды на онлайн-дистрибуцию гостиничных предприятий, работающих на российском рынке. Изучение данного вопроса в текущих условиях имеет высокое практическое значение.

Каналы дистрибуции гостиничного предприятия

Согласно классической теории маркетинга, каналы дистрибуции (распределения) представляют собой совокупность независимых организаций,

вовлеченных в процесс предоставления товара или услуги индивидуальным потребителям или компаниям-заказчикам [5, с. 576]. В свою очередь, совокупность каналов дистрибуции образует систему распределения товара или услуги конкретного предприятия. В экономической науке и на практике различают системы, образованные каналами «прямого» и «непрямого» («косвенного») распределения.

Обобщенная типовая структура системы каналов дистрибуции современного гостиничного предприятия (на примере городского отеля), функционирующего на российском рынке гостиничных услуг, изображена на рис. 1.

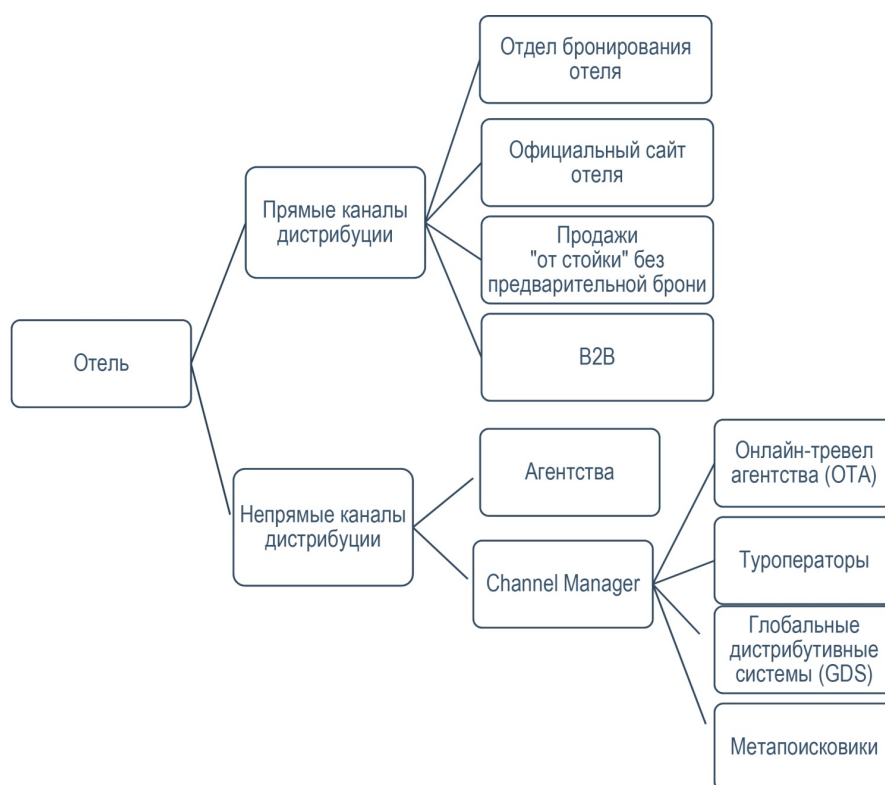


Рис. 1. Структура системы каналов дистрибуции современного гостиничного предприятия (составлено авторами)

При организации системы продаж гостиничных услуг важно понимать, как будет выстроена работа гостиничного предприятия с его рыночными посредниками и конечными покупателями (потребителями) в каждом канале дистрибуции. При этом следует учесть, что значительное влияние на доходность (соответственно, и на эффективность) того или иного канала оказывают уровень вертикальной интеграции и структура управления отношениями в канале [6, 7].

Кроме того, доходность канала дистрибуции конкретного гостиничного предприятия зависит от таких факторов, как:

- место расположения объекта и тип гостиничного предприятия (курортный, городской, загородный);
- номерной фонд;

- звездность (категория гостиничного предприятия);
- целевая аудитория;
- организация системы продаж гостиничных услуг в самой компании: количество и квалификация сотрудников, распределений функций между ними, иерархия подчиненности и пр.

Так, например, проведенный нами анализ систем продаж гостиничных услуг в нескольких городских отелях с разным номерным фондом, работающих на российском рынке, показал следующее:

1. Небольшому отелю с номерным фондом 5–10 номеров для эффективной работы достаточно обучить сотрудников прямым продажам (телефон, электронная почта, продажи от стойки), а также выстроить партнерские отношения с 1–2 агентами, работающими с целевыми сегментами отеля.

2. Отелю с номерным фондом 100–200 номеров требуется организация отдела продаж с налаженной системой работы с разными целевыми сегментами отеля. Необходимы создание и последующая поддержка удобного «продающего» сайта, а также организация онлайн-продаж с привлечением наиболее эффективных агентов, работающих в данном регионе в сегментах B2B и B2C, при этом следует постоянно отслеживать и анализировать работу каждого. В качестве примера приведем результаты анализа уровня доходности каналов дистрибуции отеля HELIOPARK Residence (3*), работающего в г. Пензе, номерной фонд которого составляет 93 номера [8]. Отметим, что анализ проводился за период с марта по апрель 2022 г. в сравнении с аналогичным периодом 2021 г. (рис. 2). Выбор временного периода для анализа доходности каналов дистрибуции отеля обусловлен необходимостью исследования влияния ухода с российского рынка иностранных компаний, обеспечивающих онлайн-продажи гостиничных услуг. В марте 2022 г. из-за возникших технических сложностей, а также наложенных санкций большинство зарубежных ОТА были вынуждены прекратить свою работу в РФ. Первыми стали AirBNB, приостановившие возможность дистанционного снятия денежных средств с виртуальных банковских карт. За ним последовали Expedia, Agoda, Trivago, а затем и Booking.com, на долю последнего по разным данным приходилось от 40 до 90 % бронирований [9].



Рис. 2. Динамика уровня доходов от продаж гостиничных услуг в разрезе различных каналов дистрибуции отеля HELIOPARK Residence в 2021–2022 гг. (сравнение за март – апрель)

Проведенный анализ показал, что для отеля HELIOPARK Residence (3*) наибольшую суммарную доходность приносят прямые каналы дистрибуции: отдел бронирования, продажа гостиничных услуг на стойке ресепшн без предварительной брони, брони через официальный сайт. Изменения структуры рынка онлайн-бронирования привели к сокращению доходности продаж через каналы онлайн-дистрибуции: с 49 % в марте – апреле 2021 г. до 35 % в аналогичном периоде 2022 г. (см. рис. 2). Отелю HELIOPARK Residence (3*), как и многим другим гостиничным предприятиям, работающим в РФ, пришлось подстраивать свои бизнес-процессы под текущие обстоятельства и трансформировать сложившуюся систему каналов дистрибуции гостиничных услуг.

Резкие и значительные изменения на рынке онлайн-бронирования, с одной стороны, привели к экономической нестабильности в гостиничной отрасли, а с другой – открыли возможности перед российскими компаниями, обеспечивающими онлайн-продажи гостиничных услуг.

Следует отметить, что организация продаж гостиничных услуг как офлайн, так и онлайн, предполагает выплаты комиссионного вознаграждения или предоставление скидки посреднику от открытых тарифов. Размер комиссии/скидки варьируется от 10 до 25 %. Как правило, агенты, работающие на B2C-рынке, запрашивают комиссию/скидку в размере 10–18 %. Агенты, ведущие деятельность на B2B-рынке, – от 18 % до 25 %. Размер комиссии также зависит от особенностей политики агента по продвижению своих услуг, предполагаемого объема продаж (чем больше доход от одного агента, тем выше размер комиссии/скидки), от участия отеля в программах агентства по продвижению объекта на электронной площадке и других условий.

В силу указанных причин возникает задача – исследовать влияние нестабильности внешней среды на онлайн-продажи на рынке гостиничных услуг в РФ, а именно выявить, как изменились каналы онлайн-дистрибуции гостиничных предприятий после ухода иностранных ОТА, поменялись ли условия работы с рыночными посредниками на рынке.

Материалы и методы

Цель работы – исследовать влияние нестабильности внешней среды на онлайн-дистрибуцию гостиничных предприятий.

Объект исследования – гостиничные предприятия, работающие на российском рынке (основной акцент в исследовании сделан на сегмент городских отелей категории 2–4 *).

Методологической базой исследования стали системный подход, общенаучные методы анализа и синтеза, методы маркетинговых исследований, методы экономического анализа, статистические методы обработки информации.

Методика исследования предусматривала проведение анкетного опроса экспертов рынка гостиничных услуг; мониторинг рынка гостиничных услуг г. Пензы; анализ статистических данных Росстата, Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства культуры и туризма Пензенской области. Информационной базой также послужили общедоступные аналитиче-

ские материалы профессиональных объединений в отрасли гостиничного хозяйства, сети отелей HELIOPARK Hotels & Resorts, собственные исследования авторов.

Результаты

Анкетный опрос экспертов рынка гостиничных услуг проводился в апреле 2022 г. (непосредственно в период рыночной нестабильности). В опросе приняли участие 167 представителей отельного бизнеса, среди которых 64 % человек занимают руководящие должности (руководители подразделений, управляющие, директора). От каждого средства размещения в опросе принимал участие один представитель.

Опрос проводился посредством создания и распространения электронной формы анкеты. В качестве каналов распространения анкеты использовались выборочные рассылки на электронные адреса субъектов предпринимательства, зарегистрированных в Пензенской области и оказывающих гостиничные услуги (при поддержке Министерства культуры и туризма Пензенской области, Фонда поддержки предпринимательства Пензенской области), а также в профессиональные телеграмм-каналы для отельеров и специалистов сферы туризма с количеством подписчиков более 1500 человек.

Основу выборки формируют представители городских отелей. Они составляют 61 % респондентов, принявших участие в опросе. На рис. 3 представлена структура выборки по типу средства размещения в разрезе номерного фонда отеля:

- 37 % респондентов – представители средних отелей (51–200 номеров);
- 26 % респондентов – представители малых отелей (16–50 номеров);
- 25 % респондентов – представители мини-отелей с номерным фондом до 15 номеров;
- 12 % респондентов – представители больших средств размещения с номерным фондом свыше 200 номеров.



Рис. 3. Структура выборки по типу средства размещения в разрезе номерного фонда отеля

По результатам исследования установлено, что 58 % отельеров оценили загрузку своих объектов в марте 2022 г. как прежнюю или возросшую по сравнению с аналогичным периодом 2021 г. (рис. 4). При этом 80 % респондентов, которые указали на рост загрузки средства размещения, отметили, что продавали свои гостиничные услуги посредством трех и более ОТА.

Тем не менее 26 % отельеров отметили снижение загрузки на 20 % и выше (рис. 4). Среди последних 18 % работали только с Booking.com; 29 % сотрудничали также еще с одним-двумя ОТА.

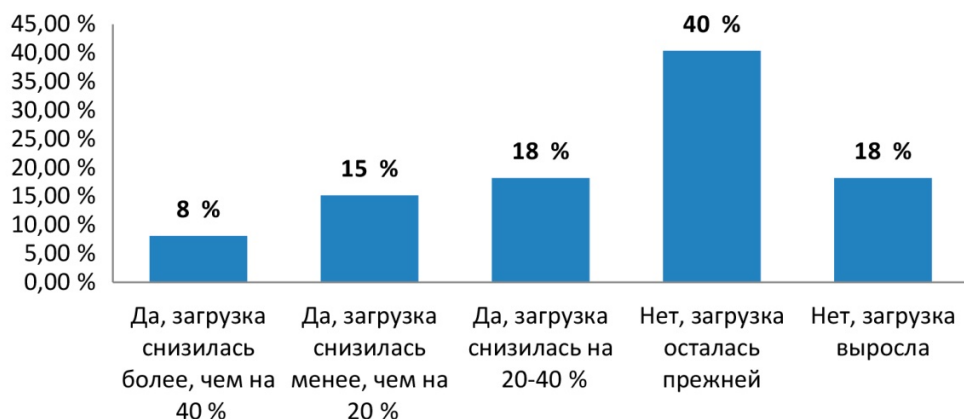


Рис. 4. Структура ответов на вопрос «4 марта Booking.com приостановил бронирование отелей территории РФ. Оказало ли это влияние на загрузку Вашего объекта в марте?»

Исследование показало, что большинство отельеров, участвующих в опросе (74 % респондентов), до марта 2022 г. сотрудничали с шестью и более различными сервисами онлайн-бронирования (рис. 5). При этом 95 % респондентов сообщили о наличии у средства размещения собственного сайта, обеспечивающего прямые продажи.

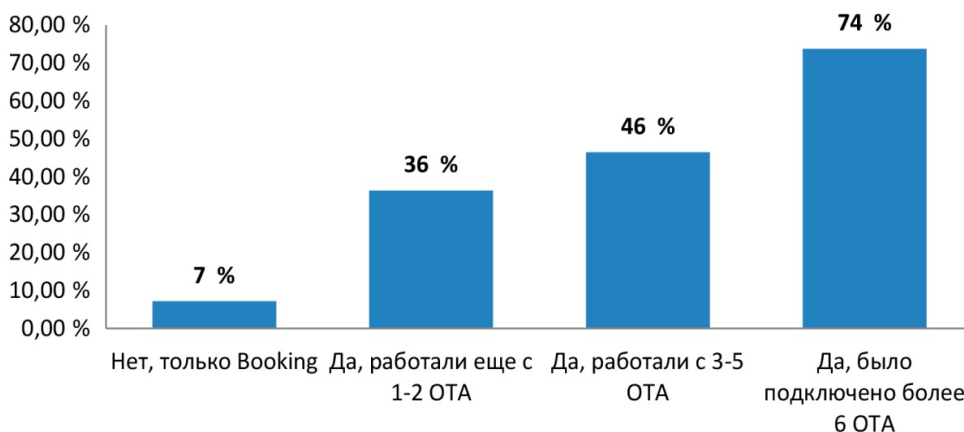


Рис. 5. Структура ответов на вопрос «Сотрудничали ли Вы ранее с другими онлайн-тревел-агентствами (ОТА), кроме Booking.com?»

Многие эксперты отмечают, что уход зарубежных игроков с российского рынка онлайн-бронирования стимулировал отельеров к расширению своих систем распределения за счет увеличения количества каналов онлайн-дистрибуции. Это подтверждается и результатами исследования: 71 % респондентов ответили, что оперативно, менее чем за месяц, «подключили» новые каналы онлайн-дистрибуции (рис. 6).



Рис. 6. Структура ответов на вопрос «Заклучили ли Вы договоры с другими ОТА после приостановки бронирования Booking.com в России?»

По результатам исследования, 93 % отельеров, участвующих в опросе, отметили рост доли прямых продаж. При этом в целом респонденты отмечают незначительные изменения в уровне спроса по сравнению с мартом 2021 г. (рис. 7).

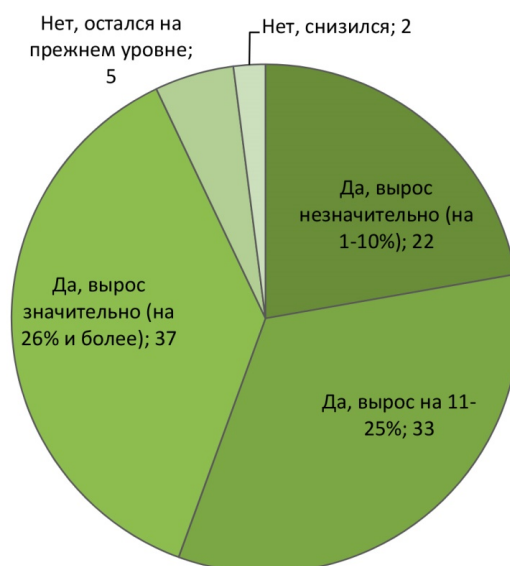


Рис. 7. Структура ответов на вопрос «Вырос ли у Вас объем прямых продаж (за последний месяц)?»

В гостиничном бизнесе рост доли прямых продаж наблюдался в целом по России. Так, по информации компании TravelLine, в марте – апреле 2022 г. в среднем по стране количество прямых броней, осуществляемых через модули бронирования на официальных сайтах отелей, увеличилось на 72 % (рис. 8) [10].

Краткая сводка

Значения сравниваются с аналогичным периодом в 2021 году

Бронирования

- Брони через модуль **увеличились на 72%**
- Брони из OTA **уменьшились на -52%**
- Заездов **больше на 6%**
- Отменять брони стали на **-32% реже**

Рис. 8. Данные дашборда TravelLine на 15.04.2022 [10]

Проведенный нами анализ эффективности каналов онлайн-дистрибуции отелей сети HELIOPARK Hotels & Resorts, работающих в г. Пензе, также показал значительный рост доли прямых продаж через официальный сайт сети (рис. 9, 10).

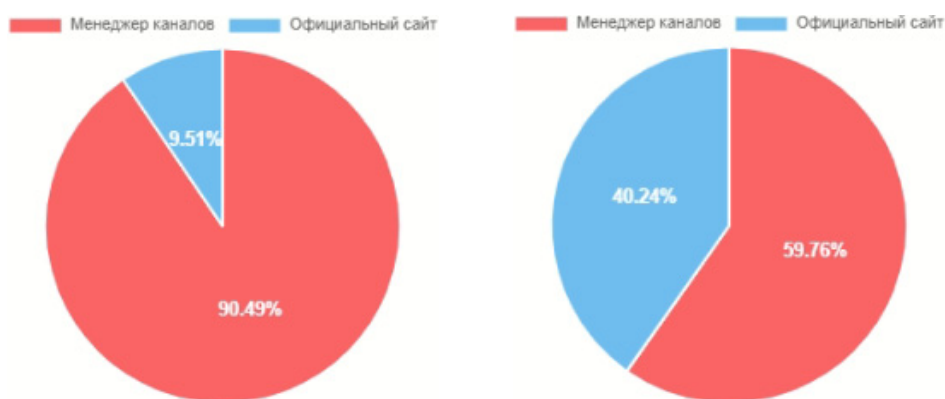


Рис. 9. Доля прямых продаж через официальный сайт в общем объеме онлайн-продаж отеля HELIOPARK Cruie (2*) в марте – апреле 2021 г. (слева) и марте – апреле 2022 г. (справа)

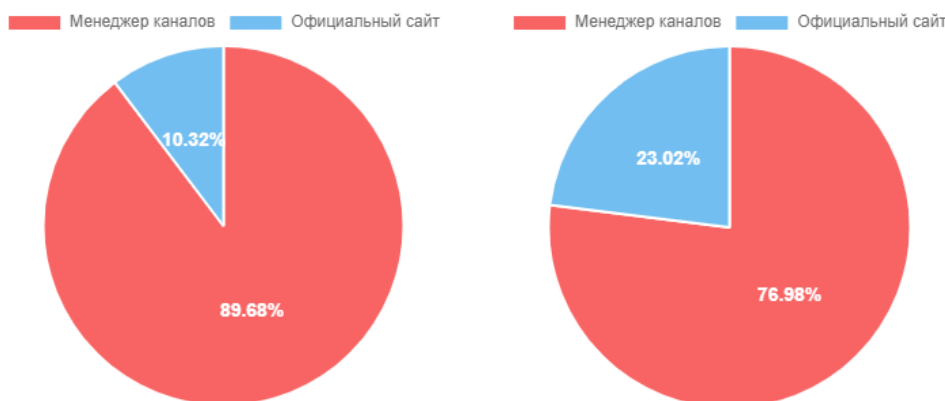


Рис. 10. Доля прямых продаж через официальный сайт в общем объеме онлайн-продаж отеля HELIOPARK Residence (3*) в марте – апреле 2021 г. (слева) и марте – апреле 2022 г. (справа)

Отметим, что в нашем исследовании не ставилась задача проведения анализа интенсивности конкурентной борьбы на рынке онлайн-бронирования РФ, тем не менее поведение российских игроков, работающих как ОТА, является крайне любопытным. После ухода с рынка Booking.com началась конкурентная гонка российских ОТА за лидерство на рынке.

В первые дни после прекращения работы сервиса Booking.com лидером среди ОТА стал Bronevik.com, второе и третье место занимали Ostrovok.ru и Acase.ru. Однако по итогам месяца главными бенефициарами марта 2022 г. стали Ostrovok.ru, Alean.ru и «Яндекс.Путешествия». При этом усилилась концентрация рынка. Топ-5 каналов дистрибуции в период с 5 по 7 марта имели совокупную долю в 58,7 %, а в период 22–28 марта – уже 67 % [11].

К маю 2022 г. Bronevik.com уступил первое место Ostrovok.ru. Следует отметить, что Ostrovok.ru и по настоящее время сохраняет за собой лидерство, обеспечив значительный отрыв от конкурентов (рис. 11).

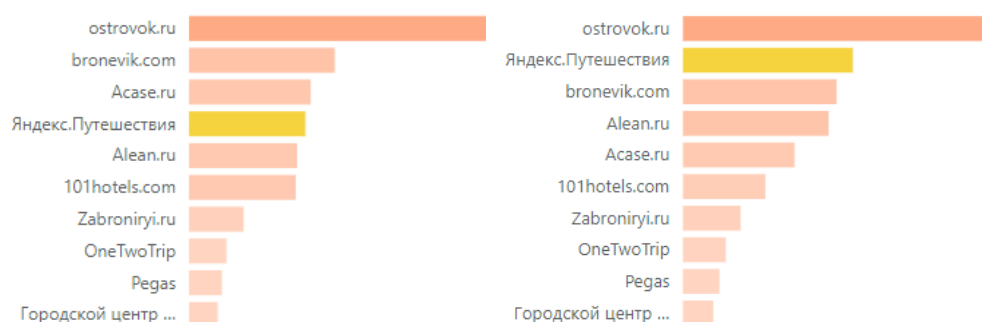


Рис. 11. Данные дашборда компании TravelLine по популярности ОТА и метапоисковиков за последние 7 дней на 20.05.2022 (слева) и на 20.08.2022 (справа)

Важным является тот факт, что в марте 2022 г. ряд компаний, обеспечивающих онлайн-продажи гостиничных услуг, пошли на временное снижение комиссионного вознаграждения для новых и текущих отелей-партнеров. Так, например, сервисы «Яндекс.Путешествия», «101 Отель» и «Отелло» предложили комиссию в размере 10 % вместо стандартных 14–15 %. Таким образом, отелям оказалось выгоднее работать с российскими ОТА, чем с ушедшими зарубежными компаниями. Данный вывод подтверждается результатами проведенного нами анализа эффективности каналов онлайн-дистрибуции отелей HELIOPARK Cruie (2*) и HELIOPARK Residence (3*), работающих в г. Пензе.

Заключение

Изучение вопросов, связанных с выбором каналов онлайн-дистрибуции и управлением ими, имеет важное практическое значение как для менеджмента гостиничных предприятий, так и для посредников-агентов, действующих на различных этапах продажи гостиничных услуг.

Проведенное нами исследование влияния нестабильности внешней среды на онлайн-дистрибуцию гостиничных предприятий позволило сделать следующие выводы:

1. В результате ухода зарубежных ОТА с российского рынка увеличилось количество прямых продаж через модули бронирования официальных

сайтов гостиничных предприятий. Доходы с официального сайта оказались выше доходов от продаж через агентов, но меньше общей доли продаж через ОТА. В целом можно резюмировать, что уход зарубежных ОТА стал серьезной встряской для представителей гостиничного бизнеса, подстегнув их к активному развитию как в плане расширения количества каналов дистрибуции, так и в ориентации на прямые бронирования. На наш взгляд, данная ситуация имеет позитивные последствия, так как может открыть новые пути формирования конкурентоспособного гостиничного продукта, его реализации и продвижения.

2. В выигрышном положении оказались отельеры, которые и до событий марта 2022 г. ориентировались на принцип омниканальности онлайн-продаж, не делали ставку только на один, хоть и весьма удобный канал дистрибуции. Современной стратегией для увеличения дохода и большей стабильности гостиничного бизнеса является использование различных каналов дистрибуции, имеющих «выход» на целевую аудиторию гостиничного предприятия.

3. Благодаря произошедшим изменениям на рынке появились возможности для развития российских ОТА и метапоисковиков. Первое место по количеству броней номерночех занимает Ostrovok.ru. Значительный рост показали сервисы «Яндекс.Путешествия», OneTwoTrip, «101 Отель» и SmartWay. При этом Ostrovok.ru и «Яндекс.Путешествия» в настоящее время лидируют по своей популярности на рынке онлайн-бронирования, доказав партнерам и клиентам свою ценность. Однако рынок по-прежнему не является устоявшимся, расстановка сил может измениться.

4. Внешние факторы оказали значительное влияние на рынок онлайн-бронирования, но практически не сказались на реальном спросе на гостиничные услуги в России. Именно поэтому в сложившихся условиях так важна и значима государственная поддержка гостиничного бизнеса, в том числе через различные программы стимулирования спроса на путешествия россиян по своей стране.

В заключение следует отметить, что гостиничный бизнес в РФ снова и снова доказывает свою гибкость к быстроменяющимся условиям внешней среды, что есть силы для перестройки бизнес-процессов, внесения корректив в стратегии работы на рынке, формирования и поддержания партнерских отношений. Однако справляются только те команды, у которых хватает профессиональных навыков, отраслевых компетенций и скорости реагирования.

Список литературы

1. Ицаков Е. Д. Электронные системы бронирования как метод повышения конкурентоспособности гостиничной отрасли России : автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2013. 18 с.
2. Курочкина А. А., Сергеев С. М., Лукина О. В. Информационное взаимодействие при оказании услуг гостеприимства в концепции цифровой экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 3. С. 87–93.
3. Шутина Ю. В. Разработка и внедрение системы онлайн продаж в гостиничном бизнесе в период пандемии COVID-19 // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. 2020. № 2-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-vnedrenie-sistemy-onlayn-prodazh-v-gostinichnom-biznese-v-period-pandemii-covid-19> (дата обращения: 25.08.2022).

4. Кобяк М. В., Валединская Е. Н., Ильина Е. Л., Латкин А. Н. Особенности управления маркетингом и продажами в сфере гостеприимства и туризма // Дискуссия. 2017. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-upravleniya-marketingom-i-prodazhami-v-sfere-gostepriimstva-i-turizma> (дата обращения: 07.09.2022).
5. Котлер Ф., Боуэн Дж., Мейкенз Дж. Маркетинг. Гостеприимство. Туризм : учеб. для студентов вузов : пер. с англ. 4-е изд., перераб. и доп. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2013. 1071 с.
6. Штерн Л. В., Эль-Ансари А. И., Кофлан Э. Т. Маркетинговые каналы : пер. с англ. 5-е изд. М. : Вильямс, 2002. 624 с.
7. Уткина Н. В. Формирование маркетинговой системы распределения продукции потребительского назначения (на примере предприятий обувной промышленности) : дис. ... канд. экон. наук. Пенза, 2010. 240 с.
8. Официальный сайт отеля HELIOPARK Residence (3*). URL: <https://www.heliopark.ru/hotels/residence> (дата обращения: 20.08.2022).
9. Пешкина Н., Демидкина К. Эффект заполнения пустоты: как происходит передел на рынке онлайн-бронирования жилья. URL: <https://www.forbes.ru/svoibiznes/467379-effekt-zapolnenia-pustoty-kak-proishodit-peredel-na-rynke-onlajn-bronirovania-zil-a> (дата обращения: 25.08.2022).
10. График бронирований и отмен в отелях // Официальный сайт компании TravelLine. URL: <https://www.travelline.ru/blog/dashboard/> (дата обращения: 15.04.2022).
11. Баскаков П. Гонка российских ОТА. 11 апреля 2022. URL: <https://hotelier.pro/news/item/gonka-rossiyskikh-ota/> (дата обращения: 20.08.2022).

References

1. Itsakov E.D. *Electronic booking systems as a method of increasing the competitiveness of the hotel industry in Russia*. PhD abstract. Moscow, 2013:18. (In Russ.)
2. Kurochkina A.A., Sergeev S.M., Lukina O.V. Information interaction in the provision of hospitality services in the concept of digital economy. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Proceedings of the St. Petersburg State University of Economics*. 2020;(3):87–93. (In Russ.)
3. Shutina Yu.V. Development and implementation of an online sales system in the hotel business during the COVID-19 pandemic. *Vestnik assotsiatsii vuzov turizma i servisa = Bulletin of the Association of Tourism Universities and service*. 2020;(2-2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-vnedrenie-sistemy-onlayn-prodazh-v-gostinichnom-biznese-v-period-pandemii-covid-19> (accessed 25.08.2022).
4. Kobayak M.V., Valedinskaya E.N., Il'ina E.L., Latkin A.N. Features of marketing and sales management in the field of hospitality and tourism. *Diskussiya = Discussion*. 2017;(5). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-upravleniya-marketingom-i-prodazhami-v-sfere-gostepriimstva-i-turizma> (accessed 07.09.2022).
5. Kotler F., Bouen Dzh., Meykenz Dzh. *Marketing. Gostepriimstvo. Turizm: ucheb. dlya studentov vuzov: per. s angl. 4-e izd., pererab. i dop = Marketing. Hospitality. Tourism : textbook for university students : trans. from English 4th ed., reprint. and additional*. Moscow: YuNITI-DANA, 2013:1071. (In Russ.)
6. Shtern L.V., El'-Ansari A.I., Koflan E.T. *Marketingovye kanaly: per. s angl. 5-e izd = Marketing channels : trans. from English. 5th ed*. Moscow: Vil'yams, 2002:624. (In Russ.)
7. Utkina N.V. *Formation of a marketing system for the distribution of consumer products (on the example of shoe industry enterprises)*. Phd dissertation. Penza, 2010:240. (In Russ.)

8. *Ofitsial'nyy sayt otelya HELIOPARK Residence (3*) = The official website of the HELIOPARK Residence (3*)*. (In Russ.). Available at: <https://www.heliopark.ru/hotels/residence> (accessed 20.08.2022).
9. Peshkina N., Demidkina K. *Effekt zapolneniya pustoty: kak proiskhodit peredel na rynke onlayn-bronirovaniya zhil'ya = The effect of filling the void: how is the transition in the online housing booking market*. (In Russ.). Available at: <https://www.forbes.ru/svoi-biznes/467379-effekt-zapolnenia-pustoty-kak-proishodit-peredel-na-rynke-onlajn-bronirovaniya-zil-a> (accessed 25.08.2022).
10. Schedule of bookings and cancellations in hotels. *Ofitsial'nyy sayt kompanii Travel-Line = Official website of TravelLine*. (In Russ.). Available at: <https://www.travelline.ru/blog/dashboard/> (accessed 15.04.2022).
11. Baskakov P. *Gonka rossiyskikh OTA. 11 aprelya 2022 = The Race of Russian OTAs. April 11, 2022*. (In Russ.). Available at: <https://hotelier.pro/news/item/gonka-rossiyskikh-ota/> (accessed 20.08.2022).

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Владимировна Уткина

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры маркетинга,
коммерции и сферы обслуживания,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: natalya.utkina-pnz@yandex.ru

Natalya V. Utkina

Candidate of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of marketing,
commerce and service sector,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Анастасия Сергеевна Сидорова

магистрант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: a.sidorova92@yandex.ru

Anastasiya S. Sidorova

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

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 01.11.2022

Поступила после рецензирования/Revised 20.11.2022

Принята к публикации/Accepted 21.11.2022

Раздел 2
МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ
В ТЕХНИКЕ

Section 2
MODELS, SYSTEMS, NETWORKS
IN THE TECHNIQUE

УДК 004.912
doi:10.21685/2227-8486-2022-3-7

**МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ
ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
В ДИНАМИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Е. А. Макарова¹, Д. Г. Лагереv²

^{1,2} Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
¹m4karova.e@yandex.ru, ²lagerevvg@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Применение моделей интеллектуального анализа данных повышает эффективность и ускоряет процесс принятия решений в динамических организационных системах, особенно при необходимости обработки большого количества значимых слабоструктурированных текстовых данных. Однако для эффективного использования таких данных требуется применение специальных методов их предварительной обработки. Рассмотрен процесс сбора и обработки слабоструктурированных текстовых данных на русском языке с целью дальнейшего использования в моделях интеллектуального анализа данных и последующей передачи результатов обработки лицу, принимающему решения (ЛПР). *Материалы и методы.* Описана модель обработки слабоструктурированных данных на основе использования интеллектуальных технологий с минимальным привлечением эксперта – специалиста в предметной области принятия решений. Рассмотрен процесс обработки текстовых данных с включением дополнительных этапов, позволяющих добиться лучшего качества обработанных данных. Предложен подход разметки данных, сочетающий сильные стороны машинной и человеческой обработки. *Результаты.* Для проверки эффективности модели приведены примеры построения процесса обработки с включением дополнительных этапов, позволяющих оперативно исправлять, выполнять очистку от дублей и предоставить ЛПР информацию в удобной для восприятия форме. Выполнена апробация предложенной модели для обработки текстовых данных в динамических организационных системах, таких как система управления персоналом и система управления здравоохранением на уровне региона.

© Макарова Е. А., Лагереv Д. Г., 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

По итогам апробации показана эффективность по снижению трудозатрат лица, принимающего решения, и, соответственно, увеличение скорости и обоснованности принятия решений, особенно для повторных решений. *Выводы.* Результаты исследования могут быть использованы для информационного управления в различных динамических организационных системах. Использование предложенной модели позволяет сократить время работы эксперта с сохранением качества обработки слабоструктурированных данных.

Ключевые слова: информационное управление, динамические организационные системы, интеллектуальный анализ данных, обработка естественного языка, слабоструктурированные данные, управление кадрами, управление здравоохранением

Для цитирования: Макарова Е. А., Лагерева Д. Г. Модель обработки слабоструктурированных текстовых данных на русском языке для интеллектуальной поддержки информационного управления в динамических организационных системах // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 104–125. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-7

MODEL OF PROCESSING SEMI-STRUCTURED TEXT DATA IN RUSSIAN FOR INTELLECTUAL SUPPORT OF INFORMATION MANAGEMENT IN DYNAMIC ORGANIZATIONAL SYSTEMS

E.A. Makarova¹, D.G. Lagereva²

^{1, 2} Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia
¹m4karova.e@yandex.ru, ²lagerevvg@yandex.ru

Abstract. *Background.* The use of data mining models increases the efficiency and speeds up the decision-making process in dynamic organizational systems, especially when it is necessary to process a large amount of meaningful semi-structured text data. But, for the effective use of such data, the use of special methods for their preliminary processing is required. This article discusses the process of collecting and processing semi-structured text data in Russian for further use in data mining models, and subsequent transfer of processing results to the decision maker. *Materials and methods.* A model for processing semi-structured data based on the use of intelligent technologies with minimal involvement of an expert – a specialist in the subject area of decision making is described. The process of processing text data with the inclusion of additional stages, allowing achieving the best quality of the processed data, is considered. A data markup approach is proposed that combines the strengths of machine and human processing. *Results.* To test the effectiveness of the model, examples are given of constructing a processing process with the inclusion of additional stages that allow you to quickly correct, clean up duplicates and provide decision makers with information in a form that is easy to understand. The proposed model was tested for processing text data in dynamic organizational systems, such as a personnel management system and a healthcare management system at the regional level. Based on the results of the approbation, the effectiveness of reducing the labor costs of the decision maker and, accordingly, increasing the speed and validity of decision-making, especially for repeated decisions, has been shown. *Conclusions.* The results of the study can be used for information management in various dynamic organizational systems. The use of the proposed model makes it possible to reduce the expert's work time while maintaining the quality of semi-structured data processing.

Keywords: information management, dynamic organizational systems, data mining, natural language processing, semi-structured data, personnel management, healthcare management

For citation: Makarova E.A., Lagerev D.G. Model of processing semi-structured text data in russian for intellectual support of information management in dynamic organizational systems. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):104–125. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-7

Введение

Высокие темпы изменений в экономике и социальной жизни ставят новые вызовы перед управленцами в разных сферах – решения нужно принимать все быстрее, при этом необходимо учитывать все большее количество информации о ситуации, чтобы поддержать обоснованность принятых решений на должном уровне. Экономические изменения в 2022 г. влекут за собой необходимость смены контрагентов и логистических цепочек, что диктует необходимость быстрого заключения новых контрактов. Увеличение количества сделок свойственно разным сферам социально-экономической жизни. Растет рынок поглощения и слияния, в том числе в таких социально важных сферах, как медицина [1], где каждой сделке предшествует сбор подробной информации о юридических лицах и ситуации в регионе или сфере действия.

Для получения полной картины к структурированной информации, которой обычно оперируют лица, принимающие решения (ЛПР) – финансовые отчеты и т.д., необходимо добавлять **слабоструктурированные** источники текстовых данных. Существует множество источников таких данных – от открытых данных в интернет-СМИ и социальных сетях до информации из полей свободного ввода в профессиональных закрытых базах данных (например, медицинских). В публичных источниках наблюдается рост объема информации, только социальными сетями на момент 2021 г. пользуется более 67 % населения России [2].

В настоящее время для поддержки принятия решений часто используются модели и методы интеллектуального анализа данных (ИАД), что позволяет повысить оперативность и обоснованность принимаемых управленческих решений. Обычно добавление текстовых данных из слабоструктурированных источников в модель анализа может значительно увеличить точность модели [3]. Несмотря на развитие исследований в области анализа и генерации текстов [4] и то, что современные системы поддержки принятия решений (СППР) часто поддерживают возможность добавления текстовой информации в модели интеллектуального анализа данных, вопросы выбора методов сбора и обработки данных все еще остаются в зоне ответственности ЛПР. По некоторым оценкам, сбор и обработка может занимать до 70 % трудозатрат [5] в процессе анализа данных. Особенно эти трудозатраты заметны в динамических организационных системах [6], поскольку решения требуется принимать оперативно, с учетом регулярно обновляемой информации. К подобным системам относятся системы управления предприятием, здравоохранением, процессом образования и т.д. Различные финансовые системы также чувствительны к обновлению информации: например, исследовано влияние пресс-релизов ЦБ РФ на ожидания и поведение участников денежного рынка [7].

Но в то же время исследования показывают, что наличие положительного эффекта от использования текстовых данных в моделях ИАД во многом зависит от методов их предобработки. Например, исследователи вопроса эффективности добавления текстовых данных в модели прогнозирования фи-

нансовых событий пришли к выводу, что прирост точности модели достигается только при условии правильного сбора и предобработки текстовых данных [8]. Разработка методов предварительной обработки текстовых данных для последующего их использования в процессе анализа данных является весьма актуальной задачей. Публикуются работы, ставящие своей целью систематизацию имеющихся знаний по этой области для английского языка [9]. Много работ посвящено влиянию методов предобработки на итоговый результат применительно к определенным структурам данных, как, например, сообщения в социальных сетях [10, 11]. В то же время научные коллективы из разных стран рассматривают способы обработки для анализа текстов на локальных языках [12]. В контексте управления организационными системами эти задачи относятся к процессу информационного управления – управления информацией, которой владеет ЛПР на момент принятия решения [13]. При работе с большими массивами данных, которые могут быть учтены при принятии решений, нужно стремиться к тому уровню информированности ЛПР, который побудит его принимать наиболее эффективные с точки зрения оперативности и обоснованности решения.

Однако инструментария для обработки слабоструктурированных текстовых данных на русском языке, особенно содержащих профессиональную лексику, недостаточно для качественной поддержки задачи эффективного информационного управления в системах, в которых информация обновляется и обрабатывается регулярно, без привлечения большого количества человеческих ресурсов. С учетом изложенного целью исследования является построение модели автоматизированной обработки слабоструктурированных текстовых данных на русском языке для использования в процессе информационного управления объектами динамических организационных систем.

Материалы и методы

1. Процесс принятия управленческих решений в динамических организационных системах с использованием слабоструктурированных данных

В данном разделе рассмотрен процесс принятия управленческих решений в динамических организационных системах с использованием слабоструктурированных данных, включая модель обработки подобных данных.

Предлагаемая модель основана на классическом контуре управления, отображающем связь между объектом и субъектом управления [6].

Модель процесса принятия управленческих решений в динамических организационных системах с использованием слабоструктурированных данных можно описать следующим образом:

$$A = \langle R, U, S, I, M, Z; O \rangle,$$

где R – многократно повторяющиеся задачи, которые необходимо решить ЛПР; M – множество многократно повторяющихся управленческих воздействий, реализующих принцип обратной связи; Z – обратная связь по управленческому решению; I – информация, доступная для анализа и прогнозирования будущих состояний; U – обновляющиеся во времени слабоструктурированные данные, состоящие из: U_i – данных из внутренних источников субъекта

управления, U_o – данных из внешних источников, описывающих субъект управления; S – обновляющиеся во времени структурированные данные; O – результаты обработки данных, информация для ЛПР.

Примерами внутренних источников данных могут служить: корпоративные базы данных, системы документооборота и т.д. В качестве внешних источников может выступать: информация из интернет-ресурсов, СМИ, социальных сетей и т.п.

Схема модели процесса принятия управленческих решений в динамических организационных системах с использованием слабоструктурированных текстовых данных представлена на рис. 1.

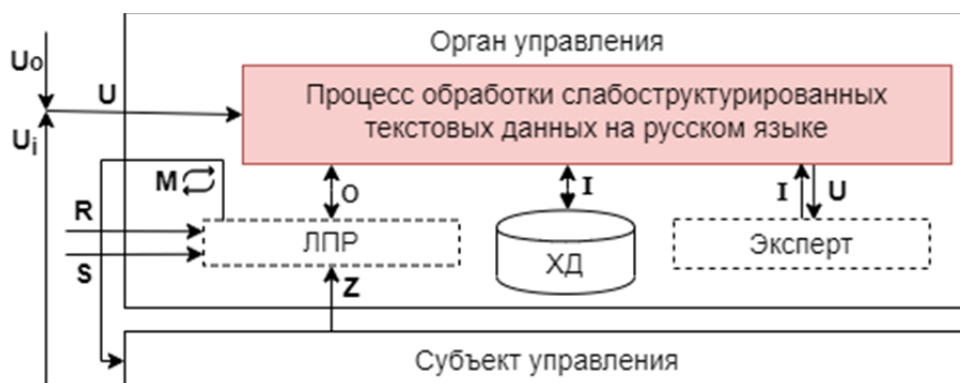


Рис. 1. Модель процесса принятия управленческих решений в динамических организационных системах с использованием слабоструктурированных текстовых данных

Исходя из низкого качества полностью автоматической оценки семантической и тональной составляющей текстов на естественном языке, процесс обработки подобных данных все еще требует привлечения эксперта. Задача организации обработки текстовых данных сводится к сокращению трудозатрат эксперта путем частичной автоматизации данного процесса. Рассматривая динамические организационные системы, важно также учесть повторяемость процесса обработки во времени. Использование результатов (в том числе промежуточных), полученных на предыдущих итерациях принятия решений, может дать дополнительный прирост скорости при подготовке данных для принятия последующих решений.

Описанная модель процесса принятия управленческих решений в динамических организационных системах позволяет включать слабоструктурированные текстовые данные в процесс анализа уже на этапе первичной настройки сбора данных, а также выполнять их обработку с привлечением ЛПР или эксперта в предметной области. Параметры модели, заданные на этом этапе, и результаты их применения сохраняются, что позволяет сократить время при решении повторяющихся задач, таких как, например, мониторинг состояния объекта управления.

Поскольку в статье рассматривается информационное управление динамической организационной системой с использованием слабоструктурированных текстовых данных, именно процессам сбора, обработки и представления информации будет уделено особое внимание. Представленный процесс

будет расширен на этапе обработки слабоструктурированных текстовых данных для более быстрого и эффективного получения необходимой информации о субъекте управления путем использования обработанных данных в моделях ИАД или передачи их напрямую ЛПР.

2. *Модель обработки слабоструктурированных текстовых данных для использования в процессе информационного управления объектами динамических организационных систем*

Расширение модели анализа данных за счет введения в нее дополнительных входов со слабоструктурированными данными существенно увеличивает трудозатраты и время на ее построение вследствие накладных затрат на получение новых данных, их предобработку, последующее обучение модели и анализа данных. Для того чтобы сократить трудозатраты и сэкономить время ЛПР и экспертов, предлагается автоматизировать типовые процессы обработки слабоструктурированных текстовых данных.

На рис. 2 представлено развитие процесса сбора и обработки слабоструктурированных текстовых данных для дальнейшего анализа, представленного в работе [15]. Этапы, в рамках которых целесообразно применение разработанных авторами моделей, методов и алгоритмов автоматизированной обработки данных, выделены зеленым фоном. На этих этапах также предусмотрена валидация с привлечением эксперта, которая будет подробнее рассмотрена далее.

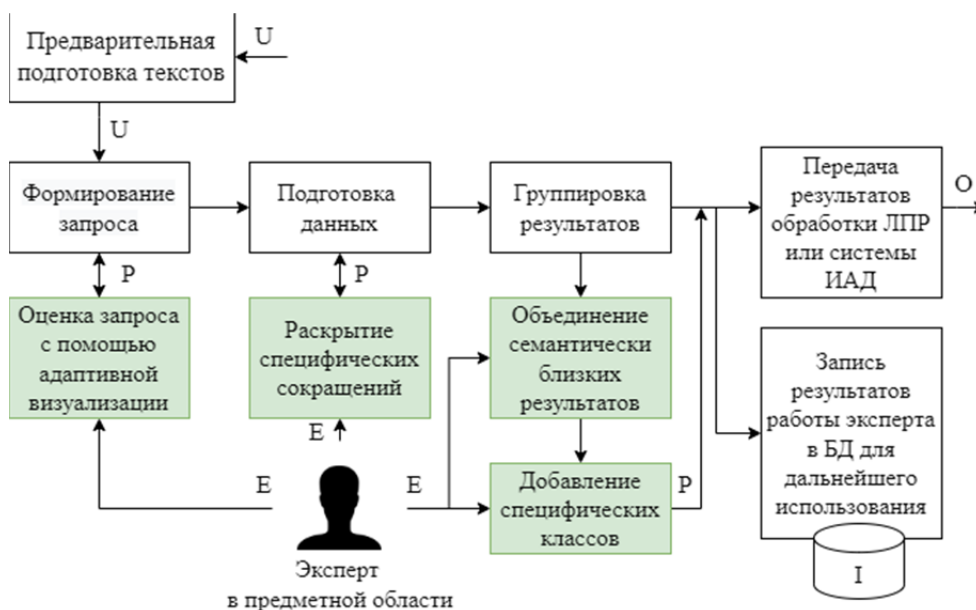


Рис. 2. Процесс обработки слабоструктурированных текстовых данных с привлечением эксперта

Модель обработки описывается следующим образом:

$$M = \{U, P, E, I, O\},$$

где U – слабоструктурированные текстовые данные на входе; P – множество автоматических воздействий по обработке текста, зависит от структуры

и специфики текстов; E – воздействия эксперта над данными – показатель, который в данной модели стремится к уменьшению; I – информация, доступная для анализа и прогнозирования будущих состояний, полученная в результате работы эксперта; O – результаты обработки данных, информация для ЛПР.

Предыдущие работы авторов [16–18] рассматривали данные процессы изолированно и не описывали очередность применения «улучшающих» воздействий над данными и целесообразность использования этих этапов с точки зрения баланса трудозатрат и качества. Благодаря разработанной модели возможно построение различных траекторий сбора и обработки данных, которые позволяют обрабатывать данные разной степени структурированности из различных предметных областей.

Для построения траектории обработки данных, позволяющей получить наиболее точную модель ИАД, необходимо из представленных выше этапов выбрать нужные. До начала работы эксперта с данными необходимо выполнить предобработку текста и создать модель языка предметной области в формате Word2Vec [19].

Остановимся на условиях, когда необходимо применение методов и алгоритмов обработки, предложенных в предыдущих статьях авторов.

Этап «Оценка запроса с помощью адаптивной визуализации». Необходимость привлечения эксперта может возникнуть для различных задач на этапе сбора данных. Так, например, оценка релевантности собранных данных необходима для текстовых документов, содержащих большие объемы текста, на просмотр которых потребуется много времени. В подобных случаях будет эффективно использование адаптивной визуализации больших массивов текстовых данных для оценки запроса [16]. Объем набора документов, с которого целесообразно применять визуализацию, вычисляется по формуле

$$\frac{\sum_{i=1}^n w_i}{n} > w_m,$$

где w_i – количество слов в документе (по итогам простой токенизации); n – количество документов, достаточное для оценки корректности сбора (по умолчанию 10); w_m – средняя скорость чтения (слов в минуту), по умолчанию взята в размере 150 исходя из скорости чтения взрослого человека на русском языке, которая лежит в диапазоне от 120 до 180 [20]. В качестве средней скорости чтения может быть принято другое значение, в зависимости от сложности текста.

Этап «Раскрытие специфических сокращений». Методы для поиска и раскрытия специфических сокращений детально описаны авторами в работе [17]. Исправлять ошибки или раскрывать специфические сокращения необходимо для данных, в которых их содержится большое количество – это можно выяснить при ручном просмотре части выборки или в результате автоматической проверки. Например, большое количество ошибок и специфических сокращений свойственно сферам, где требуется быстрая запись информации человеком или используется профессиональная терминология [21]. Сами по себе специфические сокращения не несут проблемы для дальнейшей обра-

ботки, однако, если в имеющихся данных одни и те же определения сокращены по-разному, это может уменьшить итоговое качество модели и даже привести к ее переобучению [22]. Условие необходимости раскрытия сокращений в наборе слабоструктурированных текстовых данных представлено в формуле

$$\frac{abbr}{w} > k_{abbr},$$

где $abbr$ – количество сокращений, найденных в наборе текстовых данных; w – общее количество слов в наборе текстовых данных; k_{abbr} – коэффициент, отражающий насыщенность текста сокращениями. Определяется экспертным путем или подбирается эмпирически в результате серии экспериментов, в данной работе принимается за 0,05. При выборе коэффициента стоит учесть, насколько семантически значима сокращаемая информация. Сокращения вспомогательных слов в связанных текстах («т.к., т.о.») не влияют на качество текстов в контексте дальнейшего использования в моделях ИАД, в отличие от специфичных сокращений и описанных выше ситуаций различных сокращений одних и тех же терминов. В художественных и публицистических текстах описанный коэффициент часто не превышает 0,01, в то время как в записях из ИЭМК (интегрированных электронных медицинских карт) может достигать значения 0,2 [17].

Этап «Объединение семантически близких коротких текстовых сообщений». Использование предложенной модели обработки слабоструктурированных данных позволяет улучшить процесс за счет использования более «чистых» данных, с меньшим числом ошибок и сокращений, для классификации которых (по тональности, темам, тегам) необходимо привлечение эксперта. Привлечение может быть как на постоянной основе, так и с целью набора достаточного количества данных для построения модели машинного обучения и осуществления дальнейшей разметки автоматически. С целью избежать ошибок автоматической обработки привлекается эксперт для валидации результатов. Общая схема экспертной валидации процесса обработки данных представлена на рис. 3.

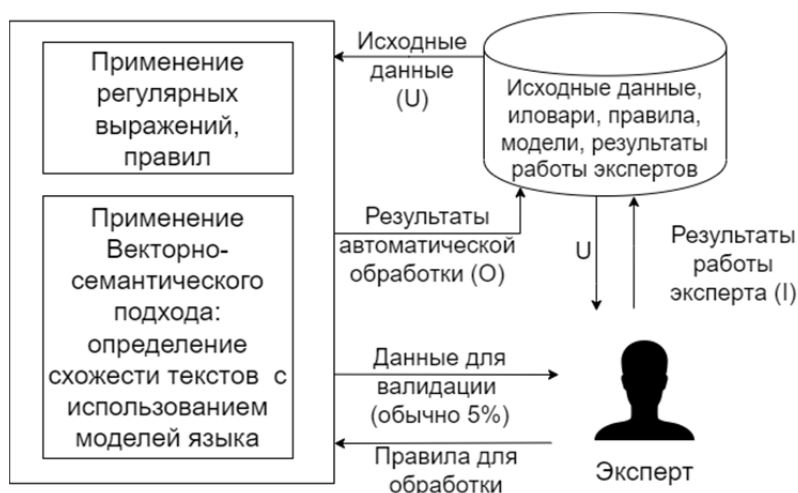


Рис. 3. Экспертная валидация результатов процесса обработки слабоструктурированных текстовых данных

Эксперт задает параметры обработки, затем валидирует обработанные данные: часть примеров выбирается случайным образом, также эксперт должен рассмотреть «пограничные» случаи, в зависимости от заданных настроек. Результаты редактирования параметров обработки или ручной валидации сохраняются в модели для дальнейшего применения в аналогичных случаях.

Группировка результатов по семантической близости и удаление явных дублей позволяет сократить время эксперта по работе с выборкой. Группировка используется в описанной схеме для упрощения работы эксперта путем предоставления ему сгруппированных по схожести результатов.

Объединение семантически близких текстов в группы осуществляется исходя их косинусного расстояния между векторами исследуемых текстов:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}} \geq k,$$

где A_i и B_i – компоненты векторов A и B соответственно, расстояние между которыми вычисляется, для решения задачи группировки текстов векторизация проводится методом «Bag of words»; n – размерность сравниваемых векторов; k – семантическая близость, по умолчанию 0,5.

После вычисления семантической близости между всеми парами текстов они объединяются в группы вокруг единицы текста, с которой больше всего других текстов имеют семантическую близость выше выбранного порога. Привлечение эксперта на данном этапе позволяет минимизировать риск ошибки первого рода, чтобы не отбросить, приняв за дубль, уникальную информацию. Риск ошибки второго рода при применении данной модели минимален, так как настройка сбора и выгрузки информации также происходит под контролем эксперта.

Использование данной модели обработки имеет положительное влияние на качество модели ИАД и, как следствие, на процесс информационного управления в целом при соблюдении следующих условий:

- 1) данные в организационной системе не могут быть обработаны полностью автоматически с достаточным уровнем точности и, соответственно, требуют привлечения эксперта в предметной области;
- 2) процесс принятия решений, касающихся обработки, повторяется во времени с появлением новых данных;
- 3) большое количество вариаций данных, которые модели ИАД должны корректно обрабатывать.

Только в описанной ситуации время, затраченное на подготовительный этап обработки, будет оправданно. Математически данные условия можно описать следующим образом:

$$T_a = P + \sum_{j=1}^c S_j T_E V,$$

$$T_m = \sum_{j=1}^c S_j T_E,$$

$$T_a < T_m,$$

где T_a – общее время обработки при полностью ручном подходе; P – время, необходимое на первичную настройку; c – количество циклов обработки; j – номер цикла предобработки; T_E – среднее время работы эксперта над одной единицей данных (строкой или документом в зависимости от задачи), включая время простоя; S_j – множество вариаций текстовых данных в цикле обработки j ; V – доля данных для ручной валидации, зависит от структурированности и качества исходных текстов, выбирается пользователем на этапе настройки работы системы, по умолчанию взято за 0,05; T_m – общее время обработки при полностью ручном подходе;

Время, необходимое на первичную настройку, зависит от опыта эксперта по работе с моделью, а подсчет размера множества вариаций текстов осуществляется автоматически. Возможности для сокращения трудозатрат при применении описанного процесса для обработки слабоструктурированных данных будут также проверены экспериментально далее.

Результаты и обсуждение

Для реализации описанной выше модели обработки слабоструктурированных данных был разработан программный комплекс, включающий в себя сервис для сбора и обработки слабоструктурированных текстовых данных и веб-приложение для работы эксперта. Разработанная модель применима в различных предметных областях, где соблюдаются описанные ранее условия. Для иллюстрации этого будет рассмотрено применение разработанной модели в двух динамических организационных системах управления: кадрами в ИТ-компании и здравоохранением на уровне региона. Эти системы объединяет динамичность изменения объектов управления и необходимость учета слабоструктурированных данных для оценки этих изменений. Однако текстовые данные, используемые при управлении обеими системами, очень различаются по структуре. Обеспечивающие процессы, такие как сбор данных, их предобработка, в данных примерах не рассматриваются, упор сделан на расширенном процессе обработки, позволяющим использовать все преимущества разработанной модели.

Кейс 1. Оценка рынка труда в рамках процесса управления кадрами в ИТ-компании

Регулярная оценка рынка труда – задача, которая стоит перед большинством компаний. Анализ вакансий сферы и резюме соискателей может помочь решить следующие задачи:

- 1) определение актуальных технологий и инструментов, используемых конкурирующими компаниями;
- 2) оценка среднерыночной зарплаты сотрудников на различных позициях;
- 3) поиск и определение количества соискателей, обладающих необходимыми навыками.

Вопросы автоматизированной обработки вакансий с целью быстрого реагирования на потребности рынка рассматривались, например, в работе [23]. Для анализа обычно применяются такие подходы, как: выделение ключевых слов, визуализации, автореферирование и др. В рамках исследования будут использоваться разработанные ранее подходы для сбора и обработки слабоструктурированных данных с привлечением эксперта.

Для решения вышеописанных задач на основе разработанной модели использовались данные с сайта «Работа в России» в сфере информационных технологий [22]. Всего в наборе данных присутствует более 13 млн вакансий из разных сфер, описание которых представлено в виде слабоструктурированных текстовых данных. Задача работника кадровой службы – настроить выделение конкретных технологий и навыков из вакансий в автоматизированном режиме. Настроенный мониторинг поможет выявлять изменения трендов на рынке труда в автоматизированном режиме, экономя время работника кадровой службы и помогая ему оперативно их отслеживать. Для этого будут использоваться инструменты, предоставляемые в модели обработки данных.

В данном примере важную роль будет играть корректный сбор данных для анализа. Первый этап обработки – сбор и валидация корректности сбора данных. На этом этапе используется специальная визуализация. При попытке собрать данные по конкретной области разработки программного обеспечения аналитик может столкнуться с рядом сложностей. Например, если попытаться выделить нужный технологический стек по упоминанию в заголовке (в данном примере мы берем стек технологий Frontend), то вакансий будет выбрано мало, чтобы составить статистически достоверную картину о происходящем в отрасли. В то же время если мы используем все вакансии с упоминанием в описании, например, «JavaScript» (ключевой язык программирования в клиентской разработке), то в выборку попадает большое количество технологий, упоминаемых совместно с «JavaScript». При изучении избранных вакансий можно сделать вывод, что эти вакансии относятся к «Fullstack-разработке», объединяющей технологии Frontend и Backend. Используя адаптивный интерфейс визуализаций, эксперт может быстро настроить гибкий запрос. Исключить ключевые понятия из выборки можно двумя способами:

1) исключить из запроса: тогда вакансии, содержащие выбранное ключевое понятие, не будут попадать в выборку;

2) убрать ключевое слово из визуализации, но не из выборки, для возможности сосредоточить внимание на оставшихся ключевых словах.

В данном случае, используя адаптивную визуализацию, возможно исключить следующие упоминания из выборки: «php», «python» и т.д. Количество выбранных по разным типам запросов вакансий представлено в табл. 1. После изменения запроса визуализация будет перестроена на основе обновленной информации.

Таблица 1

Количество вакансий из области «Frontend-разработка», найденных по разным типам запроса

Тип запроса	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Простой по заголовкам	15	12	18
Простой по требованиям	301	265	232
Сложный запрос, составленный с помощью визуального редактора	182	144	123

Использование описанных методов визуализации довольно трудоемко при первоначальном запуске и может не принести выигрыша во времени, если в выборке находится мало вакансий или если задача разовая и нет необхо-

димости ее повторного решения на новой порции данных. Например, из данной визуализации, помимо автоматически исключенных слов, которые встречаются в 95 % вакансий вне поискового запроса («опыт», «требования», «график»), различные распространенные в русском языке слова), из самой визуализации возможно исключить слова, специфические для Frontend-разработки, но не приносящие дополнительной информации по используемым технологиям («проект», «сайт», «продукт», «HTML»). После того как сбор настроен и провалидирован, визуализация может использоваться для детектирования изменений во времени. Например, обзор технологий, используемых во Frontend в 2020 и 2021 гг.: на рис. 4 отображен экран работы с визуализацией для оценки изменений в сравнении с предыдущим анализом. Из данной визуализации можно сделать вывод, что в выборке исследуемых вакансий значительно увеличился спрос на разработку для высоконагруженных систем и применение инструментов Docker для развертывания Frontend-приложений. В то же время количество упоминаний фреймворка Angular существенно упало. Время ручного и автоматизированного анализа трендов упоминаний в вакансиях представлено в табл. 2.

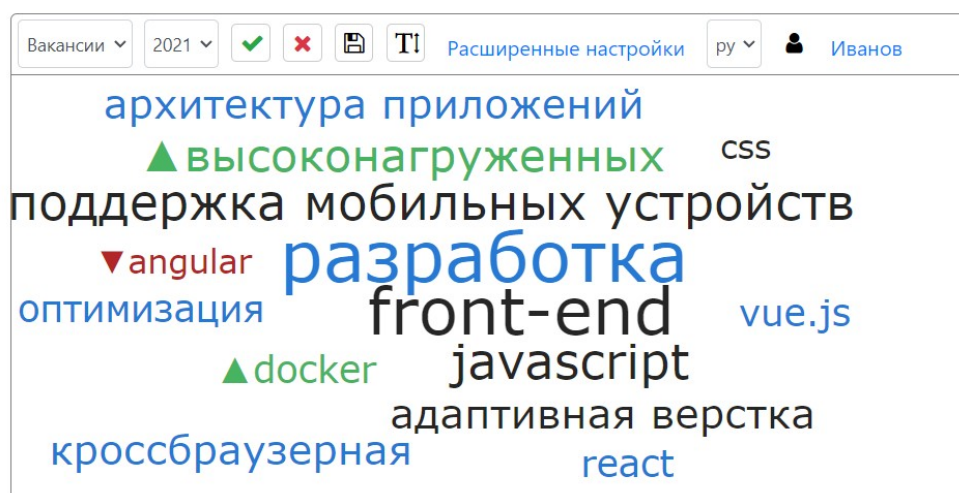


Рис. 4. Анализ трендов по направлению «Frontend» после настройки визуализации, по результатам обработки данных с сайта «Работа в России»

Таблица 2

Время ручного и автоматизированного анализа трендов упоминаний в вакансиях

Тип анализа	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Ручной	4,6 ч	4,53 ч	4,73 ч
Автоматизированный	3 ч	0,5 ч	0,5 ч

Из выборки в 670 вакансий обнаружилось 149 полных дублей (повтор вакансии слово в слово) и 38 вакансий с высоким уровнем схожести по требованиям. Таким образом, выборка перед анализом или ручной классификацией отдельных вакансий (если таковая требуется), уменьшается на **28 %**.

Результаты проведенного анализа могут быть как переданы в кадровую службу для дальнейшего ручного анализа, так и использованы совместно с другими методами анализа текстов при построении различных моделей ИАД в контуре управления кадровыми ресурсами организации. Работник кадровой службы может использовать результаты анализа трендов для следующих целей: разработка или корректировка программ повышения квалификации сотрудников с учетом актуальных трендов развития ИТ-технологий; изменение требований к расширению штата с учетом покрытия недостающих компетенций; составление описания новых вакансий и корректировке существующих. Благодаря своевременной реакции на изменение технологий штат сотрудников будет с большей вероятностью покрывать компетенции, необходимые для соответствия продуктов компании современным стандартам. При необходимости ручной классификации пользователь может воспользоваться редактором, описание которого представлено во втором кейсе.

Сокращение времени работы эксперта на этапе обработки данных позволяет повысить оперативность управления динамической организационной системой – системой управления кадрами, в которой решения необходимо принимать быстро и регулярно, учитывая обновленную информацию. Управление информацией, доступной специалистам кадровой службы на момент принятия решений – удаление дублей, использование визуализаций, демонстрирующих тренды – позволяет быстрее строить и проверять гипотезы об изменениях на трудовом рынке, что также увеличивает оперативность принимаемых решений. При дальнейшем использовании полученных данных в СППР отсутствие дублирующейся информации в выборке способствует построению более качественных моделей ИАД, что в свою очередь способствует улучшению качества и обоснованности принятых на основе их анализа управленческих решений.

Кейс 2. Автоматизация обработки данных анамнеза пациента в рамках процесса управления здравоохранением на уровне региона

Система регионального здравоохранения является примером динамической организационной системы, в которой требуется регулярное распределение различных ресурсов (людских, финансовых, фармацевтических и др.) как в краткосрочном, так и в долгосрочном горизонте планирования. Для анализа использовались обезличенные данные из ИЭМК пациентов государственных учреждений здравоохранения Брянской области, предоставленные для проведения совместных научных исследований в рамках соглашения об информационном взаимодействии между ГАУЗ МИАЦ и ФГБОУ ВО БГТУ. В данном случае использовался набор данных, состоящий из 269 217 записей анамнезов пациентов с 2017 по 2021 г. С момента начала активной цифровизации здравоохранения исследователи имеют возможность использовать накопленные объемы данных для создания систем интеллектуальной поддержки управленческих решений. Однако серьезным препятствием для использования этих данных является их слабая структурированность, поскольку часто запись важной информации выполняется в полях свободного ввода. Кроме того, данные из информационных систем учреждений здравоохранения насыщены различными специфическими сокращениями и профессио-

нальной терминологией. И эта проблема актуальна не только для русскоязычных баз данных [25, 26].

Извлечение информации об анамнезе пациента и дальнейшее ее использование имеет большое значение при выстраивании прогностических моделей [27]. Улучшение качества прогнозирования заболеваний поможет эффективнее решать ряд важнейших управленческих задач: планирование ресурсов системы здравоохранения, закупок медикаментов, сезонной загрузки специалистов и т.д. Задача классификации анамнеза, описанного в свободной форме, в большинстве случаев не поддается быстрому автоматическому решению, поэтому будет целесообразно использовать предложенную выше модель автоматизированной обработки данных. Чем выше будет качество выборки, которую будет в дальнейшем размечать эксперт в предметной области, тем меньше времени пройдет до получения размеченного набора данных, который можно будет использовать в моделях ИАД и, соответственно, до использования результатов анализа в процессе принятия управленческих решений.

Одним из первых этапов обработки, касающихся этих данных, будет являться раскрытие специфических сокращений и исправление орфографических ошибок. Несмотря на то, что раскрытие сокращений является частной задачей улучшения качества выборки, без ее решения нельзя использовать эти данные в моделях ИАД из-за того, что различные токены (сочетания символов) обозначают одно и то же понятие, что вносит неоднозначность, ухудшающую качество анализа данных. Например, слово «хронический» сокращается в выборке как «хр», «хрон», «хрнч», с точкой и без. Необходимость данного вмешательства программный сервис определяет автоматически, также эксперт в процессе работы видит случайную выборку записей на экране и может принять решение о необходимых этапах. Часть сокращений возможно раскрыть автоматически, используя алгоритм, предложенный авторами в предыдущей работе [17], при решении данной задачи не будем заострять внимание на этом процессе, результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Автоматически раскрытые сокращения

Сокращения (использованные с точкой и без)	Количество упоминаний в выборке	Раскрытие
стац	378	Стационарное
хр	4265	Хронический
тубер	15	Туберкулез
бр	163	Бронхиальная

Аналогичный алгоритм используется для поиска ошибочных написаний. Самые популярные ошибки, обнаруженные в данных, представлены в табл. 4. Корректность найденного автоматически исправления проверяется экспертом в предметной области. Так как одни и те же ошибки встречались в наборе данных много раз, выигрыш по времени работы эксперта достигался даже с учетом высокого уровня валидации.

Результат автоматизированного исправления ошибок

Варианты написания	Правильный вариант
отягащен, отгощен	отягощен
кровточивость, кровточивсоть	кровоточивость
ботуина, ботткина	(болезнь) Боткина
туберкулз, тубекрулез	туберкулез

Чтобы объединить одинаковые записи, используем подсистему поиска дублей [18]. Данное вмешательство на стандартных «осторожных» настройках позволяет уменьшить количество вариантов, которые необходимо будет обработать, на 3,2 %.

Далее нам необходимо обработать сами строки с информацией об анамнезе пациента. Для этого мы используем модуль «классификации данных». Задача программного комплекса, которая достигается реализацией предложенной модели: как можно меньшим количеством обращений к эксперту обработать большее количество записей с максимальным сохранением качества. Для этого записи ранжируются, объединяясь в группы по полному совпадению или высокой семантической близости (настроенной пользователем), исходя из наиболее частой встречаемости группы в выборке: таким образом, потратив адекватное количество времени, эксперт может обработать большее количество данных. Кроме того, формировать группы эксперту предлагается и самостоятельно, используя интерактивные инструменты: варианты для объединения подбираются исходя из семантической близости записей ($>0,5$), что позволяет экономить время на их классификацию. Для удобства сравнения семантически близких результатов несовпадающие части в редакторе выделяются, давая возможность при обработке тратить меньше времени за счет фокусировки внимания на похожих объектах (рис. 5). Особенно это актуально для развернутого описания анамнеза, часть которого может совпадать с другим описанием.

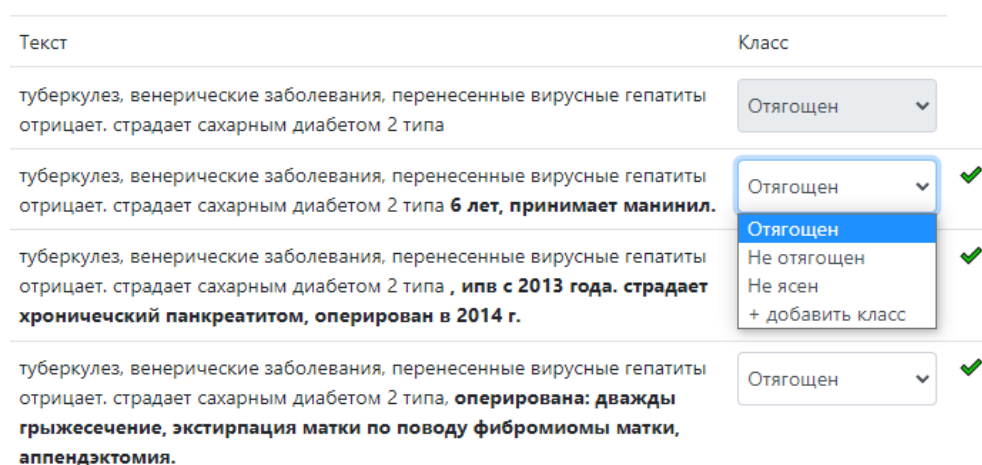


Рис. 5. Интерфейс для классификации описаний анамнезов

Примеры несовпадения результатов классификации близких по тексту строк представлены в табл. 5. Накопление достаточного количества данных ручной разметки в перспективе позволит создавать модели автоматической классификации.

Таблица 5

Примеры анамнезов с несовпадающим результатом классификации

Строки	Результат
Туберкулез, болезнь боткина	Отягощен
Туберкулез, болезнь боткина отрицает.	Не отягощен
Из перенесенных заболеваний отмечает орви. болезнь боткина, туберкулез, венерические . заболевания, вич, вирусный гепатиты у себя отрицает. операций в анамнезе нет. кровь и ее компоненты ранее не переливались.	Не отягощен
Из перенесенных заболеваний отмечает орви. болезнь боткина, туберкулез, венерические заболевания, вич, вирусный гепатиты у себя отрицает. операций в анамнезе нет. кровь и ее компоненты ранее не переливались. длительное время страдает сах. диабетом 2 тип(принимает диабетон 60 мг), артериальная гипертензия	Отягощен

Кроме того, все решения эксперта, принятые в процессе настройки, такие как: раскрытие специфических сокращений, определение порога близости или объединение записей в группы, сохраняются в базе данных программного комплекса и при появлении новых данных могут быть использованы в автоматическом режиме. Таким образом, достигается такое качество предлагаемой модели, как *оперативность* обработки, что позволяет быстро переобучать модели ИАД, которые будут использовать результат обработки в дальнейшем. Полученные результаты могут быть использованы в моделях машинного обучения оценки уровня рисков различных заболеваний пациентов при прохождении диспансеризации, для обучения на размеченных данных и полностью автоматической дальнейшей разметки. Результаты сокращения стартовой выборки уникальных записей в количестве 74 291 представлены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты операций по обработке данных

Операция над данными	Количество уникальных сокращений после обработки	Сокращение размерности
Подготовка данных	72 597	2,2
Раскрытие сокращений и исправление ошибок	65 696	9,3
Удаление достоверных дублей	63 315	3,2

Суммарное сокращение выборки перед классификацией: **на 14,7 %**, что позволит сократить общее время с учетом валидации экспертом не менее 5 % записей **на 14,1 %**. Сокращение времени спрогнозировано исходя из того, что эксперт сможет разметить большую часть выборки, классифицировав меньшее количество строк. Кроме того, раскрытие специфических сокраще-

ний и исправление ошибок дает возможность более эффективного использования полученных данных в моделях ИАД. Количество записей с уровнем совпадения более 50 %, которые могут быть обработаны в редакторе быстрее, чем полностью уникальные записи: 6660, что может сократить дальнейшее время обработки вплоть до **4,4 %**.

Дополнительный эксперимент показал, что если для данной выборки пропустить этап раскрытия сокращений и ошибок, то количество найденных достоверных дублей на следующем этапе уменьшается более чем в два раза – с 2301 до 1112. Этот результат свидетельствует о том, что порядок выполнения этапов обработки важен для достижения максимального результата.

Для расчета сокращения времени при динамической обработке было проверено, сколько записей за последующие годы будет обработано автоматически после обработки первого массива записей и сохранения результатов в хранилище. Расчеты показали, что **от 8 до 12 %** записей в последующие годы будет обработано автоматически. Ускорение этапа обработки данных позволяет быстрее начать использовать обновленные данные в моделях ИАД и, соответственно, передавать результат анализа ЛПР. Это важно для ускорения принятия решений и повышения их обоснованности при планировании деятельности системы здравоохранения региона, что позволит добиться большей оперативности и эффективности управления динамической организационной системой.

Обсуждение

Предложенная авторами модель обработки слабоструктурированных данных была апробирована на двух примерах, которые объединяет место использования слабоструктурированных текстовых данных в процессе информационного управления и динамический тип организационных систем. При этом характеристики самих текстовых данных различаются для каждого примера. В первом случае это достаточно объемные тексты из открытых источников. Во втором случае – короткие тексты из внутренней информационной системы, наполненные специфическими сокращениями и ошибками. Эти тексты изначально создавались для передачи информации от одних профессионалов к другим. Несмотря на лингвистические различия, процесс обработки текстов не меняется – варьируются лишь дополнительные этапы, позволяющие наиболее корректно собрать и подготовить тексты для оценки экспертом или дальнейшей автоматической обработки.

Методы, используемые при реализации модели, были опробованы на текстах из различных социально-экономических областей: оценка кредитных рисков, анализ рынка труда, здравоохранение, образование и т.д. [28]. Дальнейшие усилия планируется направить на расширение возможностей модели для поддержки информационного управления, а также изучение возможностей оптимизации и развития отдельных методов и инструментов для работы эксперта с большими объемами данных.

Результаты проведенных экспериментов показывают, что разработанная модель эффективна для обработки слабоструктурированных текстовых данных в динамических организационных системах из различных предметных областей. Наибольшая оперативность достигается при принятии повторных решений, благодаря сохранению параметров модели. Ограничением

предложенной модели является обязательный этап создания языковой модели предметной области и необходимость настройки модели под выполнение конкретных задач. В связи с этим ограничением применение модели является наиболее эффективным и целесообразным в случаях, требующих многократной обработки большого количества текстовых данных.

Заключение

Интеллектуальный анализ данных ускоряет процесс принятия решений в динамических организационных системах. Если в системе используется много слабоструктурированных текстовых данных, целесообразно включать их в модели анализа после предварительной обработки. Авторами предложена модель обработки слабоструктурированных текстовых данных на русском языке для использования в моделях интеллектуального анализа данных в процессе информационного управления в динамических организационных системах.

Данная модель позволяет автоматизировать сбор и обработку текстовых данных, сочетая сильные стороны человеческой и машинной обработки. Модель возможно использовать для оценки корректности сбора данных и их обработки. В случае, если данные насыщены сокращениями и ошибками, обработка позволит использовать эти данные в моделях ИАД и способствует повышению точности и скорости работы. Для контроля корректности сбора и обработки используются визуализация результатов и валидация части выборки экспертом. Прирост скорости обработки информации при использовании модели может быть достижим в задачах, где важную роль играют постоянно обновляющиеся массивы текстовой информации, при этом прирост может быть достижим только со второй итерации использования из-за времени, необходимого на первичную настройку. Описанная модель является универсальной по отношению к таким показателям текстов, как: размер, корректность, наличие профессиональной лексики.

По результатам проведенных экспериментов за счет визуализаций был достигнут прирост оперативности на этапе сбора для текстов, получаемых из обширных массивов открытых данных, таких как вакансии. Применение модели обработки к обоим примерам позволило выполнить сокращение выборки для дальнейшей обработки экспертом – от 14 до 28 %, в зависимости от задачи, несмотря на необходимость валидации результатов, а благодаря сохранению результатов обработки дополнительно автоматически сократить выборку от 8 до 12 % при последующей обработке (от года к году).

Полученные результаты демонстрируют целесообразность применения предложенной модели в СППР, использующих модели ИАД для информационного управления в организационных системах, в которых текстовые данные регулярно обновляются и являются одним из информационных входов для ЛПР. При этом сокращается нагрузка на эксперта, а в дальнейшем, при накоплении достаточного количества данных, возможен переход на полностью автоматическую классификацию текстов при обучении соответствующих моделей машинного обучения на достаточном объеме данных.

Дальнейшие исследования планируется направить на развитие инструментов эксперта по работе с текстами с использованием программного сервиса, а также на исследование возможности применения разработанной модели для решения задач информационного управления в других предметных областях.

Список литературы

1. Российский рынок M&A: в трендах IPO, возобновляемая энергетика и медицина. URL: <https://sber.pro/publication/rossiiskii-rynok-m-a-v-trendakh-ipo-vozobnovliaemaia-energetika-i-meditsina> (дата обращения: 22.04.2022).
2. Digital 2021 // We Are Social. URL: <https://wearesocial.com/uk/blog/2021/01/digital-2021-uk/> (дата обращения: 22.04.2022).
3. Mai F., Tian S., Lee Ch. [et al.]. Deep Learning Models for Bankruptcy Prediction using Textual Disclosures // *European Journal of Operational Research*. 2019. Vol. 274. P. 743–758.
4. Балашова И. Ю., Волынская К. И., Макарычев П. П. Методы и средства генерации тестовых заданий из текстов на естественном языке // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2016. № 1. С. 195–202.
5. Pérez J., Iturbide E., Olivares V. [et al.]. A Data Preparation Methodology in Data Mining Applied to Mortality Population Databases // *Journal of Medical Systems*. 2015. Vol. 39. P. 152.
6. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. 3-е изд. М. : Издательство физико-математической литературы, 2012. С. 30–32.
7. Петрова Д. А., Трунин П. В. Анализ влияния пресс-релизов ЦБ РФ на показатели денежного рынка // *Бизнес-информатика*. 2021. Т. 15, № 3. С. 24–34. doi:10.17323/2587-814X.2021.3.24.34
8. Dorfleitner G., Priberny C., Schuster S. [et al.]. Description-text related soft information in peer-to-peer lending – Evidence from two leading European platforms // *Journal of Banking & Finance*. 2015. № 64. P. 169–187. doi:10.1016/j.jbankfin.2015.11.009
9. Hickman L., Thapa St., Tay L. [et al.]. Text Preprocessing for Text Mining in Organizational Research: Review and Recommendations // *Organizational Research Methods*. 2022. № 25. doi:10.1177/1094428120971683
10. Ebrahimi A., Barforoush A. Preprocessing Role in Analyzing Tweets Towards Requirement Engineering // *27th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE)*. 2019. doi:10.1109/IranianCEE.2019.8786652
11. Yanwei B., Quan Ch., Wang L. [et al.]. The Role of Pre-processing in Twitter Sentiment Analysis // *Procedia Computer Science*. 2014. № 89. P. 549–554. doi:10.1016/j.procs.2016.06.095
12. Hasanah U., Astuti Tr., Wahyudi R. [et al.]. An Experimental Study of Text Preprocessing Techniques for Automatic Short Answer Grading in Indonesian // *3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE)*. 2018. P. 230–234. doi:10.1109/ICITISEE.2018.8720957
13. Ожерельева Т. А. Информационное управление подвижными объектами // *Государственный советник*. 2018. № 4. С. 29–37
14. Rashid A., Shoaib U. Knowledge discovery in database using intention mining // *Science International*. 2016. № 28. P. 5145–5151.
15. Makarova E. A., Lagerev D. G., Lozbiniev F. Y. Approaches to visualizing big text data at the stage of collection and pre-processing // *Scientific Visualization*. 2019. № 4.
16. Лагереv Д. Г., Макарова Е. А. Поиск и раскрытие сокращений в русскоязычных данных медицинских информационных систем // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2020. № 7. С. 44–54.
17. Макарова Е. А., Лагереv Д. Г. Оценка семантической близости новостных сообщений на основе анализа заголовков // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2021. Vol. 18, № 7. С. 46–56. doi:10.14489/vkit.2021.07.pp.046-056
18. Аверченков В. И., Будыльский Д. В., Подвесовский А. Г. Анализ применения моделей векторного представления текстовой информации для русскоязычных текстов // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2016. № 3. С. 31–37. doi:10.14489/vkit.2016.03.pp.031-037

19. Душков Б. А., Королев А. В., Смирнов Б. А. Быстрое чтение // Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика. М. : Академический проект ; Фонд «Мир», 2005.
20. Rand S., Lall R. Development of a Custom Spell-Checker for Emergency Department Data // Online Journal of Public Health Informatics. 2019. Vol 11. doi:10.5210/ojphi.v11i1.9745
21. Zhang H., Qiu Sh., Duan X. [et al.]. Token Drop mechanism for Neural Machine Translation // Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics. 2020. P. 4298–4303. doi:10.18653/v1/2020.coling-main.379
22. Мутна Kurekova L., Beblavý M., Thum-Thysen A. Online job vacancy data as a source for micro-level analysis of employers' preferences. A methodological enquiry // IZA Journal of Labor Economics. 2015. Vol. 4. P. 1–20.
23. «Работа в России»: обработанные и объединенные сведения о вакансиях, резюме, откликах и приглашениях портала trudvsem.ru // Роструд / отв. Бабушкина В. О., Тимошенко А. Ш. ; Инфраструктура научно-исследовательских данных, АНО «ЦПУР», 2021. URL: <http://data-in.ru/data-catalog/datasets/186/> (дата обращения: 22.04.2022).
24. Kreuzthaler M., Oleynik M., Avian A., Schulz S. Unsupervised Abbreviation Detection in Clinical Narratives // Studies in Health Technology and Informatics. 2016. № 245. P. 539–543.
25. Mykowiecka Ag., Marciniak M. Experiments with ad hoc ambiguous abbreviation expansion // Proceedings of the Tenth International Workshop on Health Text Mining and Information Analysis. 2019. P. 44–53. doi:10.18653/v1/D19-6207
26. Ramos A., Allende-Cid H., Taramasco C. [et al.]. Application of Machine Learning and Word Embeddings in the Classification of Cancer Diagnosis Using Patient Anamnesis // IEEE Access. 2020. doi:10.1109/ACCESS.2020.3000075
27. Макарова Е. А., Лагереv Д. Г. Применение автоматизированной системы интеллектуального анализа текстовых данных для управления процессом формирования индивидуальных образовательных траекторий // Информационные системы и технологии ИСТ-2020 : сб. материалов XXVI Междунар. науч.-техн. конф. 2020. С. 362–367.

References

1. *Rossiyskiy rynek M&A: v trendakh IPO, vozobnovlyаемaya energetika i meditsina = Russian M&A market: IPO trends, renewable energy and medicine.* (In Russ.). Available at: <https://sber.pro/publication/rossiiskii-rynok-m-a-v-trendakh-ipo-vozobnovlyaemaia-energetika-i-meditsina> (accessed 22.04.2022).
2. Digital 2021. *We Are Social.* Available at: <https://wearesocial.com/uk/blog/2021/01/digital-2021-uk/> (accessed 22.04.2022).
3. Mai F., Tian S., Lee Ch. et al. Deep Learning Models for Bankruptcy Prediction using Textual Disclosures. *European Journal of Operational Research.* 2019;274:743–758.
4. Balashova I.Yu., Volynskaya K.I., Makarychev P.P. Methods and means of generating test tasks from texts in natural language. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, systems in economics, technology, nature and society.* 2016;(1):195–202. (In Russ.)
5. Pérez J., Iturbide E., Olivares V. et al. A Data Preparation Methodology in Data Mining Applied to Mortality Population Databases. *Journal of Medical Systems.* 2015;39:152.
6. Novikov D.A. *Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami. 3-e izd = Theory of management of organizational systems. 3rd ed.* Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury, 2012:30–32. (In Russ.)
7. Petrova D.A., Trunin P.V. Analysis of the impact of press releases of the Central Bank of the Russian Federation on money market indicators. *Biznes-informatika = Business Informatics.* 2021;15(3):24–34. (In Russ.). doi:10.17323/2587-814X.2021.3.24.34

8. Dorfleitner G., Priberny C., Schuster S. et al. Description-text related soft information in peer-to-peer lending – Evidence from two leading European platforms. *Journal of Banking & Finance*. 2015;(64):169–187. doi:10.1016/j.jbankfin.2015.11.009
9. Hickman L., Thapa St., Tay L. et al. Text Preprocessing for Text Mining in Organizational Research: Review and Recommendations. *Organizational Research Methods*. 2022;(25). doi:10.1177/1094428120971683
10. Ebrahimi A., Barforoush A. Preprocessing Role in Analyzing Tweets Towards Requirement Engineering. *27th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE)*. 2019. doi:10.1109/IranianCEE.2019.8786652
11. Yanwei B., Quan Ch., Wang L. et al. The Role of Pre-processing in Twitter Sentiment Analysis. *Procedia Computer Science*. 2014;(89):549–554. doi:10.1016/j.procs.2016.06.095
12. Hasanah U., Astuti Tr., Wahyudi R. et al. An Experimental Study of Text Preprocessing Techniques for Automatic Short Answer Grading in Indonesian. *3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE)*. 2018:230–234. doi:10.1109/ICITISEE.2018.8720957
13. Ozherel'eva T.A. Information management of mobile objects. *Gosudarstvennyy sovetnik = State Advisor*. 2018;(4):29–37 (In Russ.)
14. Rashid A., Shoaib U. Knowledge discovery in database using intention mining. *Science International*. 2016;(28):5145–5151.
15. Makarova E.A., Lagerev D.G., Lozbinev F.Y. Approaches to visualizing big text data at the stage of collection and pre-processing. *Scientific Visualization*. 2019;(4).
16. Lagerev D.G., Makarova E.A. Search and disclosure of abbreviations in Russian-language data of medical information systems. *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy = Bulletin of Computer and Information Technologies*. 2020;(7):44–54. (In Russ.)
17. Makarova E.A., Lagerev D.G. Assessment of semantic proximity of news reports based on headline analysis. *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy = Bulletin of Computer and Information Technologies*. 2021;18(7):46–56. (In Russ.). doi:10.14489/vkit.2021.07.pp.046-056
18. Averchenkov V.I., Budyl'skiy D.V., Podvesovskiy A.G. Analysis of the application of models of vector representation of textual information for Russian-language texts. *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy = Bulletin of Computer and information technologies*. 2016;(3):31–37. (In Russ.). doi:10.14489/vkit.2016.03.pp.031-037
19. Dushkov B.A., Korolev A.V., Smirnov B.A. Quick reading. *Entsiklopedicheskiy slovar': Psikhologiya truda, upravleniya, inzhenernaya psikhologiya i ergonomika = Encyclopedic dictionary: Psychology of labor, management, engineering psychology and Ergonomics*. Moscow: Akademicheskii proekt; Fond «Mir», 2005.
20. Rand S., Lall R. Development of a Custom Spell-Checker for Emergency Department Data. *Online Journal of Public Health Informatics*. 2019;11. doi:10.5210/ojphi.v11i1.9745
21. Zhang H., Qiu Sh., Duan X. et al. Token Drop mechanism for Neural Machine Translation. *Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics*. 2020:4298–4303. doi:10.18653/v1/2020.coling-main.379
22. Mytna Kurekova L., Beblavý M., Thum-Thysen A. Online job vacancy data as a source for micro-level analysis of employers' preferences. A methodological enquiry. *IZA Journal of Labor Economics*. 2015;4:1–20.
23. Babushkina V.O., Timoshenko A.Sh. (resp.). "Work in Russia": processed and combined information about vacancies, resumes, responses and invitations of the portal trudvsem.ru. *Rostrud = Rostrud*. Infrastruktura nauchno-issledovatel'skikh dannykh, ANO «TsPUR», 2021. Available at: <http://data-in.ru/data-catalog/datasets/186/> (accessed 22.04.2022).

24. Kreuzthaler M., Oleynik M., Avian A., Schulz S. Unsupervised Abbreviation Detection in Clinical Narratives. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2016;245:539–543.
25. Mykowiecka Ag., Marciniak M. Experiments with ad hoc ambiguous abbreviation expansion. *Proceedings of the Tenth International Workshop on Health Text Mining and Information Analysis*. 2019:44–53. doi:10.18653/v1/D19-6207
26. Ramos A., Allende-Cid H., Taramasco C. et al. Application of Machine Learning and Word Embeddings in the Classification of Cancer Diagnosis Using Patient Anamnesis. *IEEE Access*. 2020. doi:10.1109/ACCESS.2020.3000075
27. Makarova E.A., Lagerev D.G. Application of an automated system of intellectual analysis of text data to control the process of formation of individual educational trajectories. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii IST-2020: sb. materialov XXVI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. = Information systems and technologies IST-2020 : collection of materials XXVI International Scientific-technical. conf.*. 2020:362–367. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Андреевна Макарова

ассистент преподавателя
кафедры информатики
и программного обеспечения,
Брянский государственный
технический университет
(Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7)
E-mail: m4karova.e@yandex.ru

Elena A. Makarova

Teaching assistant of the sub-departments
of computer science and software,
Bryansk State Technical University
(7 50 years of October boulevard,
Bryansk, Russia)

Дмитрий Григорьевич Лагереv

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры информатики
и программного обеспечения,
Брянский государственный
технический университет
(Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7)
E-mail: lagerev dg@yandex.ru

Dmitriy G. Lagerev

Candidate of technical sciences,
associate professor,
associate professor of the sub-department
of computer science and software,
Bryansk State Technical University
(7 50 years of October boulevard,
Bryansk, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /

The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию/Received 31.05.2022

Поступила после рецензирования/Revised 03.08.2022

Принята к публикации/Accepted 02.09.2022

МЕТОД ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА МЧС РОССИИ)

**А. А. Порошин¹, В. И. Искалин²,
В. А. Сорокин³, Е. В. Козырев⁴**

^{1, 2, 3, 4} Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Балашиха, Московская область, Россия
^{1, 2, 3, 4} otдел-12@vniipo.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* С введением в действие актуализированных нормативных правовых документов, регламентирующих процедуры осуществления надзорной деятельности и профилактической работы, дознания по делам о пожарах, лицензирования и предоставления услуг в области пожарной безопасности возникла необходимость корректировки методов оценки деятельности органов государственного пожарного надзора. В этой связи одной из целей совершенствования форм и методов работы надзорных органов в области пожарной безопасности является разработка системы показателей, критериев и модели оценки их деятельности с позиции применения механизмов функционирования организационных структур. *Материалы и методы.* Для разработки модели оценки деятельности органов государственного пожарного надзора исследованы статистические данные, формируемые в информационных системах МЧС России по осуществлению надзорной деятельности и профилактической работы, дознанию по делам о пожарах, лицензированию и предоставлению услуг в области пожарной безопасности. На основе применения функции Харрингтона разработаны расчетные зависимости по количественным оценкам деятельности как по отдельным ее направлениям, так и по общей их совокупности. *Результаты.* С использованием механизмов функционирования организационных структур применительно к деятельности органов государственного пожарного надзора разработан метод оценки деятельности организации, включающий систему показателей, критерии и математические зависимости. Метод внедрен в МЧС России. *Выводы.* Предложенный метод позволяет проводить количественные оценки деятельности организаций и определять их сравнительные рейтинги.

Ключевые слова: организация, оценка деятельности, показатели оценки, критерии, функция Харрингтона, органы государственного пожарного надзора

Для цитирования: Порошин А. А., Искалин В. И., Сорокин В. А., Козырев Е. В. Метод оценки деятельности организации (на примере органов государственного пожарного надзора МЧС России) // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 126–139. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-8

METHOD FOR ASSESSING THE ACTIVITIES OF THE ORGANIZATION (BY THE EXAMPLE OF THE AUTHORITIES OF THE STATE FIRE SUPERVISION EMERCOM OF RUSSIA)

A.A. Poroshin¹, V.I. Iskalin², V.A. Sorokin³, E.V. Kozyrev⁴

^{1, 2, 3, 4} All-Russian Order «Badge of Honor» Research Institute of Fire Defense of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Management, Balashikha, Moscow Region, Russia
^{1, 2, 3, 4} otдел-12@vniipo.ru

Abstract. *Background.* With the introduction of the updated regulatory legal documents regulating the procedures for the implementation of supervisory activities and preventive work, inquiries on fire cases, licensing and the provision of services in the field of fire safety, it became necessary to adjust the methods for assessing the activities of state fire supervision authorities. In this regard, one of the goals of improving the forms and methods of work of supervisory authorities in the field of fire safety is to develop a system of indicators, criteria and models for evaluating their activities from the standpoint of applying the mechanisms to the functioning of organizational structures. *Materials and methods.* To develop a model for evaluating the activities of the state fire supervision authorities, the statistical data generated in the information systems of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the implementation of supervisory activities and preventive work, inquiry into fire cases, licensing and provision of services in the field of fire safety were studied. Based on the application of the Harrington function, calculated dependencies were developed for quantitative assessments of activities, both in its individual areas and in their totality. *Results.* Using the mechanisms of functioning of organizational structures, in relation to the activities of state fire supervision bodies, method for assessing the activities of an organization has been developed, including a system of indicators, criteria and mathematical dependencies. The method has been implemented in the EMERCOM of Russia. *Conclusions.* The proposed method makes it possible to carry out quantitative assessments of the activities of organizations and determine their comparative ratings.

Keywords: organization, performance evaluation, evaluation indicators, criteria, Harrington's function, state fire authorities

For citation: Poroshin A.A., Iskalin V.I., Sorokin V.A., Kozyrev E.V. Method for assessing the activities of the organization (by the example of the authorities of the state fire supervision emercom of Russia). *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):126–139. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-8

Введение

В контексте функционирования организационных структур [1, 2], под которыми понимаются субъекты хозяйственной деятельности (организации, учреждения, предприятия, фирмы), для проведения оценки их деятельности требуется применить систему показателей с использованием максимального количества информации о различных аспектах деятельности организации, а также разработать критерии и математическую модель по проведению количественных оценок данной деятельности. При этом в общем виде оценка деятельности субъектов хозяйственной деятельности представляет собой не-

которую обобщенную итоговую числовую характеристику, полученную в результате анализа выбранной системы показателей, отражающих основные аспекты процессов функционирования организаций, и содержащую обобщающие выводы о результатах этой деятельности.

Основными принципами формирования оценки деятельности субъектов хозяйственной деятельности являются такие факторы, как: количественный ее характер; комплексность; текущая согласованность с практикой; гибкость настройки; непрерывность развития; возможность автоматизации процедур расчета. Количественный характер оценки результатов деятельности определяется на основе применения формализованных процедур с использованием информационных данных из действующей статистической отчетности по различным направлениям функционирования. Допускается применение экспертных оценок. Комплексность обеспечивается путем применения системы исходных показателей, которые определяют все виды и направления деятельности. Согласованность с существующей практикой обеспечивается за счет формирования оценки на базе тех исходных показателей, по которым собрана достоверная и полная информация. Гибкость настройки и непрерывность развития осуществляется путем определения состава исходных показателей для проведения оценки деятельности субъектов хозяйственной деятельности в соответствии со стратегией и тактикой их управления. Автоматизация определяет возможность ускорения процессов расчетов для последующего принятия решений.

Проведение оценки деятельности субъектов хозяйственной деятельности позволяет сравнивать их деятельность между собой путем ранжирования по некому рейтингу. В методологическом понимании рейтинг – это обобщающая количественная оценка состояния хозяйствующих субъектов, которая позволяет отнести его к некоторому классу или категории. При этом оценка результатов деятельности может проводиться не только в сравнении с другими типовыми организациями, но и в сравнении деятельности одной и той же организации за разные периоды времени.

Проблематика исследования

Основным направлением исследования является разработка метода и алгоритма анализа описываемых организационных структур с целью дальнейшей оценки их деятельности.

В области осуществления деятельности территориальных организационных структур МЧС России также используются определенные методы оценки деятельности. Результаты оценки деятельности подразделений МЧС России направлены на подготовку аналитических материалов по обстановке с пожарами в регионах Российской Федерации, а также используются при проведении инспектирования территориальных органов управления, организованного с целью повышения результативности и эффективности деятельности.

С 2016 г. по текущий момент времени в Российской Федерации активно осуществляются реформы контрольно-надзорной деятельности, в том числе и в области пожарной безопасности. За период реформ были приняты значительные изменения в законодательной базе по организации и осуществлению государственного контроля (надзора). Основные изменения были связаны

с вступлением в силу Федерального закона от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» (далее – 248-ФЗ) [3]. В федеральном законе 248-ФЗ [3] изменены принципы организации и осуществления контрольно-надзорной деятельности. Данные принципы стали базироваться на управлении рисками причинения вреда (ущерба) охраняемых законом ценностям. Наряду с этим в период 2019–2020 гг. были внесены изменения в нормативные правовые документы, регламентирующие дознание по делам о пожарах, лицензирование и предоставление государственных услуг в области пожарной безопасности. В связи с этим возникла необходимость в пересмотре действующей системы оценки деятельности органов государственного пожарного надзора (далее – органов ГПН).

Базовым элементом данного совершенствования является построение актуализированной и согласованной с действующим законодательством системы исходных показателей для оценок деятельности органов ГПН. Основой формирования системы показателей для оценки деятельности являлось следующее:

- анализ сведений, содержащихся в ведомственных формах статистической отчетности органов ГПН;
- анализ индикативных и ключевых показателей органов ГПН плана реализации мероприятий «Трансформация делового климата»;
- приоритет в применении качественных показателей и отказ от «палочных» показателей;
- необходимость использования относительных показателей в целях оценки деятельности органов ГПН, имеющих различные социально-экономические характеристики;
- возможность использования автоматизированных информационных систем, эксплуатируемых в МЧС России, для получения необходимых количественных сведений по показателям.

Наряду с этим требовалось разработать адекватный современным реалиям метод оценки деятельности органов ГПН, основанный на учете отражения специфики их деятельности.

Обзор методик и научных подходов

В настоящее время существует ряд методов оценок деятельности организационных структур. Самым распространенным является метод, в котором интегральный показатель оценки по хозяйствующему субъекту рассчитывается в виде средних значений исходной системы показателей (далее – метод средних). Разновидностью метода средних является ряд случаев, основанных на различных принципах математического расчета. Выделяют принцип построения геометрической средней, а также применение произведения числовых значений показателей [4, 5].

Проблемой применения метода средних является необходимость применения однородных по размерностям показателей. При этом субъекты хозяйственной деятельности ранжируются по возрастанию (убыванию) интегрального итогового показателя. Преимуществом метода средних является их наглядность, так как они позволяют сравнивать средние темпы роста показа-

телей за определенный период. Часто на практике применяют метод суммы мест, который предполагает предварительное ранжирование хозяйствующих субъектов по каждому показателю в отдельности, а далее проведение операции суммирования полученных оценок.

Более усложненным методом оценки деятельности является метод расстояний, основой которого является определение степени близости организации по показателям к хозяйствующему субъекту-эталону, имеющему наилучшие значения показателей. Самый высокий рейтинг будет у той организации, которая имеет наименьшее значение. Таким образом, рассматриваемый субъект хозяйственной деятельности по своим показателям близок к эталонному субъекту. При применении метода расстояний наибольшую оценку по рейтингу получает хозяйствующий субъект, который наименее удален от субъекта-эталона.

В области финансово-хозяйственной деятельности наиболее часто применяется рейтинговая оценка, в основе которой лежит матричный анализ, построенный на базе линейной и векторной алгебры. При использовании матричного метода исходная матрица показателей преобразуется в матрицу стандартизированных данных, по которым делается сравнительная рейтинговая оценка и определяется итоговый рейтинг анализируемых субъектов хозяйственной деятельности.

Другим подходом к построению рейтингов субъектов хозяйствования в области финансово-хозяйственной деятельности является определение балльной оценки результатов работы организации [6–12]. Разновидностью метода балльной оценки является подход, основанный на оценках темповых изменений (рост или падение) рассматриваемых показателей.

Построение итогового рейтинга деятельности организации осуществляется путем преобразования значительных объемов информационных данных в компактную форму в виде некоего числового значения. В общем виде технология расчета рейтинга включает следующие составляющие:

- разработка модели состояния и функционирования хозяйствующего субъекта, которая отражает основные положения его деятельности;
- обоснование перечня исходных показателей, определяющих направления деятельности хозяйствующего субъекта;
- определение источников информации по данным показателям, которые обеспечивают получение необходимых и достоверных данных с определенной периодичностью, и создание баз данных, обеспечивающих хранение, накопление, поддержание и обновление информации по показателям;
- разработка критериев оценки деятельности хозяйствующего субъекта по каждому показателю;
- отображение по определенным математическим зависимостям состояния деятельности хозяйствующего субъекта, описываемого выбранной системой показателей, на шкалу оценок, определенную для каждого показателя;
- присвоение каждому субъекту хозяйственной деятельности соответствующего обобщающего рейтинга с учетом проведенных расчетов по принятым математическим процедурам и критериям оценок показателей;
- проведение анализа полученных рейтинговых оценок и распространение результатов построения рейтинга как информационного продукта для целей принятия управленческих решений.

Как показал вышеприведенный анализ, сложились определенные методы по построению оценки деятельности субъектов хозяйственной деятельности. В основном разработанные методы применяются для построения рейтингов организаций по их финансово-хозяйственной деятельности. Применяемые методы не универсальны и требуют своего дальнейшего методического развития, особенно в таких специфичных областях деятельности, как организация и осуществление государственного контроля (надзора), в том числе в области пожарной безопасности.

Научно-методические подходы

К основным особенностям построения метода оценки деятельности органов ГПН относится то обстоятельство, что в их служебной деятельности используется широкий спектр разнородных и разнозначных показателей. В этой связи возникает необходимость разработки модели оценки деятельности, предусматривающей возможность преобразования значений разнородных и разнозначных показателей с учетом их весовых коэффициентов в единую шкалу измерения итогового показателя. Такой подход применяется в методе, изложенном в работе [13]. Для формирования итогового показателя (агрегирования) все значения частных показателей должны отвечать следующим условиям:

- принадлежать заданному диапазону (чаще всего это отрезок $[0,1]$);
- множество значений стандартизованного показателя должны образовывать монотонную последовательность;
- последовательность должна иметь одну и ту же направленность для всех стандартизованных показателей.

Наилучшим образом данные условия выполняются при применении шкалы преобразования Харрингтона (функции желательности). В основе построения функции желательности Харрингтона лежит идея преобразования натуральных значений частных показателей в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности.

Метод построения оценки деятельности органов ГПН включал сбор, анализ и обработку статистических данных, необходимых для определения числовых значений исходной системы базовых показателей ($\{y\}$), сгруппированных по пяти направлениям:

- деятельность по улучшению обстановки с пожарами;
- организация и осуществление надзорной деятельности и профилактической работы;
- организация и осуществление дознания по делам о пожарах;
- организация и осуществление лицензирования и предоставления государственных услуг;
- коррупционные проявления.

Всего рассмотрено 25 единиц базовых показателей. Источниками числовых данных по ним являлись ведомственные формы статистической отчетности по осуществлению федерального государственного пожарного надзора. Кроме этого применялись данные информационных систем МЧС России, а именно:

- автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России;

– государственная информационная система «Типовое облачное решение автоматизации контрольной (надзорной) деятельности»;

– федеральная государственная информационная система досудебного обжалования;

– единая информационная среда цифровизации процессов предоставления государственных услуг в сфере обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах физическим лицам, субъектам малого и среднего предпринимательства, индивидуальным предпринимателям, а также мониторинга пожарной безопасности объектов защиты.

Для проведения вычислительных процедур по преобразованию исходной базовой системы показателей в обобщающую оценку деятельности применена функция желательности Харрингтона вида

$$d = e^{-e^{-y'}}, \quad (1)$$

где e – обозначение основания натурального логарифма (экспоненты); y' – кодированное значение базового показателя на промежуточной шкале преобразований.

Согласно теоретическим представлениям [13], для преобразования исходного показателя по функции желательности Харрингтона (1) необходимо установить границы допустимых его значений. Ограничения показателя могут устанавливаться как односторонние, так и двусторонние. Односторонние ограничения задаются, если изменение функции желательности (1) происходит только при однонаправленной трансформации показателя. Односторонние ограничения обозначаются в виде $y \leq y_{\max}$ (действует правило: «чем меньше, тем лучше») или $y \geq y_{\min}$ (действует правило: «чем больше, тем лучше»), двусторонние задаются в виде $y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$.

Безразмерные значения функции желательности d_i изменяются в интервале $[0, 1]$. Значение i -го базового показателя d_i , переведенное в безразмерную шкалу желательности, называется частной желательностью ($i = 1, 2, 3, \dots, n$ – текущий номер базового показателя, n – количество базовых показателей). При этом значение $d_i = 1$ соответствует наиболее желаемой, но не всегда достижимой величине i -го базового показателя; $d_i = 0$ соответствует неприемлемой величине i -го базового показателя.

При одностороннем ограничении $y \leq y_{\max}$ («чем меньше, тем лучше») или $y \geq y_{\min}$ («чем больше, тем лучше») числовое значение на шкале желательности $d_i = 0,37$ приблизительно соответствует значению y_{\max} или y_{\min} . Выбор именно этого числового значения связан с тем, что оно определяет точку перегиба функции Харрингтона (1), что в свою очередь создает определенные удобства при вычислениях. То же самое верно для значения желательности, соответствующей $d_i = 0,63$.

В исследованиях применена функция Харрингтона для одностороннего ограничения. Примеры поведения такой функции с учетом различных правил преобразования базового показателя приведены на рис. 1.

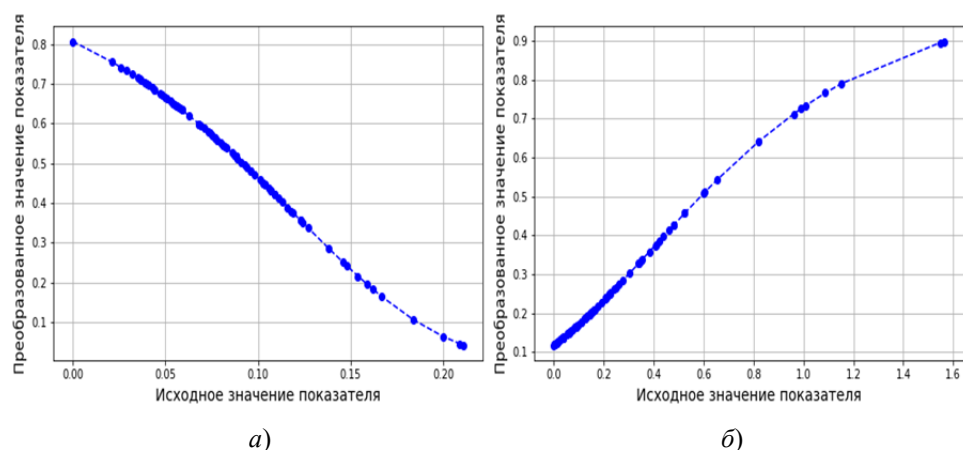


Рис. 1. Примеры поведения функции Харрингтона с учетом различных правил преобразования базового показателя:
 а – правила «чем меньше, тем лучше»; б – правила «чем больше, тем лучше»

Определение связи исходного (y) и промежуточного (y') показателей при односторонних ограничениях осуществлялось на основе предположения об их линейной связи:

$$y' = b_0 + b_1 y. \quad (2)$$

Для определения коэффициентов b_0 и b_1 , входящих в уравнение (2), был использован следующий прием: худшему значению показателя d_{bad} по шкале желательности присваивалось значение 0,37, а лучшему d_{best} – значение 0,63. Тогда с учетом формулы (1) получаем следующие преобразования:

$$\begin{aligned} d_{best} &= \exp(-\exp(-y')), \\ y'_{best} &= -\ln(-\ln(d_{best})) = 0,63, \\ d_{bad} &= \exp(-\exp(-y')), \\ y'_{bad} &= -\ln(-\ln(d_{bad})) = 0,37. \end{aligned}$$

Система уравнений, определяющая коэффициенты b_0 и b_1 для показателя y' , имеет вид

$$\begin{aligned} y'_{best} &= b_0 + y_{best} b_1, \\ y'_{bad} &= b_0 + y_{bad} b_1. \end{aligned}$$

Исходя из этой системы получаем значения коэффициентов b_0 и b_1 :

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \frac{y'_{best} - y'_{bad}}{y_{best} - y_{bad}} \\ b_0 &= y'_{best} - y_{best} b_1 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где y_{best} , y_{bad} – точки, определяемые экспертом по исходной шкале преобразований.

Таким образом, по заданным экспертом значениям y_{best} , y_{bad} по формуле (3) выполняется расчет коэффициентов b_1 , b_0 . На основе уравнения (2) определяются кодированное значение базового показателя на промежуточной шкале преобразований, а по уравнению (1) формируется итоговая безразмерная оценка показателя по шкале желательности Харрингтона.

При проведении оценки деятельности рассматривалось 25 единиц базовых показателей по пяти направлениям деятельности органов ГПН. В связи с этим при наличии нескольких показателей d_i , полученных по функции (1), определялся обобщенный показатель D_s , отражающий оценку выбранного направления деятельности. Обобщенный показатель по направлению деятельности определялся как сумма показателей d_i с соответствующими весовыми коэффициентами:

$$D_s = \sum_{i=1}^n \alpha_i d_i, \quad (4)$$

где α_i – весовые коэффициенты, определяющие значимость i -го показателя d_i в направлении деятельности, $i = 1, 2, \dots, n$; $s = 1, 2, \dots, m$; n – число показателей в направлении деятельности, m – число направлений деятельности.

Расчет весовых коэффициентов α_i производится по формуле

$$\alpha_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (5)$$

где w_i – оценка важности i -го показателя d_i в направлении деятельности, баллы. Оценка важности осуществляется на основе экспертных процедур.

Весовые коэффициенты α_i имеют ограничения вида

$$0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (6)$$

Аналогичным образом осуществляется аддитивная свертка показателей D_s в итоговую обобщающую числовую оценку по всем рассматриваемым направлениям деятельности.

Результаты и обсуждения

На основе механизмов функционирования организационных структур применительно к деятельности органов ГПН разработан метод оценки деятельности организаций, включающий описание процедур формирования базовой исходной системы показателей по направлениям деятельности организации, определение критериев значимости показателей, а также описание формализованных процедур поэтапного вычисления числовых данных для определения итогового числового значения оценки деятельности. Метод внедрен в МЧС России в виде нормативного документа [14].

Применяемые показатели оценки деятельности соответствуют положениям актуальной нормативной правовой базы, а тенденция их достижения позволяет сфокусировать деятельность органов ГПН на максимальном сокращении последствий пожаров для жизни и здоровья людей.

С использованием описанного метода, на основе данных по показателям деятельности органов ГПН в субъектах Российской Федерации за 2021 г., проведены расчеты, по результатам которых определен ряд числовых значений итоговой оценки деятельности органов ГПН, рассчитанной по каждому субъекту Российской Федерации. На основе процедуры ранжирования числовых значений итоговой оценки деятельности органов ГПН определялся соответствующий рейтинг каждого органа ГПН.

Эффективность метода заключается в проведении оперативного и актуального анализа деятельности органов ГПН, а также в повышении качества принимаемых организационно-управленческих решений. Указанная методология позволяет сфокусировать (сосредоточить) деятельность территориальных органов ГПН на максимальное сокращение ущерба жизни и здоровью людей. При этом на основе методики возможна разработка механизма мотивации должностных лиц органов ГПН в зависимости от достигнутых результатов работы.

На рис. 2 приведен пример построения рейтинга органов ГПН с отражением соответствующих их мест в общем распределении оценок деятельности по осуществлению надзорной деятельности и профилактической работы, дознанию по делам о пожарах, лицензированию и предоставлению услуг в области пожарной безопасности.

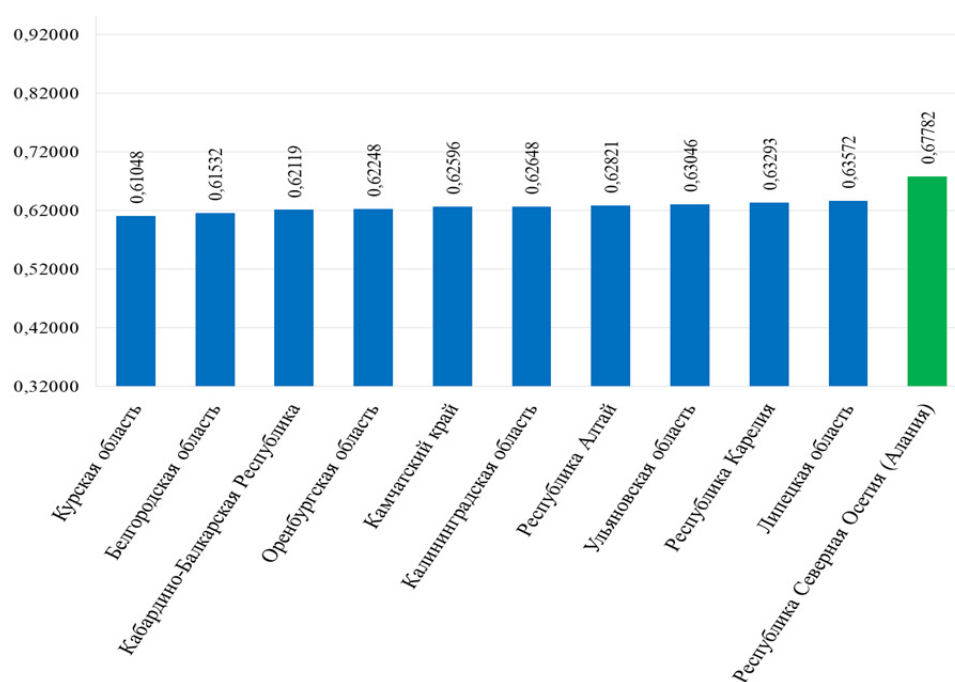


Рис. 2. Пример построения рейтинга органов ГПН по субъектам Российской Федерации

Выводы

Разработанная методология позволяет сфокусировать (сосредоточить) деятельность территориальных органов ГПН МЧС России на максимальное сокращение ущерба жизни и здоровью людей. При этом на основе методики возможна разработка механизма мотивации должностных лиц органов ГПН в зависимости от достигнутых результатов работы.

В настоящее время активно совершенствуется нормативная правовая база по различным направлениям развития общества, в том числе и в области контрольно-надзорной деятельности. В этой связи органам управления необходимо иметь методический аппарат, позволяющий проводить анализ трансформации функционирования подведомственных организаций к изменению нормативной базы. Данный анализ целесообразно осуществлять через формализованные процедуры оценки деятельности организаций с построением соответствующих их рейтингов. На примере органов ГПН с учетом актуализированной нормативной правовой базы [3] разработан метод оценки деятельности организаций. Метод определяет процедуры формирования базовой исходной системы показателей, критерии их значимости и формализацию поэтапного вычисления числовой итоговой оценки деятельности организации.

Список литературы

1. Бурков В. Н., Кондратьев В. В. Механизмы функционирования организационных систем. М. : Наука, 1981. 384 с.
2. Бурков В. Н., Кондратьев В. В., Циганов В. В., Черкашин А. М. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. М. : Наука, 1984. 274 с.
3. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : федер. закон № 248-ФЗ от 31 июля 2020 г. URL: <https://base.garant.ru/74449814/> (дата обращения: 25.04.2022).
4. Федотов Ю. В., Хованов Н. В. Методы построения сводных оценок эффективности деятельности сложных производственных систем // Научные доклады. 2006. № 25 (R). 33 с.
5. Герасимова В. Д. Анализ и диагностика производственной деятельности предприятий (теория, методика, ситуации, задания) : учеб. пособие. 4-е изд., испр. и доп. М. : КНОРУС, 2008. 256 с.
6. Шеремет А. Д. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия : учебник. М. : ИНФРА-М, 2008. 368 с.
7. Шеремет А. Д. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности : учеб. для вузов. М. : ИНФРА-М, 2009. 416 с.
8. Адамайтис Л. А. Анализ финансовой отчетности. Практикум : учеб. пособие. М. : КНОРУС, 2007. 400 с.
9. Алексеева А. И. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности : учеб. пособие. М. : КНОРУС, 2007. 672 с.
10. Бариленко В. И. Анализ хозяйственной деятельности : учеб. пособие. М. : Омега-Л, 2009. 414 с.
11. Экономический анализ : учеб. пособие / под ред. Л. Е. Басовского. М. : ИНФРА-М, 2007. 222 с.
12. Васильева Л. С. Финансовый анализ : учебник. 3-е изд., стер. М. : КНОРУС, 2008. 816 с.

13. Юсупова Г. Ф. Использование функции желательности в оценке уровня техно-сферной безопасности территории // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2017. № 3. С. 67–81.
14. Об утверждении Методики оценки деятельности территориальных органов МЧС России по вопросам осуществления федерального государственного пожарного надзора, осуществления дознания, лицензирования и предоставления государственных услуг в области пожарной безопасности : приказ МЧС России № 168 от 09.03.2022. 21 с.

References

1. Burkov V.N., Kondrat'ev V.V. *Mekhanizmy funktsionirovaniya organizatsionnykh system = Mechanisms of functioning of organizational systems*. Moscow: Nauka, 1981:384. (In Russ.)
2. Burkov V.N., Kondrat'ev V.V., Tsiganov V.V., Cherkashin A.M. *Teoriya aktivnykh sistem i sovershenstvovanie khozyaystvennogo mekhanizma = Theory of active systems and improvement of economic mechanism*. Moscow: Nauka, 1984:274. (In Russ.)
3. On State control (supervision) and municipal control in the Russian Federation : feder. law № 248-FZ of July 31, 2020. (In Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/74449814/> (accessed 25.04.2022).
4. Fedotov Yu.V., Khovanov N.V. Methods of constructing summary estimates of the efficiency of complex production systems. *Nauchnye doklady = Scientific reports*. 2006;(25):33. (In Russ.)
5. Gerasimova V.D. *Analiz i diagnostika proizvodstvennoy deyatel'nosti predpriyatiy (teoriya, metodika, situatsii, zadaniya): ucheb. posobie. 4-e izd., ispr. i dop. = Analysis and diagnostics of industrial activity of enterprises (theory, methodology, situations, tasks) : textbook. 4th ed., rev. and suppl.* Moscow: KNORUS, 2008:256. (In Russ.)
6. Sheremet A.D. *Analiz i diagnostika finansovo-khozyaystvennoy deyatel'nosti predpriyatiya: uchebnik = Analysis and diagnostics of financial and economic activity of the enterprise : textbook*. Moscow: INFRA-M, 2008:368. (In Russ.)
7. Sheremet A.D. *Kompleksnyy ekonomicheskyy analiz khozyaystvennoy deyatel'nosti: ucheb. dlya vuzov = Complex economic analysis of economic activity : textbook. for universities*. Moscow: INFRA-M, 2009:416. (In Russ.)
8. Adamaytis L.A. *Analiz finansovoy otchetnosti. Praktikum: ucheb. posobie = Analysis of financial statements. Workshop : textbook*. Moscow: KNORUS, 2007:400. (In Russ.)
9. Alekseeva A.I. *Kompleksnyy ekonomicheskyy analiz khozyaystvennoy deyatel'nosti: ucheb. posobie = Complex economic analysis of economic activity : textbook*. Moscow: KNORUS, 2007:672. (In Russ.)
10. Barilenko V.I. *Analiz khozyaystvennoy deyatel'nosti: ucheb. posobie = Analysis of economic activity : textbook*. Moscow: Omega-L, 2009:414. (In Russ.)
11. Basovskii L.E. (ed.). *Ekonomicheskyy analiz: ucheb. posobie = Economic analysis : textbook*. Moscow: INFRA-M, 2007:222. (In Russ.)
12. Vasil'eva L.S. *Finansovyy analiz : uchebnik. 3-e izd., ster = Financial analysis : textbook. 3rd ed., stereotyp*. Moscow: KNORUS, 2008:816. (In Russ.)
13. Yusupova G.F. The use of the desirability function in assessing the level of technosphere security of the territory. *Sotsial'no-ekonomicheskie i tekhnicheskiesistemy: issledovanie, proektirovanie, optimizatsiya = Socio-economic and technical systems: research, design, optimization*. 2017;(3):67–81. (In Russ.)
14. On approval of the Methodology for Assessing the activities of the territorial bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia on the implementation of federal state fire supervision, Inquiry, licensing and provision of public services in the field of fire safety : Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia № 168 dated 09.03.2022. 21 p.

Информация об авторах / Information about the authors

Александр Алексеевич Порошин
доктор технических наук,
главный научный сотрудник
научно-исследовательского центра
организационно-управленческих
проблем пожарной безопасности,
Всероссийский ордена «Знак почета»
научно-исследовательский институт
противопожарной обороны
Министерства Российской Федерации
по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации
последствий стихийных бедствий
(Россия, Московская область,
г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)
E-mail: vniipo_1_3@mail.ru

Виктор Иосифович Искалин
кандидат химических наук,
ведущий научный сотрудник
отдела разработки программного
и информационного обеспечения
научно-исследовательского центра
организационно-управленческих
проблем пожарной безопасности,
Всероссийский ордена «Знак почета»
научно-исследовательский институт
противопожарной обороны
Министерства Российской Федерации
по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации
последствий стихийных бедствий
(Россия, Московская область,
г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)
E-mail: viktor-iskalin@yandex.ru

Владимир Александрович Сорокин
начальник научно-исследовательского
сектора отдела надзорной деятельности
в области пожарной безопасности
научно-исследовательского центра
организационно-управленческих
проблем пожарной безопасности,
Всероссийский ордена «Знак почета»
научно-исследовательский институт
противопожарной обороны
Министерства Российской Федерации
по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации
последствий стихийных бедствий
(Россия, Московская область,
г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)
E-mail: otdel-12@vniipo.ru

Aleksandr A. Poroshin
Doctor of technical sciences,
chief researcher of the research center
of organizational and management
problems of fire safety,
All-Russian Research Institute
for Fire Protection of the Ministry
of the Russian Federation for Civil
Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters
(12 VNIPO microdistrict, Balashikha,
Moscow Region, Russia)

Viktor I. Iskalin
Candidate of chemical sciences,
leading researcher of the department
of software and information support
development of the research center
of organizational and management
problems of fire safety,
All-Russian Research Institute
for Fire Protection of the Ministry
of the Russian Federation for Civil
Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters
(12 VNIPO microdistrict, Balashikha,
Moscow Region, Russia)

Vladimir A. Sorokin
Head of the research sector
of the department of supervisory activities
in the field of fire safety center
of organizational and management
problems of fire safety,
All-Russian Research Institute
for Fire Protection of the Ministry
of the Russian Federation for Civil
Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters
(12 VNIPO microdistrict, Balashikha,
Moscow Region, Russia)

Евгений Вячеславович Козырев

заместитель начальника центра
организационно-управленческих
проблем пожарной безопасности,
Всероссийский ордена «Знак почета»
научно-исследовательский институт
противопожарной обороны
Министерства Российской Федерации
по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации
последствий стихийных бедствий
(Россия, Московская область,
г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)
E-mail: kozirev@mail.ru

Evgeniy V. Kozurev

Deputy head of the center
for organizational and management
problems of fire safety,
All-Russian Research Institute
for Fire Protection of the Ministry
of the Russian Federation for Civil
Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters
(12 VNIPO microdistrict, Balashikha,
Moscow Region, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 28.04.2022

Поступила после рецензирования/Revised 21.06.2022

Принята к публикации/Accepted 19.07.2022

АНАЛИЗ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИГИЕНЫ ПИТАНИЯ

Р. С. Хлопотов

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия
gniiivm-h@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматривается проблема разработки автоматизированных систем решения задач гигиены питания, которая связана с необходимостью учета большого числа взаимосвязанных количественных и качественных характеристик здоровья человека и рационов питания. Показаны условия, необходимые для обеспечения соответствия разрабатываемого программного обеспечения требованиям цифровой медицины и цифрового здравоохранения. *Материалы и методы.* Информационной базой выступили результаты научных и прикладных исследований специалистов в области нутрициологии, диетологии и медицинской информатики, для анализа которых применены методы системного анализа и программной инженерии. *Результаты.* Проанализированы наиболее распространенные компьютерные программы, применяемые для анализа фактического питания и выработке персонализированных рекомендаций по оптимизации пищевого статуса пациента. В результате обосновано, что не существует программного обеспечения, которое в полной мере бы отвечало требованиям российских специалистов в области гигиены питания, нутрициологов и диетологов, сформулированы ключевые требования к такому программному обеспечению. *Выводы.* Результаты исследования позволят повысить эффективность решения задач разработки программного обеспечения анализа статуса питания представителей различных социoproфессиональных групп населения с формированием персонализированных рекомендаций по его оптимизации, а также будут способствовать рациональному позиционированию и продвижению разрабатываемого программного обеспечения на рынке.

Ключевые слова: цифровая медицина, медицинская информатика, автоматизированная система медицинского назначения, гигиена питания, цифровая нутрициология, цифровая диетология, персонализированная медицина

Финансирование: работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ (грант НШ-122.2022.1.6).

Для цитирования: Хлопотов Р. С. Анализ трендов развития автоматизированных систем решения задач гигиены питания // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 140–157. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-9

ANALYSIS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS FOR SOLVING THE PROBLEMS OF FOOD HYGIENE

R.S. Khlopotov

St. Petersburg Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
gniiivm-h@yandex.ru

Abstract. *Background.* The article considers the problem of developing automated systems for solving food hygiene problems, the solution of which is associated with the need to take into account a large number of interrelated quantitative and qualitative characteristics of human health and diets. The conditions necessary to ensure that the developed software meets the requirements of digital medicine and digital health are shown. *Materials and methods.* The information base was the results of scientific and applied research of specialists in the field of nutrition, dietology and medical informatics, for the analysis of which the methods of system analysis and software engineering were used. *Results.* The most common computer programs used to analyze the actual nutrition and develop personalized recommendations for optimizing the nutritional status of the patient are analyzed. As a result, it is substantiated that there is no software that would fully meet the requirements of Russian specialists in the field of food hygiene, nutritionists and dieticians, and key requirements for such software are formulated. *Conclusions.* The results of the study will improve the efficiency of solving the problems of developing software for analyzing the nutritional status of representatives of various socio-professional groups of the population with the formation of personalized recommendations for its optimization, and will also contribute to rational positioning and promotion of the developed software on the market.

Keywords: digital medicine, medical informatics, automated medical system, food hygiene, digital nutrition, digital dietology, personalized medicine

Acknowledgments: the work was supported by the grant of the President of the Russian Federation for the state support of leading scientific schools of the Russian Federation (grant NSh-122.2022.1.6).

For citation: Khlopotov R.S. Analysis of trends in the development of automated systems for solving the problems of food hygiene. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):140–157. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-9

Введение

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), каждый третий человек в мире страдает от разной формы неполноценного питания [1]. Так, например, 45 % смертей детей до пяти лет происходят в связи с недостатком в рационе питания отдельных веществ (например, микронутриентов), пятая часть беременных женщин имеет дефицит железа, а одна треть – витамина А [2, 3]. При этом экономический ущерб от неполноценного питания, по оценкам Всемирной организации здравоохранения, составляет около 3,5 трлн долл. в год [4–8]. Согласно прогнозам, к 2040 г. нехватка продовольствия станет глобальной проблемой, которая окажет сильное воздействие на питание [9–15]. Таким образом, лечебное питание является одним из наиболее значимых факторов сохранения здоровья и неотъемлемой составной частью комплексной терапии многих заболеваний.

Материалы и методы

Информационной базой выступили результаты научных и прикладных исследований специалистов в области нутрициологии, диетологии и медицинской информатики, для анализа которых применены методы системного анализа и программной инженерии.

Результаты

Преобладающим методом диагностирования пациента в гигиене питания является опрос [17–19]. Метод изучения индивидуального профиля питания путем опроса о потреблении пищи известен еще с XIX в. В XX в. проведены массовые обследования питания в научных и прикладных целях. В наши дни с распространением компьютерной техники стали доступными исследования отдельного человека (персонифицированные) или небольших однородных социoproфессиональных групп (занимающихся одним видом спорта, больных с одной патологией, рабочих одной специальности и т.п.), расширилась номенклатура исследуемых характеристик пищевой ценности, появилась возможность применения научно обоснованных и официальных норм потребления [20–25].

В основе анализа питания традиционно лежит идея баланса: расход энергии и основных веществ должен компенсироваться их поступлением в организм, прежде всего, с пищей, а разбалансированность (недостаток или избыток) повышает риски болезни [26, 27]. Поскольку индивидуальные нормы потребления различаются для людей разной массы, пола и возраста, при опросе также фиксируются показатели антропометрического статуса [28, 29]. Очевидно, что для такой сложной аналитической работы компьютер является неотъемлемым инструментом в реализации врачом-нутрициологом своих профессиональных функций [30–32].

На сегодня существует огромное количество различных компьютерных программ анализа фактического питания. Сравнительная характеристика наиболее широко распространенных из них представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ компьютерных программ анализа фактического питания

Программа	Преимущества	Недостатки
1	2	3
DietPlan (Великобритания)	– включает базы данных Макканса – Видоусон, американские USDA NDB, австралийские NUTTAB, датские, канадские, новозеландская и другие базы данных нутриентов доступны для загрузки в эту программу; – обеспечивает ввод отдельных обследований, пищевых дневников, позволяет формировать индивидуальные и групповые отчеты	– имеет англоязычный интерфейс. Однако наименования продуктов можно ввести и по-русски. К сожалению, русские буквы не распечатываются в итоговых отчетах, поэтому пользователи в нашей стране используют транслитерацию для ввода данных; – интерфейс программы требует специального освоения

Продолжение табл. 1

1	2	3
DietPlan (Великобритания)	<ul style="list-style-type: none"> – данные о новых продуктах могут быть внесены самим пользователем или загружены из дополнительных баз данных; – допускается также редактирование нормативных (референтных) значений для обследуемой категории; – все сведения в программе ведутся в универсальной базе данных MySQL, что позволяет использовать накопленные данные в интеграции с внешними системами, средствами языка SQL и ODBC-драйверов, а при необходимости и обеспечить загрузку данных обследований извне 	
NutriSurvey (Германия)	<ul style="list-style-type: none"> – простота использования; – предусмотрено получение графиков в сравнении с нормами; – содержит несколько наборов норм потребления (референтных значений): немецкий, американский, международный (ФОА/ВОЗ), в каждом наборе значения делятся по возрасту и полу, отдельно для каждой характеристики пищевой ценности 	<ul style="list-style-type: none"> – реализует классический опросно-частотный метод изучения потребления без персонификации (средние значения); – база данных продуктов, по умолчанию, конечно же, немецких, может быть дополнена из широкого списка иных национальных баз данных: США, французской, боливийской, бразильской, египетской, индийской, гватемальской, индонезийской, кенийской, мексиканской, малийской, перуанской, сенегальской, тайской, вьетнамской (Россия отсутствует в списке)
NutriBase (США)	<ul style="list-style-type: none"> – организация совместной работы, помимо сетевой версии, предусмотрена синхронизация данных через интернет, средства импорта-экспорта бланков дневников потребления в doc-формате; – содержит базы данных нутриентов: USDA SR (США) и CNF 2005 (Канада), может также подключать и другие данные; 	<ul style="list-style-type: none"> – в составе выходных данных графики и таблицы о состоянии и динамике потребления, стандартные (для США и Канады) ярлыки блюд со сведениями о пищевой ценности

1	2	3
NutriBase (США)	<ul style="list-style-type: none"> – содержит «советчик» по выбору продуктов, наиболее рекомендованных данному человеку; – пользователь сам может добавлять продукты, создавать рецепты, формировать меню и список покупок 	
NUT (США)	<ul style="list-style-type: none"> – программа содержит сведения о 8194 продуктах и 146 нутриентах, позволяет вести различные планы питания, включая кетагеновую, низкоуглеводную и другие диеты, советчик по выбору продуктов, строит графики дневных значений и месячного тренда; – программа поставляется вместе с исходными текстами, что позволяет строить на ее основе собственные проекты 	– используется только пользователями системы Linux
Diet Assistant (Великобритания)	<p>Она позволяет фиксировать антропометрию, самочувствие, потребление, содержит сведения о пищевой ценности продуктов, выдает советы по потреблению. Однако возможностей программы для профессионального контроля питания явно недостаточно. Большим недостатком является и отсутствие русификации</p>	<ul style="list-style-type: none"> – исключительно для платформы Android; – программы на русском языке для Android найти можно, однако их правильнее отнести к электронным информаторам, поскольку возможности ведения базы данных, обмена с компьютером врача, загрузки данных в них не предусматриваются

Таким образом, программы зарубежного производства, в том числе и профессиональные, при всей их известности и широком спектре функциональных возможностей имеют в условиях нашей страны существенные недостатки, в том числе отсутствие русскоязычного интерфейса и сведений о российских продуктах питания [33–36]. Это делает их применение невозможным без предварительной доработки и загрузки дополнительных данных.

В связи с этим на сегодняшний день специалист-нутрициолог или отдельный человек скорее всего будет искать отечественные компьютерные средства. Таких программ разработано довольно много: поиск в интернете достаточно быстро позволяет найти сайты, где их распространяют и продают.

Также следует отметить, что серьезной методологической проблемой является то, что все опросные методики учитывают лишь средние значения показателей, что не обеспечивает формирование персонализированных рекомендаций.

Самыми популярными на сегодня являются программы: «Правильное питание», «Диетолог» и «Домашний диетолог». Общими характеристиками этих программ является минимализм функций и простота экранных форм. При этом такие свойства, как пополняемый состав продуктов и блюд, широкий набор характеристик пищевой ценности, различные категории питающихся, работа через интернет не включены в их состав. В связи с этим профессиональное применение во врачебной практике подобных средств практически бесполезно.

Для разработки эффективного программного обеспечения проведен анализ специфики профессиональной деятельности врача-нутрициолога. Предварительно проведен анализ семантики базовых категорий, определяющих специфику структурного системного анализа предметной области: «диетология», «нутрициология». Разграничение этих дефиниций является ключевым аспектом в идентификации сферы деятельности врача-нутрициолога.

В процессе исследования мы пришли к выводу, что в современной научной литературе к определению понятия «нутрициология» сложилось два подхода:

- нутрициология как междисциплинарная наука [37–39];
- нутрициология как раздел медицины [40–43].

Исходя из позиции ведущих отечественных ученых [1, 20, 30], более корректным является первый подход, поскольку нутрициология изучает здоровое питание человека, совместимость продуктов и адекватность рациона, влияние пищи на организм человека и возможности коррекции самочувствия только персонализацией пищевого статуса.

В настоящее время нутрициология рассматривается не как специфическая узконаправленная наука [1, 9, 20]. Она объединяет комплекс областей, связанных с гигиеной питания человека: изучение состава пищевых продуктов, взаимодействия продуктов, влияния пищи на здоровье, исследование механизмов клеточного питания и процессов усвояемости пищи у представителей различных социoproфессиональных групп населения [1, 9, 20].

Прогресс нутрициологии связан с прогрессом смежных научных дисциплин, которые помогают изучать аспекты питания для определенных групп лиц: медицины, химии, фармакологии, генетики, биотехнологии, физиологии и др.

В свою очередь, второй подход отождествляет нутрициологию и диетологию. Такое приравнивание мы считаем неправомерным. Согласно проведенному анализу, можно утверждать, что понятия «нутрициология» и «диетология» имеют как общие, так и особенные черты. Оба этих понятия тесно связаны с питанием человека, технологиями пищевой промышленности, изучением механизмов действия веществ, поступающих в организм с пищей и выполняющих строительный, пластический, энергетический, гормональный и другой функционал. При этом предметная область нутрициологии более обширна, поскольку занимается питанием и тем, как усваиваются человеком питательные вещества из продуктов и блюд, в то время как диетология изначально подразумевала под собой питание больного человека и являлась отраслью нутрициологии.

Описанную точку зрения подтверждает и эволюционный анализ формирования и развития науки «нутрициология» (табл. 2).

Эволюция нутрициологии как науки [44]

Этап	Характеристика
Эра зарождения (400 г. до н.э. – начало XIX в.)	Основы современной нутрициологии заложены благодаря знаниям общей химии, развитию химического анализа, биохимии и физиологии. В XVII в. наметилось развитие диетологии: Т. Сиденхем разрабатывал диеты для пациентов с подагрой и ожирением, предостерегал от увлечения лекарствами и придавал большое значение питанию больных, требуя замены аптеки кухни
Эра физиологии (1910–1950)	В первой половине XX в. обнаружены и синтезированы многие незаменимые для здоровья человека витамины и минералы. В работах ученых первой трети XX в. показано, что помимо макронутриентов и энергии для поддержания жизнедеятельности организма в строго определенных количествах необходимы минорные вещества пищи (витамины группы B, D, C и др.). Это послужило началом биохимической эры в развитии нутрициологии
Эра биохимии (1950–1970)	После Второй мировой войны резко возросло количество заболеваний, связанных с питанием, основное внимание ученых было сосредоточено на жирах и сахаре. В СССР основоположником нутрициологии является биохимик Алексей Алексеевич Покровский: он установил основные метаболические пути и механизмы превращения и ассимиляции пищевых веществ, что позволило сформулировать концепцию сбалансированного питания
Микронутриентология (1970–2010)	Значительно расширился список нормируемых макро- и микроэлементов, эссенциальных в питании человека (K, Na, Cl, Cu, Mn, Cr, Mo, Se), а также имеющих предполагаемые биохимические функции (Si, Br, V, Ag, Co, F). В работах 1980–2010-х гг. доказана важная роль в питании человека биологически активных веществ
Эра геномных и постгеномных технологий (2010–2015)	Интенсивно проводились исследования влияния питания на центральную нервную систему, головной мозг, поведение и память, а также центральные механизмы гомеостаза пищевых веществ и энергии
Персонализированная нутрициология и нутримикробиомика (2015–2021)	Изучение конституциональных соматотипов, развитие персонализации питания (антропонутрициологии). Развитие технологий автоматизированной многоуровневой диагностики нарушений пищевого статуса и рискометрии развития алиментарно-зависимых заболеваний
Цифровая нутрициология (2021 г. – наши дни)	Основными направлениями научных исследований являются: оцифровка антропометрических показателей индивида; оцифровка метаболома индивида; оцифровка потребностей индивида в нутриентах; оцифровка химического состава пищевых продуктов; автоматизация составления персонализированных рационов питания

Таким образом, эти специализации (нутрициология и диетология) имеют общую направленность, однако целевые установки у них совершенно разные. Разберем основные отличия этих профессий.

Необходимо отметить, что между нутрициологией и диетологией есть огромная разница. В первом случае мы говорим про науку, которая изучает продукты питания. Что касается диетологии, то она является тем медицинским разделом, который организует и исследует питание человека. Иными словами, ключевым объектом изучения для нутрициолога будет процесс всасывания компонентов из продуктов питания и напитков человеческим организмом, тогда как диетологи создают рационы, состоящие из здоровой и правильной еды.

В связи с этим образовательный стандарт подготовки диетологов включает обязательное получение высшего медицинского образования (медицинское высшее учебное заведение и интернатура) по общей практике и/или ординатура по диетологии. Нутрициологом же возможно стать и без медицинского образования. Он по образованию может быть биологом, медицинской сестрой либо иметь другую специальность изначально.

Во многих странах подготовка по нутрициологии и диетологии имеет похожую учебную программу. Образовательные программы начинаются с основных дисциплин, таких как анатомия человека, физиология, микробиология. Далее студенты, изучающие нутрициологию, углубляются в модули биологической ценности и безопасности пищевых продуктов, оценки составления рационов программ по изменению привычек (коучинг), а также питания при физической активности у практически здоровых людей.

Студенты-медики изучают все предметы, связанные с медициной: и хирургию, и офтальмологию, и инфекции и др. А когда выпускник поступает в интернатуру или ординатуру по диетологии, то там уже преподают более углубленно дисциплины по лечебному и лечебно-профилактическому питанию, лекарственную и диетотерапию заболеваний.

Более основательная подготовка врача дает возможность ему лечить людей, а также стать и диетологом, и нутрициологом сразу, углубившись в необходимые модули по питанию и пищевому поведению. Сокращенное образование нутрициолога не позволяет работать с больными людьми, так как нет подготовки в области медицины и диетологии и нет клинической практики.

И диетолог, и нутрициолог могут:

- изучать, как питание влияет на организм человека, и популяризировать научные знания о питании, рассказывая людям простым языком, как это можно применить на практике;
- составлять индивидуальные программы коррекции пищевого поведения и помогать людям формировать здоровые привычки;
- обучать людей составлять сбалансированный по макро- и микронутриентам рацион питания;
- помогать с выбором наиболее качественных продуктов питания и методов приготовления;
- подбирать специализированные рационы детям, беременным и кормящим женщинам, пожилым людям и спортсменам (если они условно здоровые – нутрициолог, иначе – диетолог) [45–47].

При этом нутрициолог, в отличие от диетолога, не может:

- назначать и рекомендовать обследования, анализы и ставить диагнозы;
- интерпретировать анализы и выдавать заключения и рекомендации по ним;
- назначать диеты при заболеваниях, в том числе ассоциированных с питанием (диабет, панкреатит, синдром раздраженного кишечника, пищевая аллергия и др.);
- рекомендовать к приему лекарства, витамины, БАДы, травяные сборы;
- давать рекомендации по питанию, следуя своему «авторскому» подходу или отличающиеся от официальной позиции авторитетных медицинских организаций о здоровом, сбалансированном питании.

Таким образом, диетолог – это врач, а нутрициолог – не обязательно. Диетолог использует разнообразные варианты питания для терапии заболеваний, предотвращения их осложнений и снижения рисков развития заболеваний. Нутрициолог помогает практически здоровому человеку оптимизировать рацион питания, скорректировать его в соответствии с целями, которые ставит перед собой пациент, для сохранения биологического возраста, продления долголетия, повышения качества жизни и т.п.

Хотя и диетологи, и нутрициологи играют важную роль в улучшении рациона питания и здоровья человека, они, как правило, работают в совершенно разных условиях.

Так, диетологи могут работать врачом, заведующим отделением, преподавателем, ученым или могут открыть частный кабинет. Они также могут работать в области здравоохранения, науки и образования. В свою очередь, нутрициологи чаще работают учеными-исследователями и практикующими консультантами в коммерческих условиях (фитнес-центры, сервисы здорового питания, сами на себя, консультируя индивидуально).

В зарубежных странах, например в Великобритании и США, где нутрициология – это более развитое направление, зарегистрированные нутрициологи, имеющие высшее образование и научную степень, часто востребованы в работе в научно-исследовательских и медицинских организациях.

Следующим различием является то, что профессия «диетолог» регламентируется законодательно, а «нутрициолог» – не всегда.

Во многих странах, в том числе в России, профессия диетолога требует аккредитации, сертификации и лицензирования. Профессия нутрициолога чаще всего законом не защищается, т.е. в странах, в которых не утверждены профессиональные стандарты (в том числе в России), считать себя нутрициологом может фактически любой желающий. Это затрудняет различие между профессионалами, обладающими необходимыми знаниями, умениями и навыками, и непрофессионалами, действия которых могут причинить вред здоровью человека [48, 49].

Следует отметить, что регистрация диетолога или нутрициолога – это важный фильтр для практикующих специалистов в сфере здравоохранения с целью защитить здоровье людей и обеспечить доверие к ним. Регистрация позволяет людям с признанной степенью в области питания подтвердить ее, зарегистрировавшись в соответствующем органе, а пациентам – отличить квалифицированного специалиста от человека без подлинной квалификации.

Таким образом, врачи-нутрициологи консультируют только практически здоровых людей, которые желают сохранить хороший уровень самочув-

ствия за счет правильного питания, а диетологи работают как с условно здоровыми, так и с больными людьми, формируя медикаментозную терапию и планы лечебного питания. Непосредственное отношение к нутрициологии имеют процессы нарушения здоровья, обусловленные неполноценным питанием, и наоборот, профилактическое и лечебное воздействие на организм человека пищи и образа жизни. В круг интересов нутрициологов входят коррекция пищевого поведения человека, подбор пищи, обработка и хранение пищевых продуктов, вопросы «пищевого законодательства» и др.

Таким образом, врач-нутрициолог должен быть специалистом, который обязан анализировать большой объем информации. Это обуславливает необходимость разработки и реализации специальных автоматизированных информационных систем решения задач гигиены питания. Применение таких систем должно обеспечивать автоматизацию процесса диагностирования, консультирования и сопровождения пациента врачом-нутрициологом, а именно [20, 30, 50–53]:

- ведение учета пациентов с возможностью ввода данных, характеризующих образ жизни пациента и базовые показатели физиологического состояния, а также показатели, специфичные для решения задач гигиены питания (результаты биоимпедансометрии, основной обмен веществ, содержание жиров, соотношение жировой и безжировой массы, активная клеточная и скелетно-мышечная масса, содержание внеклеточной и внутриклеточной жидкости и др.);

- анализ антропометрических данных, процентного содержания жировой ткани, индекса массы тела, типа телосложения, типа распределения жировой ткани, рекомендуемого веса;

- формирование (конструирование) анкет по методу 24-часового опроса (воспроизведения) питания или по методу анализа частоты потребления пищи под различные задачи исследования и группы населения [20, 30];

- оценка фактического питания потребителей с заполнением анкеты по методу 24-часового опроса (воспроизведения) питания с использованием альбома фотографий блюд или по методу анализа частоты потребления пищи [20, 30];

- определение химического состава и энергетической ценности фактического рациона питания потребителя и визуализация этих данных;

- формирование исключений пищевых продуктов и блюд в базе данных с учетом имеющихся алиментарно-зависимых заболеваний, пищевых предпочтений, а также с учетом гликемических индексов пищевых продуктов, величины содержания в них жизненно важных пищевых веществ (пищевая соль, сахара, жиры, включая жиры с насыщенными жирными кислотами и трансизомерами жирных кислот) [1, 20, 30];

- расчет вариантов групповых и индивидуальных рационов питания;

- расчет вариантов групповых и индивидуальных меню из перечня продуктов по заданным параметрам и из рационов;

- определение химического состава и энергетической ценности введенных рационов питания и меню для потребителя и визуализация этих данных;

- корректировка и выбор рассчитанных рационов питания и меню на заданный горизонт планирования (1 день, 7 дней, 10 дней, 14 дней, 30 дней);

- формирование отчетов: не только автоматическое формирование отчета, но и возможность настройки титула и колонтитулов отчета под требо-

вания пациента, включения в него рецептов приготовления блюд из рекомендуемого рациона;

– обновление программного обеспечения и информационных баз данных программного комплекса.

Таким образом, основной задачей автоматизированного рабочего места является автоматизированное формирование персонализированного рациона питания и меню с учетом особенностей человека, антропометрических данных, состояния здоровья и др.

В свою очередь, такая реализация рекомендаций, формируемых с помощью программного обеспечения, позволит не только усилить терапевтический эффект за счет рационализации (оптимизации) режимов питания и удовлетворения индивидуальных предпочтений пациентов, но и в большинстве случаев сократить затраты на приобретение продуктов питания за счет четко сформулированного списка необходимых продуктов и их объема (веса) с указанием возможных замен продуктов.

Структурно такая автоматизированная система должна состоять из следующих блоков:

– база данных, которая реализует функции сбора и накопления информации с обеспечением информационного поиска. Выполнение указанных требований обеспечивает информационную и интеллектуальную поддержку деятельности врача-нутрициолога, что, в свою очередь, способствует оказанию им соответствующей консультативной помощи, необходимой для выполнения своих функциональных обязанностей;

– основная часть, ключевыми подсистемами которой должны быть блоки (модули):

1) первичной обработки данных: обеспечивает сопряжение хранилища данных и других подсистем программы (потребителей информации из хранилища);

2) фильтрации данных: формирует меню с учетом наличия исключений пищевых продуктов и блюд в связи с наличием алиментарно-зависимых заболеваний, аллергических реакций и пищевых предпочтений;

3) подбора оптимального меню: формирование такого рациона или меню, соблюдение которого обеспечит лечебное воздействие при имеющихся у пациента алиментарно-зависимых заболеваниях;

4) графического интерфейса: предназначен для составления отчетов, графическая часть которых включает мониторинг веса, а также любого параметра биоимпедансометрии, затраченных за сутки калорий, калорийность рекомендуемого рациона, калорийность фактического рациона. Масштаб отображения рассчитывается автоматически, исходя из вариабельности данных. Узловые точки интерполяции и прогнозирования на графике устанавливаются на дату измерения, графическая часть отчета включает групповой или персонализированный рацион или меню.

Заключение

Наблюдаемая цифровизация всех сфер жизнедеятельности человека, безусловно, включает цифровизацию гигиены питания как одного из ключевых процессов, необходимых для поддержания жизни и здоровья.

К настоящему времени очевидна необходимость персонализации (персонализации) питания, учитывающей индивидуальные особенности здоровья и индивидуальные риски развития заболеваний (обусловленные как генотипом человека, так и воздействием потенциально опасных факторов жизнедеятельности). Решение этих задач требует объединения информации о микроэлементном составе и сочетаемости продуктов питания, которую необходимо сопоставлять с информацией об образе жизни и здоровье человека.

Проведенный анализ показал, что достижения информационно-телекоммуникационных технологий обеспечивают потенциальную возможность решения таких задач. Проблемным вопросом является разработка алгоритмического обеспечения формирования оптимального режима питания, позволяющего синтезировать меню для отдельно взятого пациента с учетом предписанной ему диеты и индивидуальных предпочтений.

Перспективы дальнейших исследований состоят в разработке алгоритмического и программного обеспечения системы планирования оптимального режима питания, реализующей потенциал информационно-телекоммуникационных технологий и ориентированной на отечественных потребителей.

Список литературы

1. Тутельян В. А. Эволюция и революции на пути формирования современной нутрициологии. Интегративная и цифровая нутрициология как ближайшее будущее // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 55. С. 21–22.
2. Adams T., Connor M., Whittaker R. Protecting our digital medicine infrastructure // NPJ Digital Medicine. 2019. Vol. 2, № 10. P. 97. doi:10.1038/s41746-019-0177-y
3. Caggiano G., Marcotrigiano V., Trerotoli P. [et al.]. Food Hygiene Surveillance in Italy: Is Food Ice a Public Health Risk? // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17, № 7. P. 2408. doi:10.3390/ijerph17072408
4. Курганов М. Остеопороз: вопросы и ответы. URL: <http://kurganov.pro/Остеопороз>. Вопросы и ответы (дата обращения: 20.03.2022).
5. Simiyu S., Czerniewska A., Aseyo E. R. [et al.]. Designing a Food Hygiene Intervention in Low-Income, Peri-Urban Context of Kisumu, Kenya: Application of the Trials of Improved Practices Methodology // American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2020. Vol. 102, № 5. P. 1116–1123. doi:10.4269/ajtmh.19-0629
6. Galindo C. O., Beux M. R., Costa da R. L. [et al.]. Home-Prepared Enteral Tube Feeding: Evaluation of Microbiological Contamination, Hygiene, and the Profile of the Food Handler // Nutrition in Clinical Practice. 2021. Vol. 36, № 3. P. 704–717. doi:10.1002/ncp.10577
7. Kirk D., Catal C., Tekinerdogan B. Precision nutrition: A systematic literature review // Computers in Biology and Medicine. 2021. Vol. 133, № 6. P. 104365. doi:10.1016/j.compbiomed.2021.104365
8. Ball L. Where to from here? Nutrition and dietetics research into the future // Nutrition and Dietetics. 2021. Vol. 78, № 5. P. 463–465. doi:10.1111/1747-0080.12713
9. Хидешели А. Г., Агапкин А. М. Перспективы развития нутрициологии в РФ // Академическая публицистика. 2021. № 3. С. 51–54.
10. Батурин А. К., Мартинчик А. Н., Камбаров А. О. Структура питания населения России на рубеже XX и XXI столетий // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 60–70.
11. Moltu S. J., Bronsky J., Embleton N. [et al.]. ESPGHAN Committee on Nutrition. Nutritional Management of the Critically Ill Neonate: A Position Paper of the ESPGHAN Committee on Nutrition // Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2021. Vol. 27, № 2. P. 274–289. doi:10.1097/MPG.0000000000003076

12. Adane M., Teka B., Gismu Y. [et al.]. Food hygiene and safety measures among food handlers in street food shops and food establishments of Dessie town, Ethiopia: A community-based cross-sectional study // *PLoS One*. 2018. Vol. 13, № 5. P. e0196919. doi:10.1371/journal.pone.0196919
13. Abidin A. U., Asmara A. A., Asmarany A. [et al.]. A linkage of personal, food, and environmental hygiene to presence of *E. coli* in Warmindo Food Stall // *Gaceta Sanitaria*. 2021. № 35. P. 107–111. doi:10.1016/j.gaceta.2021.10.008
14. Raji I. A., Oche O. M., Kaoje A. U. [et al.]. Effect of food hygiene training on food handlers' knowledge in Sokoto Metropolis: a quasi-experimental study // *Pan African Medical Journal*. 2021. Vol. 40, № 9. P. 146. doi:10.11604/pamj.2021.40.146.27183
15. Gerasimidis K., Bryden K., Chen X. [et al.]. The impact of food additives, artificial sweeteners and domestic hygiene products on the human gut microbiome and its fibre fermentation capacity // *European Journal of Nutrition*. 2020. Vol. 59, № 7. P. 3213–3230. doi:10.1007/s00394-019-02161-8
16. Elfert P., Tiryaki E., Eichelberg M. [et al.]. A Deep Learning Assisted Digital Nutrition Diary to Support Nutrition Counseling for People Affected by the Geriatric Frailty Syndrome // *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. 2021. P. 1–7. doi:10.1109/ISCC53001.2021.9631394
17. Yalun L., Khamaksorn A. A Review of Applying Healthy Dietary Nutrition Knowledge in Tertiary Education Setting // *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. 2020. P. 342–346. doi:10.1109/ECTIDAMTNCN48261.2020.9090755
18. Setyawati A. V. V., Herlambang A. B. Mobile Health Nutrition Book Design to Prevent Stunting at Children // *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*. 2018. P. 275–279. doi:10.1109/ISEMANTIC.2018.8549745
19. Тутельян В. А., Мусина О. Н., Балыхин М. Г. [и др.]. Цифровая нутрициология: применение информационных технологий при разработке и совершенствовании пищевых продуктов. М. : Азбука, 2020. 378 с.
20. Ушаков И. Б., Богомолов А. В. Информатизация программ персонализированной адаптационной медицины // *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2014. Т. 69, № 5-6. С. 124–128.
21. Пивоварова О. А., Аксенова Е. И., Камынина Н. Н. Анализ глобальных исследовательских направлений в медицине (обзор литературы) // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021. Т. 65, № 5. С. 477–484.
22. Sempionatto J. R., Montiel V. R., Vargas E. [et al.]. Wearable and Mobile Sensors for Personalized Nutrition // *ACS Sensors*. 2021. Vol. 6, № 5. P. 1745–1760. doi:10.1021/acssensors.1c00553
23. Bigson K., Essuman E. K., Lotse C. W. Food Hygiene Practices at the Ghana School Feeding Programme in Wa and Cape Coast Cities // *Journal of Environmental and Public Health*. 2020. № 12. P. 9083716. doi:10.1155/2020/9083716
24. Molner J. G. Food hygiene // *Journal of the Royal Society of Medicine*. 1956. Vol. 56, № 7. P. 370–376. doi:10.1177/146642405607600715
25. Портов Н. М. Компьютерные программы оценки фактического питания // 1С: Планового питания. URL: <http://www.1cr.ru/m/kpofp.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).
26. Giacomello E., Toniolo L. Nutrition, Diet and Healthy Aging // *Nutrients*. 2021. Vol. 14, № 1. P. 190. doi:10.3390/nu14010190
27. Pillon B. C., Machado R. L., Silva Da R. P. Augmented Reality Application Development About Nutrition for the Elderly // *XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*. 2018. P. 21–24. doi:10.1109/LACLO.2018.00014

28. Yuan Y., Chen L., Li M. [et al.]. Diagnosis of nitrogen nutrition of rice based on image processing of visible light // IEEE International Conference on Functional-Structural Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (FSPMA). 2016. P. 228–232. doi:10.1109/FSPMA.2016.7818311
29. Гавриков М. Б., Кислицын А. А., Орлов Ю. Н. [и др.]. Цифровая персонифицированная нутрициология: проблемы и решения // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2020. № 25. 36 с.
30. Spradling M., Straub J., Strong J. Introducing & Evaluating ‘Nutrition Facts’ for Online Content // International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security). 2020. P. 1–8. doi:10.1109/CyberSecurity49315.2020.9138867
31. Vaskovsky A. M., Chvanova M. S., Rebezov M. B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics // 4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR). 2020. P. 251–253. doi:10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776
32. Kirkman S., Hollingsworth B., Lake A. [et al.]. Field validity and spatial accuracy of Food Standards Agency Food Hygiene Rating scheme data for England // Journal of Public Health. 2021. Vol. 43, № 4. P. 720–727. doi:10.1093/pubmed/fdaa172
33. Lee J. H., Seo K. H. An Integrative Review of Hygiene Practice Studies in the Food Service Sector // Journal of Food Protection. 2020. Vol. 83, № 12. P. 2147–2157. doi:10.4315/JFP-19-488
34. Zanin L. M., Cunha da D. T., Rosso de V. V. [et al.]. Knowledge, attitudes and practices of food handlers in food safety: An integrative review // Food Research International. 2017. № 100. P. 53–62. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.042.
35. Berisha V., Krantsevich C., Hahn P. R. [et al.]. Digital medicine and the curse of dimensionality // NPJ Digital Medicine. 2021. Vol. 1, № 4. P. 153. doi:10.1038/s41746-021-00521-5
36. Скальный А. В., Рудаков И. А., Нотова С. В. [и др.]. Нутрициология: основные понятия и термины : терминологический словарь. Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. 49 с.
37. Каковы понятия нутрициологии? URL: <https://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=1ea09885-1100-457e-820c-6690fe6cf330> (дата обращения: 19.03.2022).
38. Fogel A. L., Kvedar J. C. Artificial intelligence powers digital medicine // NPJ Digital Medicine. 2018. № 1 (1). doi:10.1038/s41746-017-0012-2.
39. Нутрициология: как питаться, чтобы здорово жить. URL: <https://4brain.ru/blog/nutriciologija-kak-pitatsja-chtoby-zdorovo-zhit/> (дата обращения: 19.03.2022).
40. Нутрициология – путь к здоровью. URL: <https://edprodpo.com/blog/nutritsiologiya/nutritsiologiya-put-k-zdorovyu/> (дата обращения: 19.03.2022).
41. Steinhubl S. R., Topol E. J. Digital medicine, on its way to being just plain medicine // NPJ Digital Medicine. 2018. № 1. P. 20175. doi:10.1038/s41746-017-0005-1
42. Warraich H. J., Califf R. M., Krumholz H. M. The digital transformation of medicine can revitalize the patient-clinician relationship // NPJ Digital Medicine. 2018. № 1. P. 49. doi:10.1038/s41746-018-0060-2
43. Гмошинский И. В. Нутрициология (наука о питании): история, проблемы, перспективы. URL: <http://prez.usn.ru> (дата обращения: 20.03.2022).
44. Чем нутрициолог отличается от диетолога. URL: <https://food101.ru/dietitian-vs-nutritionist> (дата обращения: 19.03.2022).
45. Joaquim D. C., Hortsch M., Silva A. S. R. D. [et al.]. Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect? An integrative review // Anatomia, Histologia, Embryologia. 2022. Vol. 51, № 2. P. 180–188. doi:10.1111/ahc.12776
46. Nieman D. C. Current and Novel Reviews in Sports Nutrition // Nutrients. 2021. Vol. 13, № 8. P. 2549. doi:10.3390/nu13082549
47. Основные различия между нутрициологом и диетологом. URL: <https://educadvisor.my/articles/major-differences-between-a-dietitian-and-a-nutritionist/> (дата обращения: 19.03.2022).

48. Gandolfi S., Auquit-Auckbur I., Chaput B., Duparc F. Innervation of digital joints: an anatomical overview // *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2021. Vol. 43, № 10. P. 1635–1646. doi:10.1007/s00276-021-02754-1
49. Столяр В. П., Крайнюков П. Е., Калачев О. В. Цифровая трансформация здравоохранения и ведомственная медицина. М. : Планета, 2020. 200 с.
50. Максимов И. Б., Столяр В. П., Богомоллов А. В. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований. М. : Бином, 2013. 311 с.
51. Богомоллов А. В. Информационные технологии цифровой адаптивной медицины // *Информатика и автоматизация*. 2021. Т. 20, № 5. С. 1154–1182.
52. Столяр В. П., Крайнюков П. Е. Цифровая трансформация здравоохранения и повседневная деятельность врача-клинициста // *Клиническая медицина*. 2021. Т. 99, № 5-6. С. 361–368.
53. Денисенко Д. Н., Максюта Н. В. Автоматизация планирования диетического питания // *Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт*. Серия: Информатика и моделирование. 2009. № 13. С. 46–52.

References

1. Tutel'yan V.A. Evolution and revolutions on the way of formation of modern nutritionology. Integrative and digital nutritionology as the nearest future. *Voprosy pitaniya = Nutrition Issues*. 2018;87(S5):21–22. (In Russ.)
2. Adams T., Connor M., Whittaker R. Protecting our digital medicine infrastructure. *NPJ Digital Medicine*. 2019;2(10):97. doi:10.1038/s41746-019-0177-y
3. Caggiano G., Marcotrigiano V., Trerotoli P. et al. Food Hygiene Surveillance in Italy: Is Food Ice a Public Health Risk? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(7):2408. doi:10.3390/ijerph17072408
4. Kurganov M. *Osteoporoz: voprosy i otvety = Osteoporosis: questions and answers*. (In Russ.). Available at: [http://kurganov.pro/Osteoporoz.Voprosy i otvety](http://kurganov.pro/Osteoporoz.Voprosy_i_otvety) (accessed 20.03.2022).
5. Simiyu S., Czerniewska A., Aseyo E. R. et al. Designing a Food Hygiene Intervention in Low-Income, Peri-Urban Context of Kisumu, Kenya: Application of the Trials of Improved Practices Methodology. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2020;102(5):1116–1123. doi:10.4269/ajtmh.19-0629
6. Galindo C.O., Beux M.R., Costa da R.L. et al. Home-Prepared Enteral Tube Feeding: Evaluation of Microbiological Contamination, Hygiene, and the Profile of the Food Handler. *Nutrition in Clinical Practice*. 2021;36(3):704–717. doi:10.1002/ncp.10577
7. Kirk D., Catal C., Tekinerdogan B. Precision nutrition: A systematic literature review. *Computers in Biology and Medicine*. 2021;133(6):104365. doi:10.1016/j.compbiomed.2021.104365
8. Ball L. Where to from here? Nutrition and dietetics research into the future. *Nutrition and Dietetics*. 2021;78(5):463–465. doi:10.1111/1747-0080.12713
9. Khidesheli A.G., Agapkin A.M. Prospects for the development of nutritionology in the Russian Federation. *Akademicheskaya publitsistika = Academic journalism*. 2021;(3):51–54. (In Russ.)
10. Baturin A.K., Martinchik A.N., Kambarov A.O. The structure of nutrition of the population of Russia at the turn of the XX and XXI centuries. *Voprosy pitaniya = Nutrition issues*. 2020;89(4):60–70. (In Russ.)
11. Moltu S.J., Bronsky J., Embleton N. et al. ESPGHAN Committee on Nutrition. Nutritional Management of the Critically Ill Neonate: A Position Paper of the ESPGHAN Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2021;27(2):274–289. doi:10.1097/MPG.0000000000003076
12. Adane M., Tekla B., Gismu Y. et al. Food hygiene and safety measures among food handlers in street food shops and food establishments of Dessie town, Ethiopia: A

- community-based cross-sectional study. *PLoS One*. 2018;13(5):e0196919. doi:10.1371/journal.pone.0196919
13. Abidin A.U., Asmara A.A., Asmarany A. et al. A linkage of personal, food, and environmental hygiene to presence of E. coli in Warmindo Food Stall. *Gaceta Sanitaria*. 2021;(35):107–111. doi:10.1016/j.gaceta.2021.10.008
 14. Raji I. A., Oche O.M., Kaoje A.U. et al. Effect of food hygiene training on food handlers' knowledge in Sokoto Metropolis: a quasi-experimental study. *Pan African Medical Journal*. 2021;40(9):146. doi:10.11604/pamj.2021.40.146.27183
 15. Gerasimidis K., Bryden K., Chen X. et al. The impact of food additives, artificial sweeteners and domestic hygiene products on the human gut microbiome and its fibre fermentation capacity. *European Journal of Nutrition*. 2020;59(7):3213–3230. doi:10.1007/s00394-019-02161-8
 16. Elfert P., Tiryaki E., Eichelberg M. et al. A Deep Learning Assisted Digital Nutrition Diary to Support Nutrition Counseling for People Affected by the Geriatric Frailty Syndrome. *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. 2021:1–7. doi:10.1109/ISCC53001.2021.9631394
 17. Yalun L., Khamaksorn A. A Review of Applying Healthy Dietary Nutrition Knowledge in Tertiary Education Setting. *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. 2020:342–346. doi:10.1109/ECTIDAMTCON48261.2020.9090755
 18. Setyawati A.V.V., Herlambang A.B. Mobile Health Nutrition Book Design to Prevent Stunting at Children. *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*. 2018:275–279. doi:10.1109/ISEMANTIC.2018.8549745
 19. Tutel'yan V.A., Musina O.N., Balykhin M.G. et al. *Tsifrovaya nutritsiologiya: primeneniye informatsionnykh tekhnologiy pri razrabotke i sovershenstvovanii pishchevykh produktov = Digital nutritionology: application of information technologies in the development and improvement of food products*. Moscow: Azbuka, 2020:378. (In Russ.)
 20. Ushakov I.B., Bogomolov A.V. Informatization of personalized adaptive medicine programs. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2014;69(5-6):124–128. (In Russ.)
 21. Pivovarova O.A., Aksenova E.I., Kamynina N.N. Analysis of global research directions in medicine (literature review). *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii = Healthcare of the Russian Federation*. 2021;65(5):477–484. (In Russ.)
 22. Sempionatto J. R., Montiel V. R., Vargas E. et al. Wearable and Mobile Sensors for Personalized Nutrition. *ACS Sensors*. 2021;6(5):1745–1760. doi:10.1021/acssensors.1c00553
 23. Bigson K., Essuman E.K., Lotse C.W. Food Hygiene Practices at the Ghana School Feeding Programme in Wa and Cape Coast Cities. *Journal of Environmental and Public Health*. 2020;(12):9083716. doi:10.1155/2020/9083716
 24. Molner J.G. Food hygiene. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 1956;56(7):370–376. doi:10.1177/146642405607600715
 25. Portov N.M. Computer programs for assessing actual nutrition. *IS: Planovogo pitaniya = IC: Scheduled meals*. (In Russ.). Available at: <http://www.1cp.ru/m/kpofp.pdf> (accessed 25.04.2022).
 26. Giacomello E., Toniolo L. Nutrition, Diet and Healthy Aging. *Nutrients*. 2021;14(1):190. doi:10.3390/nu14010190
 27. Pillon B.C., Machado R.L., Silva Da R.P. Augmented Reality Application Development About Nutrition for the Elderly. *XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*. 2018:21–24. doi:10.1109/LACLO.2018.00014
 28. Yuan Y., Chen L., Li M. et al. Diagnosis of nitrogen nutrition of rice based on image processing of visible light. *IEEE International Conference on Functional-Structural*

- Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (FSPMA)*. 2016:228–232. doi:10.1109/FSPMA.2016.7818311
29. Gavrikov M.B., Kislitsyn A.A., Orlov Yu.N. et al. Digital personalized nutritionology: problems and solutions. *Preprinty IPM im. M. V. Keldysha = Preprints of IPM named after M. V. Keldysh*. 2020;(25):36. (In Russ.)
 30. Spradling M., Straub J., Strong J. Introducing & Evaluating ‘Nutrition Facts’ for Online Content. *International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security)*. 2020:1–8. doi:10.1109/CyberSecurity49315.2020.9138867
 31. Vaskovsky A.M., Chvanova M.S., Rebezov M.B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR)*. 2020:251–253. doi:10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776
 32. Kirkman S., Hollingsworth B., Lake A. et al. Field validity and spatial accuracy of Food Standards Agency Food Hygiene Rating scheme data for England. *Journal of Public Health*. 2021;43(4):720–727. doi:10.1093/pubmed/fdaa172
 33. Lee J.H., Seo K.H. An Integrative Review of Hygiene Practice Studies in the Food Service Sector. *Journal of Food Protection*. 2020;83(12):2147–2157. doi:10.4315/JFP-19-488
 34. Zanin L.M., Cunha da D.T., Rosso de V.V. et al. Knowledge, attitudes and practices of food handlers in food safety: An integrative review. *Food Research International*. 2017;(100):53–62. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.042.
 35. Berisha V., Krantsevich C., Hahn P.R. et al. Digital medicine and the curse of dimensionality. *NPJ Digital Medicine*. 2021;1(4):153. doi:10.1038/s41746-021-00521-5
 36. Skal'nyy A.V., Rudakov I.A., Notova S.V. et al. *Nutritsiologiya: osnovnye ponyatiya i terminy: terminologicheskii slovar' = Nutritionology: basic concepts and terms : terminological dictionary*. Orenburg: GOU OGU, 2005:49. (In Russ.)
 37. *Kakovy ponyatiya nutritsiologii? = What are the concepts of nutritionology?* (In Russ.). Available at: <https://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=1ea09885-1100-457e-820c-6690fe6cf330> (accessed 19.03.2022).
 38. Fogel A.L., Kvedar J.C. Artificial intelligence powers digital medicine. *NPJ Digital Medicine*. 2018;(1). doi:10.1038/s41746-017-0012-2.
 39. *Nutritsiologiya: kak pitat'sya, chtoby zdorovo zhit' = Nutritionology: how to eat to live healthy*. (In Russ.). Available at: <https://4brain.ru/blog/nutriciologija-kak-pitatsja-chtoby-zdorovo-zhit/> (accessed 19.03.2022).
 40. *Nutritsiologiya – put' k zdorov'yu = Nutriciology – the path to health*. (In Russ.). Available at: <https://edprodpo.com/blog/nutritsiologiya/nutritsiologiya-put-k-zdorovyu/> (accessed 19.03.2022).
 41. Steinhubl S.R., Topol E.J. Digital medicine, on its way to being just plain medicine. *NPJ Digital Medicine*. 2018;(1):20175. doi:10.1038/s41746-017-0005-1
 42. Warraich H.J., Califf R.M., Krumholz H.M. The digital transformation of medicine can revitalize the patient-clinician relationship. *NPJ Digital Medicine*. 2018;(1):49. doi:10.1038/s41746-018-0060-2
 43. Gmoshinskiy I.V. *Nutritsiologiya (nauka o pitanii): istoriya, problemy, perspektivy = Nutriciology (nutrition science): history, problems, prospects*. (In Russ.). Available at: <http://prez.ysn.ru> (accessed 20.03.2022).
 44. *Chem nutritsiolog otlichaetsya ot dietologa = What is the difference between a nutritionist and a dietitian*. (In Russ.). Available at: <https://food101.ru/dietitian-vs-nutritionist> (accessed 19.03.2022).
 45. Joaquim D.C., Hortsch M., Silva A.S.R.D. et al. Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect? An integrative review. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2022;51(2):180–188. doi:10.1111/ahc.12776
 46. Nieman D.C. Current and Novel Reviews in Sports Nutrition. *Nutrients*. 2021;13(8):2549. doi:10.3390/nu13082549

47. *Osnovnye razlichiya mezhdru nutritsiologom i dietologom = The main differences between a nutritionist and a dietitian.* (In Russ.). Available at: <https://eduadvisor.my/articles/major-differences-between-a-dietitian-and-a-nutritionist/> (accessed 19.03.2022).
48. Gandolfi S., Auquit-Auckbur I., Chaput B., Duparc F. Innervation of digital joints: an anatomical overview. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 2021;43;(10):1635–1646. doi:10.1007/s00276-021-02754-1
49. Stolyar V.P., Kraynyukov P.E., Kalachev O.V. *Tsifrovaya transformatsiya zdra-vookhraneniya i vedomstvennaya meditsina = Digital transformation of healthcare and departmental medicine.* Moscow: Planeta, 2020:200. (In Russ.)
50. Maksimov I.B., Stolyar V.P., Bogomolov A.V. *Prikladnaya teoriya informatsionnogo obespecheniya mediko-biologicheskikh issledovaniy = Applied theory of information support for biomedical research.* Moscow: Binom, 2013:311. (in Russ.)
51. Bogomolov A.V. Information technologies of digital adaptation medicine. *Informatika i avtomatizatsiya = Informatics and automation.* 2021;20(5):1154–1182. (In Russ.)
52. Stolyar V.P., Kraynyukov P.E. Digital transformation of healthcare and daily activity of a clinician. *Klinicheskaya meditsina = Clinical medicine.* 2021;99(5-6):361–368. (In Russ.)
53. Denisenko D.N., Maksyuta N.V. Automation of dietary nutrition planning. *Vestnik Natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta Khar'kovskiy politekhnicheskiiy institut. Seriya: Informatika i modelirovanie = Bulletin of the National Technical University Kharkiv Poly-Technical Institute. Series: Computer Science and Modeling.* 2009;(13):46–52. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Роман Сергеевич Хлопотов

научный сотрудник,
Санкт-Петербургский Федеральный
исследовательский центр
Российской академии наук
(Россия, г. Санкт-Петербург, 14-я линия
Васильевского острова, 39)
E-mail: gniiivm-h@yandex.ru

Roman S. Khlopotov

Researcher,
St. Petersburg Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences
(39 14th line of Vasilyevsky Island,
St. Petersburg, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 02.05.2022

Поступила после рецензирования/Revised 17.06.2022

Принята к публикации/Accepted 19.07.2022

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИН МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

А. Е. Хохлов¹, В. И. Горбаченко²

^{1, 2} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹ hohlov59@mail.ru, ² gorvi@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматривается дифференциальное уравнение в частных производных четвертого порядка, описывающее вибрацию пластин под воздействием внешней силы. *Материалы и методы.* Конечно-разностная аппроксимация по пространству и времени этого уравнения приводит к разностным схемам в нестационарной постановке. *Результаты.* Предложен алгоритм реализации разностных схем с расчетом на каждом временном шаге приращений к решению, что позволяет избежать накопления погрешностей. Проведенное исследование устойчивости различных разностных схем позволило вывести условие устойчивости явной схемы и доказать абсолютную устойчивость неявных схем. *Выводы.* Проведенный анализ явных и неявных схем показывает условия устойчивости алгоритмов моделирования.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение бигармонического типа, конечно-разностная аппроксимация, нестационарная постановка, устойчивость явной и неявных разностных схем

Для цитирования: Хохлов А. Е., Горбаченко В. И. Анализ устойчивости алгоритмов моделирования колебаний пластин методом конечных разностей // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 158–167. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-10

STABILITY ANALYSIS OF PLATE OSCILLATION MODELING ALGORITHMS ON CELLULAR NEURAL NETWORKS

A.E. Khokhlov¹, V.I. Gorbachenko²

^{1, 2} Penza State University, Penza, Russia
¹ hohlov59@mail.ru, ² gorvi@mail.ru

Abstract. *Background.* A fourth-order partial differential equation is considered, which describes the vibration of plates under the influence of an external force. *Materials and methods.* A finite-difference approximation in space and time of this equation leads to difference schemes in a non-stationary formulation. *Results.* An algorithm for the implementation of difference schemes is proposed with the calculation of increments to the solution at each time step, which makes it possible to avoid the accumulation of errors. The study of the stability of various difference schemes made it possible to derive a condition for the stability of an explicit scheme and to prove the absolute stability of implicit schemes. *Conclusions.* The performed analysis of explicit and implicit schemes shows the conditions for the stability of modeling algorithms.

Keywords: biharmonic differential equation, finite-difference approximation, unsteady formulation, stability of explicit and implicit difference schemes

For citation: Khokhlov A.E., Gorbachenko V.I. Stability analysis of plate oscillation modeling algorithms on cellular neural networks. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2022;(3):158–167. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-10

Введение

Задачи теории упругости, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных четвертого порядка, встречаются при проектировании строительных сооружений, тепловых машин и устройств, различного рода металлоконструкций, при проектировании и производстве радиоэлектронной аппаратуры. Основным элементом перечисленных конструкций является плоская пластина, закрепленная или свободная по краям и подверженная различного рода переменным во времени воздействиям: вибрационным, ударным, температурным, акустическим.

Плоской пластиной является цилиндрическое или призматическое тело с малой высотой относительно размеров основания. Для применения теории изгиба должно выполняться условие [1–3]: $\delta \geq 0,1l$, где δ – толщина пластины; l – наименьший другой размер пластины. Если это условие не выполняется, то такая пластина считается толстой. С другой стороны, ожидаемые прогибы пластины должны быть малы по сравнению с толщиной. В [1] указано следующее соотношение $\varphi \leq 0,2\delta$, где φ – максимальный ожидаемый прогиб. Пластины, не удовлетворяющие этому условию, называют пластинами малой толщины – мембранами. Рассмотрение колебаний толстых пластин и мембран выходит за рамки данной работы.

Вынужденные колебания однородной пластины постоянной толщины, вызванные переменным внешним воздействием, характерным для неавтономных систем, описываются дифференциальным уравнением бигармонического типа [1]:

$$\nabla^4 \varphi = \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = \frac{P(t)}{D} - \frac{\rho \sigma}{D} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}, \quad (x, y) \in S, \quad (1)$$

с граничными условиями жесткого защемления:

$$\varphi = 0, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0, \quad (x, y) \in \Gamma, \quad (2)$$

и свободного (шарнирного) опирания:

$$\varphi = 0, \quad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial n^2} + \mu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial s^2} = 0, \quad (x, y) \in \Gamma, \quad (3)$$

где $\varphi(x, y)$ – отклонение точек пластины (искомое решение), $P(t)$ – внешняя сила (на практике часто внешняя сила изменяется по гармоническому закону с круговой частотой ω и амплитудой P_0 : $P(t) = P_0 \cos(\omega t)$), $D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$ –

цилиндрическая жесткость пластины; E – модуль Юнга материала пластины; δ – толщина пластины; μ – коэффициент Пуассона материала пластины; ρ – плотность материала пластины; S – прямоугольная область решения; Γ – граница области.

Можно обозначить через d коэффициент, характеризующий физические параметры пластины:

$$d = \frac{\rho\sigma}{D} = \frac{12\rho(1-\mu^2)}{E\delta^2}.$$

Так, например, для стальной пластины толщиной 1 см этот коэффициент равен $46 \cdot 10^{-6} \frac{\text{с}^2}{\text{м}^4}$.

В нестационарной постановке для решения уравнения (1) кроме граничных условий должны быть заданы еще и начальные условия при $t = 0$, т.е. задаются начальное отклонение и начальная скорость точек пластины:

$$\varphi = p, \quad \frac{\partial\varphi}{\partial t} = q. \quad (4)$$

Известны различные подходы для моделирования колебаний пластин. В частности, используется метод конечных элементов [4–5]. Преимуществом метода конечных элементов является возможность учитывать неоднородность структуры пластин. Основными недостатками метода конечных элементов являются вычислительная сложность и сложность программного обеспечения. Для однородных пластин проще использовать метод конечных разностей. В известных работах, посвященных моделированию колебаний пластин методом конечных разностей [3, 6–9], основное внимание уделяется свободным колебаниям пластин. Зачастую рассматриваются лишь некоторые граничные условия, анализ устойчивости разностных схем проводится для некоторых частных случаев и для явных схем конечно-разностной аппроксимации.

Целью данной работы является разработка алгоритмов моделирования колебаний пластин методом конечных разностей и исследование устойчивости различных разностных схем.

Материалы и методы

Конечно-разностная аппроксимация по пространственным переменным сводит задачу (1) к системе обыкновенных дифференциальных уравнений по времени:

$$A\varphi + \gamma \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = f(t), \quad (5)$$

где A – конечно-разностный оператор бигармонического уравнения; $f(t) = \frac{P(t)}{D} = \frac{P_0}{D} \cos(2\pi\nu t) = F \cos(2\pi\nu t)$ – функция правой части; ν – частота внешней силы; F – приведенная амплитуда внешней силы; h – шаг аппрок-

симации по пространству; $\gamma = dh^4$ – коэффициент, характеризующий пластину и шаг аппроксимации по пространству (например, для стальной пластины толщиной 1 см и шагом аппроксимации 1 см он равен $46 \cdot 10^{-14} \text{ с}^2$).

Каждый элемент вектора $A\varphi$ имеет вид (рис. 1)

$$20\varphi_{k,l} - 8(\varphi_{k-1,l} + \varphi_{k,l-1} + \varphi_{k+1,l} + \varphi_{k,l+1}) + 2(\varphi_{k-1,l-1} + \varphi_{k+1,l-1} + \varphi_{k-1,l+1} + \varphi_{k+1,l+1}) + (\varphi_{k+2,l} + \varphi_{k,l-2} + \varphi_{k,l+2} + \varphi_{k-2,l}). \quad (6)$$

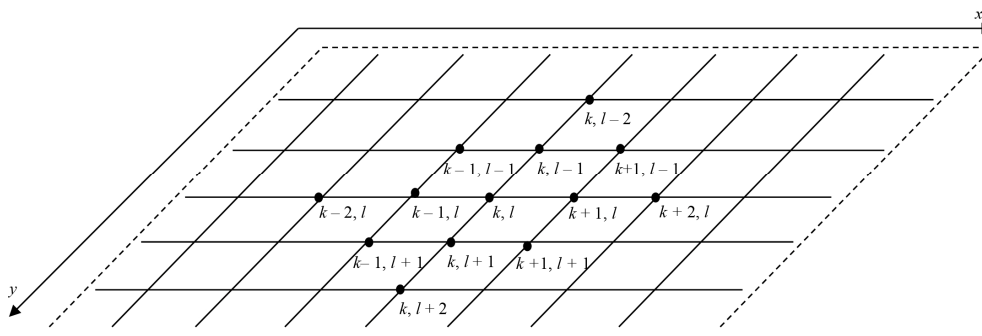


Рис. 1. Конечно-разностная аппроксимация по пространству

Для аппроксимации граничных условий (2) и (3) примем, что контур пластины совпадает с линиями разностной сетки. Чтобы разностный шаблон (рис. 1) действовал для всех узловых точек, в которых рассчитываются отклонения пластины, введем законтурный слой узловых точек (рис. 2). Значения отклонений в законтурных узлах вычисляются из граничных условий.

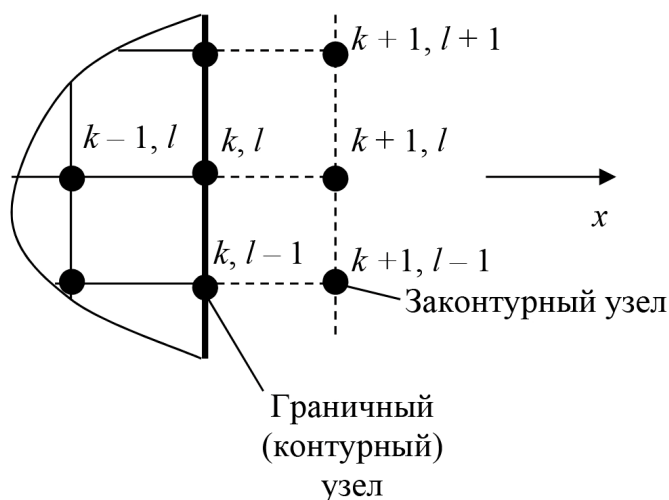


Рис. 2. К определению отклонений в законтурных слоях

Если граница пластины перпендикулярна оси x , то разностный аналог (рис. 2) условий (2) для жестко защемленного края имеет вид

$$\varphi_{k,l} = 0, \quad \frac{1}{2h}(\varphi_{k+1,l} - \varphi_{k-1,l}) = 0, \quad (7)$$

откуда

$$\varphi_{k+1,l} = \varphi_{k-1,l}. \quad (8)$$

Для свободно (шарнирно) опертого края пластины условия (3) в разностной форме имеют вид (см. рис. 2)

$$\frac{1}{h^2}(\varphi_{k+1,l} - 2\varphi_{k,l} + \varphi_{k-1,l}) + \frac{\mu}{h^2}(\varphi_{k,l+1} - 2\varphi_{k,l} + \varphi_{k,l-1}) = 0. \quad (9)$$

Так как на контуре пластины отклонение равно нулю, то $\varphi_{k,l} = \varphi_{k,l+1} = \varphi_{k,l-1} = 0$ и из (9) имеем значение отклонения для законтурной точки

$$\varphi_{k+1,l} = -\varphi_{k-1,l}. \quad (10)$$

Результаты

Для конечно-разностной аппроксимации задачи (5) по времени введем в рассмотрение систему узловых точек $t^j = t^{j-1} + \tau$, где τ – шаг аппроксимации по времени, j – номер временного шага. Можно предложить три разностные схемы в матричной форме, аналогичные приведенным в [9]:

1) явная схема:

$$A\varphi^j + \gamma \frac{\varphi^{j+1} - 2\varphi^j + \varphi^{j-1}}{\tau^2} = f^j; \quad (11)$$

2) неявная схема:

$$A\varphi^{j+1} + \gamma \frac{\varphi^{j+1} - 2\varphi^j + \varphi^{j-1}}{\tau^2} = f^{j+1}; \quad (12)$$

3) неявная схема (аналог схемы Кранка – Николсон):

$$\frac{1}{2}(A\varphi^{j+1} + A\varphi^{j-1}) + \gamma \frac{\varphi^{j+1} - 2\varphi^j + \varphi^{j-1}}{\tau^2} = f^j. \quad (13)$$

Для всех трех схем должны быть заданы начальные условия исходя из (4):

$$\varphi^0 = p, \quad \varphi^1 = p + q\tau. \quad (14)$$

На практике чаще всего начальное отклонение и начальная скорость точек пластины нулевые, поэтому $\varphi^0 = \varphi^1 = 0$.

Для явной схемы (11) решение на каждом последующем временном шаге $j + 1$ находится из решения на двух предыдущих шагах j и $j - 1$:

$$\varphi^{j+1} = 2\varphi^j - \frac{\tau^2}{\gamma} A\varphi^j - \varphi^{j-1} + \frac{\tau^2}{\gamma} f^j \quad (15)$$

или

$$\varphi^{j+1} = (2 - \frac{\tau^2}{\gamma} A)\varphi^j - \varphi^{j-1} + \frac{\tau^2}{\gamma} f^j. \quad (16)$$

Формула (16) легко реализуется. Однако при ее использовании могут накапливаться погрешности округления. Чтобы ослабить влияние погрешностей, можно рассчитывать на каждом шаге не приближенное решение φ^{j+1} , а приращение решения $\Delta\varphi^{j+1}$. Само решение затем находится по формуле

$$\varphi^{j+1} = \varphi^j + \Delta\varphi^{j+1}. \quad (17)$$

В этом случае формулу (15) можно представить в виде

$$\Delta\varphi^{j+1} = 2\Delta\varphi^j - \frac{\tau^2}{\gamma} A\Delta\varphi^j - \Delta\varphi^{j-1} + \frac{\tau^2}{\gamma} \Delta f^j, \quad (18)$$

где $\Delta\varphi^j = \varphi^j - \varphi^{j-1}$, $\Delta\varphi^{j-1} = \varphi^{j-1} - \varphi^{j-2}$, $\Delta f^j = f^j - f^{j-1}$.

Исходными данными для моделирования являются амплитуда F и частота ν внешней силы, а также T – заданный интервал времени, на котором надо найти решение, и τ – шаг аппроксимации по времени. Исходя из нулевых начальных условий (14), обнуляются отклонения в нулевой, первый и второй моменты времени, а также начальные приращения отклонений. Из-за этого в явной схеме реальный расчет отклонений может начинаться только с третьего момента времени под воздействием внешней силы с предыдущего момента времени, т.е. со второго момента. Тогда внешнюю силу в нулевой и первый моменты времени, а также ее начальное приращение можно тоже обнулить.

Затем начинается циклический расчет отклонений на каждом временном шаге. Каждый шаг цикла начинается с увеличения на единицу номера шага времени и увеличения дискретного времени на величину шага аппроксимации по времени. Затем рассчитывается очередное значение внешней силы и ее приращение. Главный и самый трудоемкий расчет очередного приращения решения происходит по формуле (18). Затем рассчитывается очередное решение и переприсваиваются приращения предыдущих отклонений. Окончание процесса моделирования происходит тогда, когда текущее время превысит заданное время колебаний.

Основным недостатком явной схемы является ее условная устойчивость.

Обсуждение

Рассмотрим явную схему (18):

$$\varphi^{j+1} = \left(2 - \frac{\tau^2}{\gamma} A\right)\varphi^j - \varphi^{j-1} + \frac{\tau^2}{\gamma} f^j.$$

Применяя спектральный критерий устойчивости по Нейману [10], получим условие устойчивости этой схемы:

$$\left|2E - \frac{\tau^2}{\gamma} \lambda_i\right| \leq 1, \quad (19)$$

где $\lambda_i \leq \beta(A)$ – собственные числа оператора A ; $\beta(A)$ – спектральный радиус оператора A .

Решив неравенство (19) относительно τ , получаем

$$\tau \leq \sqrt{3 \frac{\gamma}{\beta(A)}}. \quad (20)$$

Одним из следствий теоремы Гершгорина [11] является следующая оценка для спектрального радиуса матрицы A : $\beta(A) \leq S$, где $S = \max_k \sum_{\substack{i=1 \\ k \neq i}}^n |a_{ki}|$ – максимальная сумма модулей коэффициентов разностного оператора A . Для разностного оператора бигармонического уравнения (6) $S = 8 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 4 = 44$. Тогда условием устойчивости явной схемы при моделировании вынужденных колебаний пластин будет

$$\tau \leq \sqrt{0,068\gamma}. \quad (21)$$

Как уже отмечалось ранее, например, для стальной пластины толщиной 1 см и шагом аппроксимации по пространству 1 см $\gamma = 46 \cdot 10^{-14} \text{ с}^2$. Тогда шаг аппроксимации по времени должен быть очень малым: $\tau \leq 1,77 \cdot 10^{-7} \text{ с} = 177 \text{ нс}$.

Таким образом, существенным недостатком явной схемы следует признать ее условную устойчивость, т.е. существенное ограничение на длительность интервала между соседними временными шагами.

Из неявной схемы (12) можно получить систему линейных уравнений для расчета φ^{j+1} , каждое уравнение которой имеет вид

$$\left(A + \frac{\gamma}{\tau^2} E \right) \varphi^{j+1} = 2 \frac{\gamma}{\tau^2} \varphi^j - \frac{\gamma}{\tau^2} \varphi^{j-1} + f^{j+1}. \quad (22)$$

Учитывая положительную определенность и разреженный характер матрицы системы (22), целесообразно применять итерационные методы решения этой системы.

Решение системы уравнений (22) можно также получить из приращений $\Delta\varphi^{j+1}$. Для этого на каждом временном шаге надо решать систему уравнений:

$$\left(A + \frac{\gamma}{\tau^2} E \right) \Delta\varphi^{j+1} = \Delta G, \quad (23)$$

где $\Delta G = \frac{\gamma}{\tau^2} (2\Delta\varphi^j - \Delta\varphi^{j-1}) + \Delta f^{j+1}$, а затем находить очередное приближение решения $\varphi^{j+1} = \varphi^j + \Delta\varphi^{j+1}$.

Рассмотрим устойчивость неявной схемы (12). Из (23) можно получить

$$\varphi^{j+1} = 2 \left(\frac{\tau^2}{\gamma} A + E \right)^{-1} \varphi^j - \left(\frac{\tau^2}{\gamma} A + E \right)^{-1} \varphi^{j-1} + \frac{\tau^2}{\gamma} \left(\frac{\tau^2}{\gamma} A + E \right)^{-1} f^{j+1}. \quad (24)$$

Условие устойчивости по Нейману в этом случае имеет вид

$$\left| \frac{1}{\frac{\tau^2}{\gamma} \lambda_i + 1} \right| \leq 1, \quad (25)$$

где λ_i – собственные числа оператора A .

При $\lambda_i > 0$ и $\gamma > 0$ это условие выполняется при любых τ , значит, неявная схема абсолютно устойчива.

Из неявной схемы Кранка – Николсон (13) можно получить систему линейных уравнений для расчета φ^{j+1} :

$$\left(A + \frac{2\gamma}{\tau^2} E \right) \varphi^{j+1} = \frac{4\gamma}{\tau^2} \varphi^j - \left(A + \frac{2\gamma}{\tau^2} E \right) \varphi^{j-1} + 2f^j. \quad (26)$$

Система (26) также может быть решена одним из итерационных методов, так как матрица $A + \frac{2\gamma}{\tau^2} E$ положительно определена.

Решение также можно получить из приращений $\Delta\varphi^{j+1}$. Для этого на каждом временном шаге надо решать систему уравнений:

$$\left(A + \frac{2\gamma}{\tau^2} E \right) \Delta\varphi^{j+1} = \Delta G, \quad (27)$$

где $\Delta G = \frac{4\gamma}{\tau^2} \Delta\varphi^j - \left(A + \frac{2\gamma}{\tau^2} E \right) \Delta\varphi^{j-1} + 2\Delta f^{j+1}$, а затем находить очередное приближение решения $\varphi^{j+1} = \varphi^j + \Delta\varphi^{j+1}$.

Рассмотрим устойчивость неявной схемы (13). Из (26) можно получить

$$\varphi^{j+1} = \left(\frac{\tau^2}{2\gamma} A + E \right)^{-1} 2\varphi^j - \varphi^{j-1} + \frac{\tau^2}{\gamma} \left(\frac{\tau^2}{2\gamma} A + E \right)^{-1} f^j. \quad (28)$$

Для устойчивости этой схемы по критерию Неймана достаточно выполнения условия

$$\left| \frac{1}{\frac{\tau^2}{2\gamma} \lambda_i + 1} \right| \leq 1. \quad (29)$$

При $\lambda_i > 0$ и $\gamma > 0$ это условие выполняется при любых τ , значит, схема (28) абсолютно устойчива.

Выводы

В работе исследована нестационарная постановка задач на вынужденные колебания пластин, предложен алгоритм реализации разностных схем

с расчетом на каждом временном шаге приращений к решению, что позволяет избежать накопления погрешностей. Проведенное исследование устойчивости различных разностных схем позволило вывести условие устойчивости явной схемы и доказать абсолютную устойчивость неявных схем.

Список литературы

1. Weaver W., Timoshenko S. P., Young S. P. *Vibration Problems in Engineering*. 5th ed. Hoboken : Wiley Interscience, 1990. 624 p.
2. Reddy J. N. *Theory and Analysis of Elastic Plates and Shells*. Boca Raton : CRC Press, 2006. 568 p.
3. Фролов К. В., Окопный Ю. А., Жинжер Н. Н. *Вибрации в технике : справочник : в 6 т. Т. 1. Колебания линейных систем*. М. : Машиностроение, 1978. 482 с.
4. Petyt M. *Introduction to Finite Element Vibration Analysis*. Cambridge : Cambridge University Press, 2010. 516 p.
5. Palazzolo A. *Vibration Theory and Applications with Finite Elements and Active Vibration Control*. Hoboken : Wiley, 2016. 976 p.
6. Al Rjoub Y. S., Abdeljaber O. Free and forced vibration of rectangular plates using the finite difference method // *Green Building, Materials and Civil Engineering* / ed. by B. C. M. Kao, Wen-Pei Sung, R. Chen. London : Taylor & Francis Group, 2015. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/b17568/green-building-materials-civil-engineering-jimmy-cao-wen-pei-sung-ran-chen?refId=6c177f52-1563-4c95-b1cc-b0e500727845&context=ubx> (дата обращения: 20.07.2022).
7. Mat Darus I. Z., Tokhi M. O. Finite Difference Simulation of a Flexible Plate Structure // *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 2004. Vol. 23, № 1. P. 27–46.
8. Mukhopadhyay M. Finite Difference Method for the Vibration Analysis of Beams and Plates // *Structural Dynamics*. 2021. P. 491–514.
9. Самарский А. А., Гулин А. В. *Численные методы*. М. : Наука, 1989. 432 с.
10. Самарский А. А., Гулин А. В. *Устойчивость разностных схем*. М. : Наука, 1973. 416 с.
11. Гантмахер Ф. Р. *Теория матриц*. М. : Наука, 1968. 576 с.

References

1. Weaver W., Timoshenko S.P., Young S.P. *Vibration Problems in Engineering*. 5th ed. Hoboken: Wiley Interscience, 1990:624.
2. Reddy J.N. *Theory and Analysis of Elastic Plates and Shells*. Boca Raton: CRC Press, 2006:568.
3. Frolov K.V., Okopnyy Yu.A., Zhinzher N.N. *Vibratsii v tekhnike : spravochnik : v 6 t. T. 1. Kolebaniya lineynykh system = Vibrations in engineering : handbook : in 6 vols. 1. Vibrations of linear systems*. Moscow: Mashinostroenie, 1978:482. (In Russ.)
4. Petyt M. *Introduction to Finite Element Vibration Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010:516.
5. Palazzolo A. *Vibration Theory and Applications with Finite Elements and Active Vibration Control*. Hoboken: Wiley, 2016:976.
6. Al Rjoub Y.S., Abdeljaber O. Free and forced vibration of rectangular plates using the finite difference method. *Green Building, Materials and Civil Engineering*. London: Taylor & Francis Group, 2015. Available at: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/b17568/green-building-materials-civil-engineering-jimmy-cao-wen-pei-sung-ran-chen?refId=6c177f52-1563-4c95-b1cc-b0e500727845&context=ubx> (accessed 20.07.2022).
7. Mat Darus I.Z., Tokhi M.O. Finite Difference Simulation of a Flexible Plate Structure. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 2004;23(1):27–46.

8. Mukhopadhyay M. Finite Difference Method for the Vibration Analysis of Beams and Plates. *Structural Dynamics*. 2021:491–514.
9. Samarskiy A.A., Gulin A.V. *Chislennyye metody = Numerical methods*. Moscow: Nauka, 1989:432. (In Russ.)
10. Samarskiy A.A., Gulin A.V. *Ustoychivost' raznostnykh skhem = Stability of difference schemes*. Moscow: Nauka, 1973:416. (In Russ.)
11. Gantmakher F.R. *Teoriya matrits = Matrix theory*. Moscow: Nauka, 1968:576. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Алексей Евгеньевич Хохлов

доцент, доцент кафедры
информационно-вычислительных
систем,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: hohlov59@mail.ru

Aleksey E. Khokhlov

Associate professor, associate professor
of the sub-department of information
and computing systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Владимир Иванович Горбаченко

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой компьютерных
технологий,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: gorvi@mail.ru

Vladimir I. Gorbachenko

Doctor of technical sciences, professor,
head of the sub-department
of computer technologies,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 16.05.2022

Поступила после рецензирования/Revised 01.08.2022

Принята к публикации/Accepted 02.09.2022

АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО МОНИТОРИНГА

А. В. Пушкарева¹, В. А. Баранов², А. В. Кузьмин³

¹ Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

^{2,3} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ a.v.push89@gmail.com, ² baranov_va2202@mail.ru, ³ a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* В настоящее время внедрение телемедицинских систем является одним из важных факторов повышения эффективности оказания медицинской помощи. Рассматривается проблема построения систем многопараметрического телемедицинского мониторинга состояния здоровья человека. Источниками данных при этом являются различные информационно-измерительные системы. Обозначена задача построения программного обеспечения для интеграции данных из различных источников, их анализа и отображения. *Материалы и методы.* Проанализированы некоторые подобные телемедицинские системы, описанные в российских и зарубежных источниках. Для отображения данных предлагается организовать графический интерфейс по иерархическому принципу, использовать мнемосимволы и цветовое кодирование значений параметров. *Результаты.* Предложена архитектура приложения, предназначенного для обработки данных многопараметрического телемедицинского мониторинга и реализации систем оповещения о состоянии здоровья человека измерительных данных. Разработан алгоритм работы приложения, позволяющего интегрировать данные из различных источников, анализировать и отображать соответствующие данные с использованием мнемосимволов и цветового кодирования в зависимости от нахождения значения параметров в границах нормы или за ее пределами. *Выводы.* Для построения телемедицинской системы многопараметрического мониторинга требуется использовать разнородные данные, которые должны обрабатываться и анализироваться программными средствами и отображаться в интегральном виде.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, приложение, телемедицина, многопараметрический анализ, графический интерфейс, мнемосимвол, цветовое кодирование

Для цитирования: Пушкарева А. В., Баранов В. А., Кузьмин А. В. Архитектура приложения для анализа и визуализации данных многопараметрического телемедицинского мониторинга // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 168–178. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-11

ARCHITECTURE OF APPLICATION FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DATA OF MULTI-PARAMETER TELEMEDICAL MONITORING

A.V. Pushkareva¹, V.A. Baranov², A.V. Kuzmin³

¹ Penza State Technological University, Penza, Russia

^{2,3} Penza State University, Penza, Russia

¹ a.v.push89@gmail.com, ² baranov_va2202@mail.ru, ³ a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Abstract. *Background.* Currently, the introduction of telemedicine systems is one of the important factors in improving the efficiency of medical care. The paper considers the problem of building systems for multi-parametric telemedicine monitoring of human health. Data sources are various information-measuring systems. The task of building software for integrating data from various sources, their analysis and display is outlined. *Materials and methods.* Some similar telemedicine systems described in Russian and foreign sources are analyzed. To display data, it is proposed to organize a graphical interface according to a hierarchical principle, use mnemonic symbols and color coding of parameter values. *Results.* An application architecture is proposed for processing data from multi-parameter telemedicine monitoring and implementing measurement data alert systems about the state of human health. An application algorithm has been developed that allows integrating data from various sources, analyzing and displaying relevant data using mnemonic symbols and color coding, depending on whether the parameter value is within or outside the normal range. *Conclusions.* To build a telemedicine system for multi-parameter monitoring, it is required to use heterogeneous data that must be processed and analyzed by software and displayed in an integral form.

Keywords: information-measuring system, application, telemedicine, multi-parameter analysis, graphic interface, mnemonic symbol, color coding

For citation: Pushkareva A.V., Baranov V.A., Kuzmin A.V. Architecture of application for analysis and visualization of data of multi-parameter telemedical monitoring. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):168–178. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-11

Введение

Сложившаяся в системе здравоохранения ситуация, вызванная вспышкой новой коронавирусной инфекции COVID-19, ускорила внедрение телемедицинских систем и технологий для дистанционного оказания своевременной медицинской помощи [1]. В настоящее время широкое применение находят различные системы телемедицинского мониторинга для пациентов с хроническими заболеваниями: сердечно-сосудистыми заболеваниями, сахарным диабетом и др., рынок подобных систем постоянно растет. Увеличивается и финансирование внедрения цифровых решений в медицинскую практику [2]. Оказание персонализированной медицинской помощи и реализация систем удаленной медицины возможны при комплексном развитии аппаратной части и программного обеспечения [1].

Многие крупные компании-производители предлагают высокоточные и надежные устройства и системы медицинского мониторинга, эффективность применения которых во многом определяется наличием приложений, позволяющих передавать, обрабатывать и визуализировать полученные данные в удобной для восприятия пользователем приложения форме, наличием соответствующей сетевой инфраструктуры для удаленного хранения и анализа и обмена данных с другими медицинскими системами.

Одним из примеров таких систем является многопараметрическая телекоммуникационная система для мониторинга состояния больных COVID-19, находящихся на самоизоляции [3]. В данной системе информация о состоянии больного передается врачу посредством смартфона, на котором должно быть установлено специальное приложение WeChat. Врач периодически опрашивает больного по телефону по вопросам специальной анкеты и на основе ответов формирует субъективную оценку его состояния. Субъективная оценка дополняется результатами измерений температуры и сатурации крови,

полученными термометром и пульсоксиметром, которыми должен располагать и уметь пользоваться больной. На основе этой информации принимаются решения о корректировке лечения, выздоровлении или необходимости госпитализации.

Разработана телемедицинская система для дистанционного подбора дозы лекарства при лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы у пациентов, находящихся дома [4]. Система состоит из трех компонентов: домашние медицинские приборы (тонометр и весы) с беспроводным интерфейсом шлюза и web-приложение на компьютере врача. Автоматически измеряемыми параметрами состояния больного являются вес, систолическое и диастолическое давление, частота пульса. Данная система осуществляет автоматические измерения параметров состояния больного с сердечной патологией и дистанционное назначение дозировки лекарственных препаратов в зависимости от текущего состояния больного.

Интегрированная система телемониторинга состояния пациента с заболеванием сердечно-сосудистой системы на дому [5] включает в себя каналы измерения артериального давления, веса, сатурации крови, канал электрокардиографии и возможность получения данных и эхокардиографии. Система обеспечивает режим видеоконференции между врачом и пациентом и является узкоспециализированной.

Общей задачей для описанных выше систем является интеграция разнородных данных, необходимых для оценки состояния здоровья человека по нескольким разнородным параметрам и последующего принятия решения относительно дальнейшего ведения пациента. Как следствие, возникает необходимость разработки интегрирующего приложения, объединяющего разнородную информацию от нескольких типов устройств, способного производить анализ данных медицинского мониторинга, в том числе и в режиме реального времени [1].

Материалы и методы

Телемедицинский мониторинг состояния здоровья человека осуществляется информационной системой, реализующей функции мониторинга множества измеряемых параметров, первичной обработки, анализа, визуализации и последующей передачи показателей состояния здоровья человека.

Один из возможных примеров многопараметрической телемедицинской информационно-измерительной системы (ИИС) рассмотрен в [1]. Мониторинг состояния пациента осуществляется по следующим параметрам: температура тела, частота сердечных сокращений, сатурация крови, показатели дыхания, артериальное давление, электрическая активность сердца [6], гликемия [7]. Дополнительно целесообразно использовать устройство мониторинга физической активности на основе акселерометра.

Для регистрации указанных первичных параметров требуется использовать различные аппаратно-программные средства, представляющие данные с разными техническими характеристиками, в разных форматах и по разным протоколам передачи данных [8].

Для реализации подобной ИИС многоканального телемедицинского мониторинга желательно, чтобы каждый измеряемый параметр передавался по беспроводному каналу связи (например, Bluetooth) на небольшом расстоянии и регистрировался с носимого устройства, закрепленного на теле пациента.

В ходе первичной обработки данные разных каналов должны быть преобразованы в соответствующий формат данных, снабжены соответствующими метками (например, временными) и другой необходимой для дальнейшего анализа информацией.

В ходе анализа каждый контролируемый параметр проверяется системой на принадлежность к индивидуально определенному диапазону нормы (в простейшем случае – в пределах нормы или за пределами нормы. Так, в области контроля гликемии используются показатели: TIR (time in range), характеризующий процент времени нахождения в целевом диапазоне (диапазон значений параметра, соответствующий норме); TBR (time below range) – процент времени нахождения ниже целевого диапазона; TAR (time above range) – процент времени нахождения выше целевого диапазона [7].

Одним из важнейших этапов является визуализация, так как в случае с многопараметрическими объектами мониторинга, с одной стороны, требуется детальное представление контролируемых параметров, с другой стороны – возможность быстрой оценки общего состояния, что актуально для медицинских систем. Для реализации такой возможности существуют специализированные методы и средства отображения информации, например [9]. Данный этап можно условно назвать «умной визуализацией».

Умная визуализация в данном случае рассматривается как одна из функций графического интерфейса пользователя, позволяющая отображать состояние многопараметрического объекта с учетом требований эргономики и информативности. Ясно, что визуализация полного набора параметров даже для одного человека может занять все графическое пространство устройства отображения, особенно если речь идет о мобильных устройствах. В связи с этим отображение параметров целесообразно организовать иерархически и ввести интегральную характеристику состояния, отражающую состояние нормы или степень отклонения параметров от нормы. В этом случае пользователь избавляется от необходимости наблюдать за изменением всех параметров, а в случае наличия опасных отклонений имеет возможность развернуть и проанализировать полный набор параметров и принять соответствующее решение.

Интегральный показатель состояния всех контролируемых параметров может быть отображен в виде мнемосимвола (образа), позволяющего с первого взгляда определить, находятся ли все параметры в норме и насколько критичны отклонения в случае. Образ должен отражать выход даже одного параметра за пределы нормы. При этом диапазоны нормальных значений параметров определяются индивидуально, т.е. являются персонализированными. В комплексе с использованием мнемосимвола может использоваться цветное кодирование.

Реализация подобной телемедицинской системы возможна на основе имеющихся на рынке и доступных для использования в области телемедицины средств измерения [8], которые включают собственные программные средства для мобильных устройств и стационарных компьютеров, зачастую закрытые форматы данных, имеют собственную сетевую инфраструктуру для удаленного хранения данных. Все это в целом затрудняет интеграцию данных в рамках единой многопараметрической ИИС. Таким образом, актуальной является задача разработки архитектуры телемедицинской ИИС и программных средств, позволяющих интегрировать данные из разных источников, анализировать их и отображать для более эффективной оценки состояния здоровья человека.

Результаты

Решение задачи интеграции и анализа данных многопараметрического мониторинга позволит своевременно обнаруживать критические состояния человека, оказывать своевременную медицинскую помощь и корректировать лечение. На рис. 1 показана архитектура программной системы телемедицинского мониторинга состояния здоровья человека.

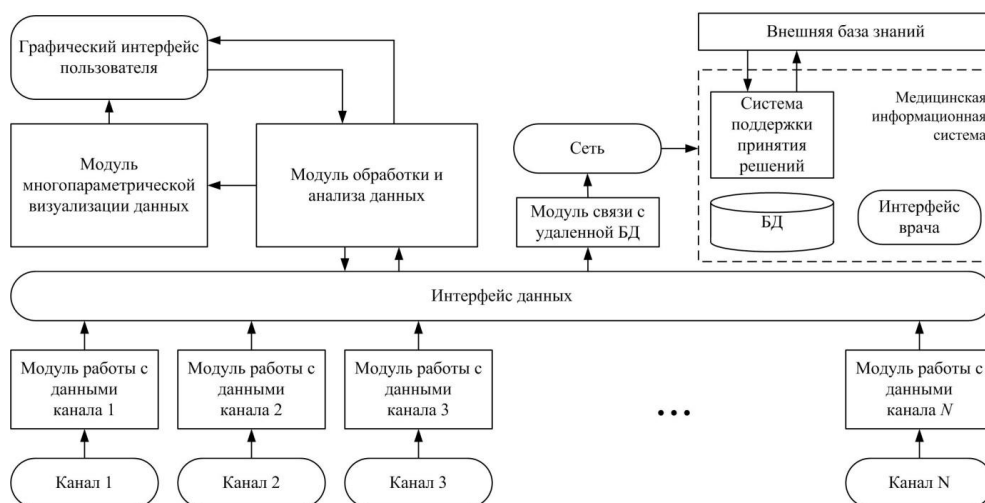


Рис. 1. Архитектура приложения системы телемедицинского мониторинга

Данные, получаемые по измерительным каналам, поступают в модули работы с данными каналов по протоколам, которые способны производить обработку и структурирование информативных данных, а также их дальнейшую передачу в интерфейс данных, в котором производится агрегирование данных и их преобразование с различных типов устройств к единой форме.

Модуль анализа и обработки данных реализует логическую обработку полученных данных согласно алгоритмам (например, относит значения к диапазонам относительно нормы и таким образом рассчитывает параметры TIR, TBR, TAR за определенный период времени) и исходя из типа данных в модуле многопараметрической визуализации формирует диаграммы. Сформированные диаграммы, а также все дополнительные данные о значениях параметров состояния отображаются в графическом интерфейсе пользователя.

Для решения основного противоречия требований к визуальному отображению данных мониторинга интерфейс может быть устроен по иерархическому принципу. Иерархическую структуру отображения параметров предлагается организовать следующим образом (начиная с верхнего уровня):

1. Обобщенная (интегральная) характеристика параметров пациента («норма» – «выход за границы нормы»).
2. Характеристика набора отдельных параметров (полный набор параметров в форме – «выход за границы нормы»).
3. Развернутая характеристика отдельных параметров пациента (визуализация значений фиксируемого непосредственно на теле пациента параметра в реальном масштабе времени или последних зафиксированных значений в случае периодической регистрации параметров), например, сигнал ЭКГ, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Отображение сигнала ЭКГ в реальном масштабе времени на экране смартфона

Внешний вид индикатора (мнемосимвола) должен четко отражать как минимум три состояния:

1. Норма – все параметры в пределах нормы.
2. Отклонения – выход значений одного или нескольких параметров за пределы нормы, но значения отклонения не критические.
3. Критическое состояние – отклонение одного или нескольких параметров от нормы на критические значения или полное отсутствие информации по каким-либо параметрам.

Если в качестве образа использовать трехмерный объект, то переход от одного мнемонического образа к другому может быть реализован с помощью аппарата смешивающих функций [10], который позволяет реализовать отображение промежуточного состояния путем смешивания двух геометрических форм.

При этом сами численные показатели отклонений могут варьироваться в зависимости от наблюдаемого параметра и персонализированных настроек системы, и их определение является предметом отдельного рассмотрения.

Для большей информативности использование мнемосимволов дополняется цветовым кодированием значений параметров. Генерирование цветового кода в зависимости от числового значения параметра осуществляется с помощью соответствующей функции. Данная функция описывает цветовые переходы вдоль линий в цветовом пространстве RGB, что гарантирует получение хорошо сочетаемых цветов [11]. Значения цветов выбраны следующие:

- зеленый – для параметра, соответствующего норме;
- желтый – для границы допустимых отклонений;
- красный – для границы критических отклонений.

Соответственно, промежуточные значения получаются путем интерполяции. В случае выхода одного или нескольких показателей состояния здоровья пациента за границы нормы приложение выводит предупреждения.

Пользовательское приложение взаимодействует с сервером посредством API-составляющей части сервера, которая получает запросы и отправляет ответы по протоколу HTTPS.

Модуль связи с удаленной базой данных посредством сети реализует передачу данных в медицинскую информационную систему, включающую

базу данных, интерфейс врача и систему поддержки и принятия решений, связанной с внешней базой знаний, в роли которой могут выступать различные медицинские ресурсы.

Пользователь имеет доступ к данным текущего мониторинга, суточным диаграммам. Врач обладает доступом к данным многопараметрического мониторинга пользователя и обладает полномочиями корректировать рекомендации пациенту, опираясь на информацию, предложенную системой поддержки и принятий решения.

Обобщенный алгоритм работы такой программы представлен на рис. 3.



Рис. 3. Алгоритм работы приложения мониторинга

Приложение можно разделить на три слоя: слой представления данных, логики и хранения данных. Слой представления, в свою очередь, делится на мобильное приложение для пациента и врача.

Слой представления реализован системой умной визуализации, позволяющей отображать состояние в доступной и эргономичной форме, уве-

домлять об опасных изменениях в значениях измеряемых параметров. Слой доступа к данным содержит стандартный для веб-приложений модуль аутентификации, модуль веб-сервисов для интеграции с мобильными приложениями.

Слой данных содержит базу данных, включающую данные о пользователях системы, характеристиках обследуемых объектов, архив значений параметров.

Обсуждение

Рассмотренная архитектура многопараметрического телемедицинского мониторинга состояния пациента может быть использована в условиях амбулаторного наблюдения, контроля эффективности лечения, своевременного обнаружения угрожающих состояний. Подобные системы позволяют внедрять принципы персонализированной медицины в процесс оказания медицинской помощи.

Основной задачей телемедицинской системы является сбор, анализ и отображение полученных данных телемедицинского мониторинга, полученных от различных компонентов – ИИС. При этом важным является решение проблемы преобразования форматов данных, использование компонентами различных протоколов передачи данных, различной периодичности и допустимых границ нормы для различных параметров. Определение индивидуальных границ нормы регистрируемых параметров является важной задачей, требующей участия соответствующих экспертов в сфере медицины.

Получаемые от пациентов данные многопараметрического мониторинга анализируются и отображаются средствами иерархически организованного интерфейса в интегрированном виде с помощью мнемонических образов и цветового кодирования, что позволяет оценивать состояние пациента. Исследование функций перехода между образами и цветами является перспективной задачей в области компьютерной графики.

Предварительно обработанные данные передаются на удаленный сервер, включающий БД, к которой имеет доступ врач, он анализирует данные мониторинга и принимает решения по дальнейшему ведению пациента. В данной связи возникают вопросы разграничения доступа и защиты данных. При реализации телемедицинских систем все требования по защите данных должны быть учтены, что требует участия специалистов по информационной безопасности и юридическим аспектам.

Заключение

Многопараметрический телемониторинг показателей состояния здоровья пациента на основе разнородных входных данных представляет собой актуальную задачу, способствующую реализации принципа персонализированной медицины. Предложена архитектура и алгоритм работы приложения, реализующего сбор и анализ многопараметрических данных. Для повышения эффективности работы с приложением авторы предлагают использовать иерархическую организацию интерфейса, позволяющую в интегральном виде отображать общее состояние на основе анализа значения параметров на

предмет их выхода за границы нормы. Отображение параметров предлагается осуществлять с использованием мнемосимволов и цветового кодирования, что позволит обеспечить высокую информативность, эргономичность и эффективность контроля состояния пациента.

Список литературы

1. Баранов В. А., Печерская Е. А., Сафронов М. И., Тимохина О. А. Информационно-измерительная система для телемедицинского мониторинга состояния больного COVID-19 // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2021. № 1. С. 85–92.
2. Пугачев П. С., Гусев А. В., Кобякова О. С. [и др.]. Мировые тренды цифровой трансформации отрасли здравоохранения // Национальное здравоохранение. 2021. Т. 2, № 2. С. 5–12.
3. Xu H., Huang S., Qiu Ch. [et al.]. Monitoring and Management of Home-Quarantined Patients With COVID-19 Using a WeChat-Based Telemedicine System: Retrospective Cohort Study // Journal of Medical Internet Research. 2020. Vol. 22, № 7.
4. Leijdekkers P., Gay V., Lawrence E. Smart Homecare System for Health Telemonitoring // Materials of the 1st International Conference on the Digital Society. Guadeloupe, 2007. doi:3.10.1109/ICDS.2007.37
5. Lobodzinski S., Jadalla A. Integrated heart failure telemonitoring system for homecare // Cardiology journal. 2010. Vol. 17, № 2.
6. Сафронов М. И., Кузьмин А. В., Бодин О. Н. [и др.]. Способ и аппаратно-программные средства анализа биоимпеданса для систем мобильного мониторинга ЭКГ // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 3. С. 118–128. doi:10.21685/2227-8486-2020-3-10
7. Gabbay M. A. L., Rodacki M., Calliari L. E. [et al.]. Time in range: a new parameter to evaluate blood glucose control in patients with diabetes // Diabetology & Metabolic Syndrome. 2020. Vol. 16. doi:10.1186/s13098-020-00529-z
8. Шутов Д. В., Арзамасов К. М., Дроздов Д. В. [и др.]. Технические решения для индивидуального телемониторинга функционального состояния организма // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2021. Т. 55, № 2. С. 84–89.
9. Kosnikov Y. N. Increasing the information capacity of the interface of the control system for multiparameter objects // Materials of the 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2015. Rostov-on-Don, 2015. P. 446–449. doi:10.1109/ICAICT.2015.7338598
10. Александрова Н. В., Зимин А. П., Косников Ю. Н., Хоангтхай Х. Смешивающие функции в геометрическом моделировании и визуализации поверхностей свободных форм // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. Т. 1, № 3. С. 51–60.
11. Херн Д., Бейкер П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. М. : Вильямс, 2005. 1168 с.

References

1. Baranov V.A., Pecherskaya E.A., Safronov M.I., Timokhina O.A. Information and measurement system for telemedicine monitoring of the patient's condition COVID-19. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol' = Measurement. Monitoring. Management. Control.* 2021;(1):85–92. (In Russ.)
2. Pugachev P.S., Gusev A.V., Kobayakova O.S. et al. Global trends in digital transformation of the healthcare industry. *Natsional'noe zdравookhranenie = National Healthcare.* 2021;2(2):5–12. (In Russ.)

3. Xu H., Huang S., Qiu Ch. et al. Monitoring and Management of Home-Quarantined Patients With COVID-19 Using a WeChat-Based Telemedicine System: Retrospective Cohort Study. *Journal of Medical Internet Research*. 2020;22(7).
4. Leijdekkers P., Gay V., Lawrence E. Smart Homecare System for Health Telemonitoring. *Materials of the 1st International Conference on the Digital Society*. Guadeloupe, 2007. doi:3.10.1109/ICDS.2007.37
5. Lobodzinski S., Jadalla A. Integrated heart failure telemonitoring system for homecare. *Cardiology journal*. 2010;17(2).
6. Safronov M.I., Kuz'min A.V., Bodin O.N. et al. Method and hardware-software tools for bioimpedance analysis for mobile ECG monitoring systems. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;(3):118–128. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2020-3-10
7. Gabbay M.A.L., Rodacki M., Calliari L.E. et al. Time in range: a new parameter to evaluate blood glucose control in patients with diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2020;16. doi:10.1186/s13098-020-00529-z
8. Shutov D.V., Arzamasov K.M., Drozdov D.V. et al. Technical solutions for individual telemonitoring of the functional state of the organism. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina = Aerospace and environmental medicine*. 2021;55(2): 84–89. (In Russ.)
9. Kosnikov Y.N. Increasing the information capacity of the interface of the control system for multiparameter objects. *Materials of the 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2015*. Rostov-on-Don, 2015:446–449. doi:10.1109/ICAICT.2015.7338598
10. Aleksandrova N.V., Zimin A.P., Kosnikov Yu.N., Khoangtkhay Kh. Mixing functions in geometric modeling and visualization of surfaces of free forms. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus = XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 2015;1(3):51–60. (In Russ.)
11. Khern D., Beyker P. *Komp'yuternaya grafika i standart OpenGL = Computer graphics and the OpenGL standard*. Moscow: Vil'yams, 2005:1168. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Анастасия Валерьевна Пушкарева

кандидат технических наук,
доцент кафедры биомедицинской
инженерии,
Пензенский государственный
технологический университет
(Россия, г. Пенза, пр-д Байдукова, 1а)
E-mail: a.v.push89@gmail.com

Anastasiya V. Pushkareva

Candidate of technical sciences,
associate professor of the sub-department
of biomedical engineering,
Penza State Technological University
(1a Baidukova passage, Penza, Russia)

Виктор Алексеевич Баранов

кандидат технических наук,
доцент кафедры информационно-
измерительной техники и метрологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: baranov_va2202@mail.ru

Viktor A. Baranov

Candidate of technical sciences,
associate professor of the sub-department
of information and measuring
equipment and metrology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Андрей Викторович Кузьмин

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры информационно-
вычислительных систем,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Andrey V. Kuzmin

Doctor of technical sciences, professor,
professor of the sub-department
of information and computing systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 20.06.2022

Поступила после рецензирования/Revised 24.08.2022

Принята к публикации/Accepted 02.09.2022

СНИЖЕНИЕ НЕКАРДИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА В СИСТЕМАХ ДОЛГОСРОЧНОГО АМБУЛАТОРНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА

М. И. Сафронов

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
safronov.maxim@inbox.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Поднимается проблема снижения некардиальной составляющей электрокардиосигнала в записях долгосрочного мониторинга электрической активности сердца, исследование которой в настоящее время строится на применении классических методов фильтрации дискретных сигналов, что не позволяет в полной мере оценить влияние некардиальных факторов на форму электрокардиограммы. *Материалы и методы.* Для снижения некардиальной составляющей электрокардиосигнала в записях долгосрочного мониторинга электрической активности сердца автором предлагается применять адаптивную фильтрацию электрокардиосигнала с помощью реконструкционного фильтра с нелинейной передаточной характеристикой, параметры которой определяются на основании измерения модуля биоимпеданса тканей грудного отдела пациента. *Результаты.* На основе результатов измерения модуля биоимпеданса была получена нелинейная характеристика реконструкционного фильтра, с помощью которого была проведена процедура восстановления формы электрокардиограммы и рассчитана относительная приведенная погрешность восстановления формы. *Выводы.* Принципиальное отличие предлагаемого автором подхода заключается в применении новых методов нелинейной фильтрации дискретных сигналов, основанных на применении дополнительной информации о характере влияющих воздействий.

Ключевые слова: фильтрация, биоимпеданс, электрокардиограмма, измерения, мобильный мониторинг, долгосрочный мониторинг

Финансирование: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90165.

Для цитирования: Сафронов М. И. Снижение некардиальной составляющей электрокардиосигнала в системах долгосрочного амбулаторного мониторинга состояния сердца // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2022. № 3. С. 179–186. doi:10.21685/2227-8486-2022-3-12

INCREASING THE INFORMATIVENESS OF CARDIAC CYCLES IN SYSTEMS OF LONG-TERM OUTPATIENT CARE HEART MONITORING

M.I. Safronov

Penza State University, Penza, Russia
safronov.maxim@inbox.ru

Abstract. *Background.* The paper raises the problem of reducing the non-cardiac component of the electrocardiosignal in the recordings of long-term monitoring of the electrical activity of the heart, a study that is currently based on the use of classical methods for filtering discrete signals, which does not allow to fully assess the influence of non-cardiac factors on the shape of the electrocardiogram. *Materials and methods.* To reduce the non-cardiac component of the electrocardiosignal in the recordings of long-term monitoring of the electrical activity of the heart, the author proposes to use adaptive filtering of the electrocardiosignal using a reconstruction filter with a nonlinear transfer characteristic, the parameters of which are determined based on the measurement of the bioimpedance modulus of the patient's thoracic tissues. *Results.* Based on the results of measuring the bioimpedance modulus, a nonlinear characteristic of the reconstruction filter was obtained, with the help of which the procedure for restoring the shape of the electrocardiogram was carried out and the relative reduced shape recovery error was calculated. *Conclusions.* The fundamental difference of the approach proposed by the author lies in the application of new methods of nonlinear filtering of discrete signals based on the use of additional information about the nature of the influencing impacts.

Keywords: filtration, bioimpedance, electrocardiogram, measurements, mobile monitoring, long-term monitoring

Acknowledgments: the reported study was funded by RFBR, project number 20-38-90165.

For citation: Safronov M.I. Increasing the informativeness of cardiac cycles in systems of long-term outpatient care heart monitoring. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2022;(3):179–186. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2022-3-12

Введение

Контроль состояния пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) производится с помощью долговременного мониторинга электрической активности сердца (ЭАС). В условиях медицинского стационара врач имеет возможность постоянного контроля состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) пациента. Стационарные условия при долговременном мониторинге ЭАС характеризуются незначительным влиянием некардиальных процессов на форму электрокардиограммы (ЭКГ).

Кардиальными [1] процессами называют такие процессы, которые обусловлены функционированием сердца (процессы реполяризации и деполяризации желудочков и т.д.). К **некардиальным** процессам относят все остальные процессы, влияющие на форму кардиоцикла ЭКГ (электромагнитные помехи, двигательная активность пациента, потоотделение и т.д.). На основе анализа только ЭКГ **нельзя** оценить влияние некардиальных процессов на форму кривой ЭКГ.

При долговременном **амбулаторном** мониторинге ЭАС имеет место снижение информативности записей долговременного мониторинга за счет роста интенсивности влияния некардиальных процессов на форму ЭКГ [2]. При амбулаторном мониторинге ЭАС врач не имеет возможности постоянного контроля состояния ССС пациента, и для повышения эффективности работы врача-кардиолога современные медицинские информационные системы (МИС) предоставляют только информативные участки ЭКГ: функция определения информативных участков в записи долговременного мониторинга ЭАС выполняется медицинской системой (Холтеровским монитором) в автоматическом режиме на основе анализа ЭКГ.

В связи с вышесказанным актуальной задачей является определение критерия информативности кардиоцикла, позволяющего осуществлять контроль кардиоциклов с их разделением на **информативные** и **неинформативные** с учетом оценки влияния некардиальных процессов.

Материалы и методы

Для определения некардиальной составляющей электрокардиосигнала использовалась база данных сигналов *MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database (nsrdb 1.0.0)* [2] от *PhysioNet* [3]. Эта база данных включает 18 долгосрочных записей ЭКГ у пациентов, направленных в Лабораторию исследования аритмий Бостонской больницы Бет Исраэль (ныне Медицинский центр Бет Исраэль Диаконисс). Известно, что у субъектов, включенных в эту базу данных, отклонений в работе сердечно-сосудистой обнаружено не было.

Регистрация ЭКС и измерение мгновенных значений модуля биоимпеданса осуществлялись с помощью отладочного набора *MAX30001EVSYS_EVKIT* на базе специализированного АЦП для регистрации биопотенциалов *MAX30001*. Внешний вид отладочного набора *MAX30001EVSYS_EVKIT* представлен на рис. 1.

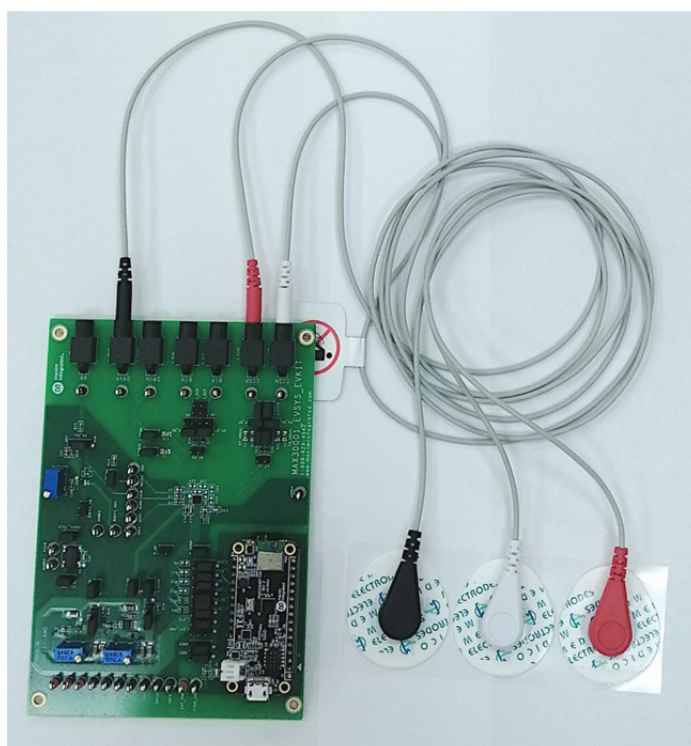


Рис. 1. Внешний вид отладочного набора *MAX30001EVSYS_EVKIT*

С помощью отладочного набора *MAX30001EVSYS_EVKIT* осуществлялись регистрация ЭКС и синхронное измерение модуля биоимпеданса. Далее с помощью специализированного программного обеспечения полученные сигналы передавались с отладочного набора в персональные компьютеры в виде структурированного текста в формате *.csv* по протоколу *USB* [4].

Отладочное программное обеспечение представляет собой графическое пользовательское приложение (рис. 2) для визуальной конфигурации всех функций отладочного набора, таких как настройка канала регистрации ЭКГ (*ECG Channel*), настройка канала измерения модуля биоимпеданса (*BioZ Channel*), настройка внутреннего мультиплексора, отображение графиков ЭКГ, модуля биоимпеданса и *RR*-интервала в реальном времени (*Plots*) и настройка функции записи данных регистрации ЭКС и измерений модуля биоимпеданса, а также выделенных *R*-зубцов и импульсов кардиостимулятора на *microSD*-карту (*MicroSD Log*).

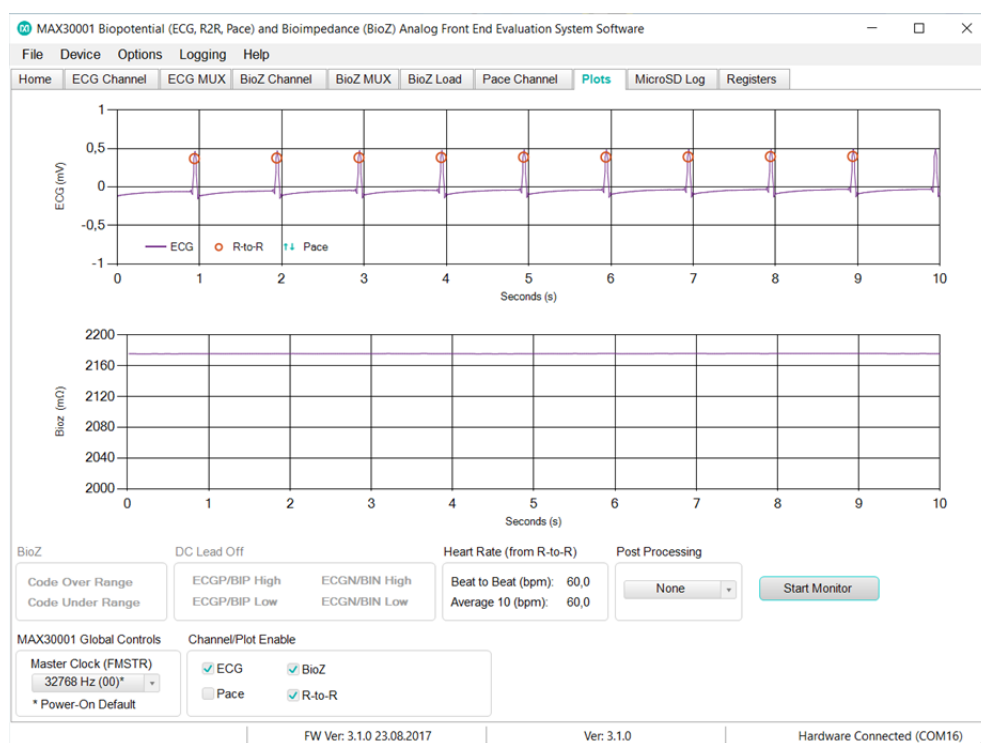


Рис. 2. Внешний вид ПО для взаимодействия с *MAX30001EVSYS*

Формат файлов с данными регистрации ЭКС имеет вид, приведенный в табл. 1.

Таблица 1

Формат данных регистрации ЭКС

Time (s)	ECG_DATA [17:0]	ETAG [2:0]	PTAG [2:0]	ECG (mV)	ECG Filtered (mV)	Filter Type,
0,01562	-1	0	7	-0,00038146...	-0,00038146...	None

Представленное программное обеспечение позволяет производить полный спектр операций с отладочным набором *MAX30001EVSYS_EVKIT*, а именно осуществлять одновременную регистрацию электрокардиосигнала с частотой 512 Гц [5] и измерение параметров комплексного сопротивления кожного покрова (*Z*) с частотой 32 Гц.

Результаты и обсуждение

Известно, что помимо нелинейного влияния электрокардиосигнал, биоимпеданс кожного покрова – величина нестационарная и, как следствие, может изменяться даже в рамках одного кардиоцикла [6]. Ключевой задачей является определение изменения значения биоимпеданса ($Z_{\text{смещ}}$) от некоего нормального значения (Z_0) [7]. Пример изменения значений модуля биоимпеданса представлен на рис. 3. Таким образом, необходимо компенсировать не влияние биоимпеданса в общем, а минимизировать влияние случайных изменений биоимпеданса, вызываемых некардиальными факторами. Приведение значений модуля биоимпеданса к нормальному значению Z_0 на протяжении всей записи долгосрочного мониторинга позволит добиться минимизации влияния некардиальных факторов [8].

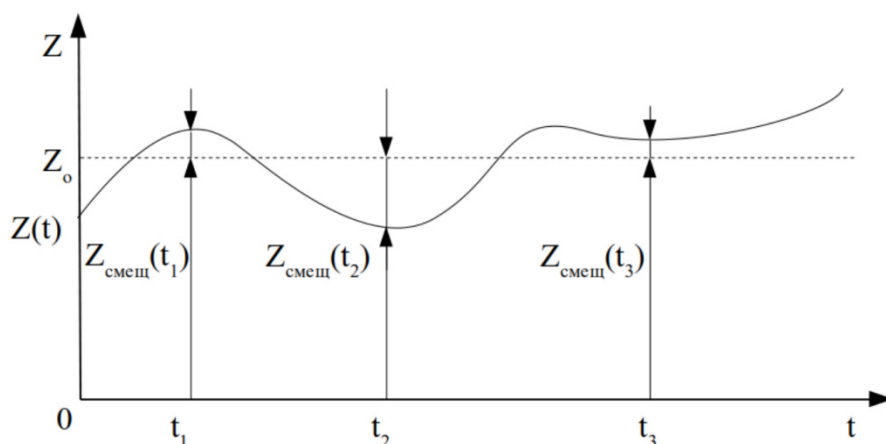


Рис. 3. Изменения параметров биоимпеданса кожного покрова во времени

Существующая модель формирования потенциала на поверхности сердца $\phi_{\text{от}i}$, представленная формулой (1), основана на представлении о чисто активном характере и неизменности значения сопротивления тканей организма в процессе регистрации электрокардиосигнала:

$$\sum_{i=1}^N \phi_{\text{от}i} = R_{\text{от}} \sum_{i=1}^N I'_{\text{ioni}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{от}}$ – сопротивление тканей тела; I'_{ioni} – значения тока реполяризации эпикарда в опорных точках модели сердца пациента.

Для учета кардинальной составляющей электрокардиосигнала была предложена модель, которая учитывает не только активную составляющую, но и реактивную составляющую импеданса тканей организма в процессе регистрации электрокардиосигнала. Предлагаемая модель представлена формулой

$$\sum_{i=1}^N \phi_{\text{от}i} = z_{\text{от}} e^{jPH} \sum_{i=1}^N I'_{\text{ioni}}. \quad (2)$$

Снижение некардиальной составляющей электрокардиосигнала в записях долгосрочного мониторинга ЭКС достигается путем коррекции формы

сигнала за счет введения поправок соответствующих отсчетах кардиоцикла [8]. В качестве оценки погрешности восстановления формы ЭКС целесообразно применять математическую модель погрешности, представленную формулой

$$\gamma = \frac{x_{\text{изм}} - x_{\text{дейст}}}{(2,5 - (-2,5)) \cdot 10^{-3}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $x_{\text{изм}}$ – результат измерения напряжения в момент времени t_n (напряжение до адаптивной фильтрации), В; $x_{\text{дейст}}$ – действующее значение напряжения (напряжение после адаптивной фильтрации), В; константы $\pm 2,5 \cdot 10^{-3}$ – границы диапазона измерений отладочного набора *MAX30001EVSYS_EVKIT* в вольтах.

Наиболее часто применяемая оценка в форме относительной погрешности в данном случае является неинформативной из-за того, что абсолютная погрешность сравнима со значением самой величины ввиду малой амплитуды сигналов (от 10^{-6} до 10^{-3} В) [9]. Форма сигнала связана с результатом измерения напряжения типовой чувствительности средства отображения ЭКС, равной $\frac{1 \text{ мВ}}{10 \text{ мм}}$.

Результат вычисления приведенной погрешности при измерении мгновенных значений напряжения при долгосрочной регистрации ЭКС с типовой чувствительностью $\frac{1 \text{ мВ}}{10 \text{ мм}}$ представлен на рис. 4.

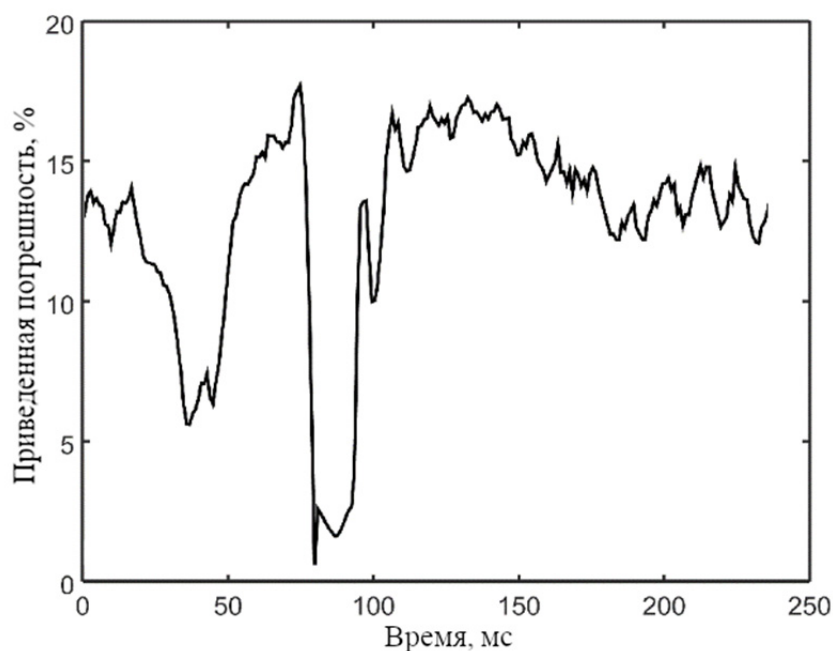


Рис. 4. Распределение приведенной погрешности внутри кардиоцикла

Так как адаптивная фильтрация электрокардиосигнала осуществляется с помощью фильтра с нелинейной характеристикой и на разных участках

сигнала может принимать разные значения, то для оценки величины приведенной погрешности для конкретного кардиоцикла необходимо рассчитать значение приведенной погрешности для каждого отсчета дискретного электрокардиосигнала в рамках этого кардиоцикла [10].

Заключение

Снижение некардиальной составляющей электрокардиосигнала в записях долгосрочного мониторинга ЭКС было достигнуто путем коррекции формы сигнала за счет введения поправок во всех дискретных отсчетах кардиоцикла. Поправочные коэффициенты были рассчитаны на основании новой модели формирования потенциала на поверхности сердца, учитывающей изменение некардиальной составляющей электрокардиосигнала. Влияние некардиальной составляющей электрокардиосигнала оценивалось как суммарное влияние активной и реактивной составляющей биоимпеданса кожного покрова.

Список литературы

1. Макаров Л. М., Комолятова В. Н., Куприянова О. О. [и др.]. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике // Российский кардиологический журнал. 2014. № 2. С. 6–71.
2. McSharry P. E., Clifford G. D., Tarassenko L., Smith L. A dynamical model for generating synthetic electrocardiogram signals // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2003. Vol. 50. P. 289–294.
3. Goldberger A., Amaral L., Glass L. [et al.]. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals // Circulation. 2000. № 101. P. 215–220.
4. Карпов О. Э., Храмов А. Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. М. : ДПК Пресс, 2022. 480 с.
5. Ефимова О. И., Павлова Т. В., Пыщева Л. В., Хохлунов С. М. Оценка эффективности комплексной системы амбулаторного мониторинга пациентов с фибрилляцией предсердий, перенесших кардиоэмболический инсульт // Российский кардиологический журнал. 2021. № 26 (1S). С. 4402.
6. Bera T. K. Bioelectrical Impedance Methods for Noninvasive Health Monitoring: A Review // Journal of Medical Engineering. 2014.
7. Braun F., Proença M., Wendler A. [et al.]. Noninvasive measurement of stroke volume changes in critically ill patients by means of electrical impedance tomography // Journal of Clinical Monitoring and Computing. 2020. Vol. 34. P. 903–911.
8. Сафронов М. И., Кузьмин А. В., Бодин О. Н. [и др.]. Способ и аппаратно-программные средства анализа биоимпеданса для систем мобильного мониторинга ЭКГ // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 3. С. 118–128.
9. Hafid A., Benouar S., Kadir-Talha M. [et al.]. Simultaneous recording of ICG and ECG using Z-RPI device with minimum number of electrodes // Journal of Sensors. 2018. № 9. P. 1–7.
10. Posada-Quintero H. F., Reljin N., Eaton-Robb C. [et al.]. Analysis of Consistency of Transthoracic Bioimpedance Measurements Acquired with Dry Carbon Black PDMS Electrodes, Adhesive Electrodes, and Wet Textile Electrodes // Sensors (Basel). 2018. Vol. 18, № 6.

References

1. Makarov L.M., Komolyatova V.N., Kupriyanova O.O. et al. National Russian recommendations on the use of Holter monitoring techniques in clinical practice. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2014;(2):6–71. (In Russ.)
2. McSharry P.E., Clifford G.D., Tarassenko L., Smith L. A dynamical model for generating synthetic electrocardiogram signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2003;50:289–294.
3. Goldberger A., Amaral L., Glass L. et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation*. 2000;(101):215–220.
4. Karpov O.E., Khramov A.E. *Informatsionnye tekhnologii, vychislitel'nye sistemy i iskusstvennyy intellekt v meditsine = Information technologies, computing systems and artificial intelligence in medicine*. Moscow: DPK Press, 2022:480. (In Russ.)
5. Efimova O.I., Pavlova T.V., Pyshcheva L.V., Khokhlunov S.M. Evaluation of the effectiveness of the complex system of outpatient monitoring of patients with atrial fibrillation who have suffered a cardioembolic stroke. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2021;(26):4402. (In Russ.)
6. Bera T.K. Bioelectrical Impedance Methods for Noninvasive Health Monitoring: A Review. *Journal of Medical Engineering*. 2014.
7. Braun F., Proença M., Wendler A. et al. Noninvasive measurement of stroke volume changes in critically ill patients by means of electrical impedance tomography. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2020;34:903–911.
8. Safronov M.I., Kuz'min A.V., Bodin O.N. et al. Method and hardware-software tools for bioimpedance analysis for mobile ECG monitoring systems. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;3:118–128. (In Russ.)
9. Hafid A., Benouar S., Kadir-Talha M. et al. Simultaneous recording of ICG and ECG using Z-RPI device with minimum number of electrodes. *Journal of Sensors*. 2018;(9):1–7.
10. Posada-Quintero H.F., Reljin N., Eaton-Robb C. et al. Analysis of Consistency of Transthoracic Bioimpedance Measurements Acquired with Dry Carbon Black PDMS Electrodes, Adhesive Electrodes, and Wet Textile Electrodes. *Sensors (Basel)*. 2018;18(6).

Информация об авторах / Information about the authors

Максим Игоревич Сафронов

аспирант,

Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: safronov.maxim@inbox.ru

Maksim I. Safronov

Postgraduate student,

Penza State University

(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /

The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию/Received 30.06.2022

Поступила после рецензирования/Revised 11.08.2022

Принята к публикации/Accepted 02.09.2022