

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

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (39)

2021

СОДЕРЖАНИЕ

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

<i>Чутчева Ю. В., Ашмарина Т. И., Бирюкова Т. В.</i> ПРИОРИТЕТНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОВОЩЕВОДСТВА	5
<i>Голдина А. А.</i> СПОСОБЫ РАСКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОТЧЕТНОСТИ.....	16
<i>Зинченко С. В., Бижанова Е. М., Попова Е. А.</i> АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ ЗАСТРОЙЩИКОМ.....	26
<i>Жупарова А. С., Исмаил Г. Ж.</i> ЭКОНОМИКА КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ: СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	36
<i>Скворцова В. А., Скворцов А. О.</i> АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ УСЛУГАМИ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	46

<i>Суровицкая Г. В.</i> ПОТЕНЦИАЛ «СКВОЗНЫХ» ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	60
---	----

РАЗДЕЛ 2. МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

<i>Печерская Е. А., Фимин А. В.</i> ВЗАИМОСВЯЗИ СВОЙСТВ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	71
--	----

<i>Бершадский А. М., Гудков П. А., Подмарькова Е. М.</i> АЛГОРИТМ УЛУЧШЕНИЯ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	80
---	----

<i>Сазыкина В. Д., Митрохин М. А.</i> МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАДРОВ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	91
--	----

ПОЗДРАВЛЯЕМ НАШЕГО ПАРТНЕРА, КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ, С 30-ЛЕТИЕМ НЕЗАВИСИМОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	98
--	----

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

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 2 (38)

2021

CONTENT

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

<i>Chutcheva Yu.V., Ashmarina T.I., Biryukova T.V.</i> PRIORITY ASPECTS OF DEVELOPMENT OF VEGETABLE EXPORT INFRASTRUCTURE.....	5
<i>Goldina A.A.</i> METHODS OF INFORMATION DISCLOSURE IN INTEGRATED REPORTING	16
<i>Zinchenko S.V., Bijanova E.M., Popova E.A.</i> ALGORITHM FOR SALE OF COMMERCIAL REAL ESTATE BY THE DEVELOPER	26
<i>Zhuparova A. S., Ismail G. Zh.</i> ECONOMICS OF CREATIVE INDUSTRIES: ESSENCE AND MAIN CHARACTERISTICS	36
<i>Skvortsova V.A., Skvortsov A.O.</i> ANALYSIS OF INTERNATIONAL TRADE IN SERVICES IN THE PENZA REGION	46
<i>Surovitskaya G.V.</i> POTENTIAL OF «THROUGH-OUT» DIGITAL TECHNOLOGIES FOR IMPROVING QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS	60

SECTION 2. MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN THE TECHNIQUE

<i>Pecherskaya E.A., Fimin A.V.</i> INTERRELATIONS OF PROPERTIES OF PIEZOELECTRIC MATERIALS: METROLOGICAL ASPECTS.....	71
<i>Bershadsky A.M., Gudkov P.A., Podmar'kova E.M.</i> THE IMPROVING ALGORITHM OF PCB TRACING	80
<i>Sazykina V.D., Mitrokhin M.A.</i> METHOD OF PREDICTION OF VIDEO SEQUENCE FRAMES BASED ON GENERATIVE NEURAL NETWORKS.....	91
CONGRATULATIONS TO OUR PARTNER, KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER AL-FARABI, WITH THE 30th ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	98

Раздел 1

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Section 1

MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

УДК 338.4, 339.564
doi:10.21685/2227-8486-2021-3-1

ПРИОРИТЕТНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОВОЩЕВОДСТВА

Ю. В. Чутчева¹, Т. И. Ашмарина², Т. В. Бирюкова³

^{1, 2, 3} Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

¹yuv.chutcheva@yandex.ru, ²ashmarina@rgau-msha.ru, ³souspik@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Целью работы является исследование направлений дальнейшего развития экспортной инфраструктуры отрасли овощеводства, уточнение теоретического понятия «потенциал экспортной инфраструктуры овощеводства», определение его структуры. Произведен анализ развития экспорта овощной продукции; уточнена роль экспортного потенциала овощеводства в оценке конкурентоспособности страны, определены проблемы развития экспортной инфраструктуры овощеводства. *Материалы и методы.* В основу исследования легли ранее опубликованные труды ученых и представителей профессионального сообщества по вопросам экспортной инфраструктуры в российской практике. Предмет исследования – экспортный потенциал отрасли овощеводства открытого и защищенного грунта и его использование. Объект – это деятельность сельскохозяйственных организаций, занимающихся внешней торговлей. В исследовании применялись общенаучные методы анализа, синтеза, сравнения и обобщения, абстрактно-логический, графический. Информационная база – информационно-научный материал, статистические данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), официальные периодические издания современных аналитических центров. *Результаты.* Согласно новой доктрине продовольственной безопасности в стратегическом плане стоит задача по наращиванию экспортного потенциала. Внедряется региональный экспортный стандарт 2.0, который содержит унифицированные подходы по формированию эффективной экспортной инфраструктуры и созданию благоприятных условий для экспорта овощной продукции. Рассмотрены инфраструктура экспорта продукции, ее потенциал и направления дальнейшего развития экспортной инфраструктуры овоще-

© Чутчева Ю. В., Ашмарина Т. И., Бирюкова Т. В., 2021. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

водства. *Выводы.* Обоснованы основные направления развития экспортной инфраструктуры овощеводства. Результаты исследований используются при реализации регионального экспортного стандарта 2.0.

Ключевые слова: экспорт, инфраструктура, потенциал, овощеводство, цифровые платформы, региональный экспортный стандарт 2.0

Для цитирования: Чутчева Ю. В., Ашмарина Т. И., Бирюкова Т. В. Приоритетные аспекты развития экспортной инфраструктуры овощеводства // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 5–15. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-1

PRIORITY ASPECTS OF DEVELOPMENT OF VEGETABLE EXPORT INFRASTRUCTURE

Yu.V. Chutcheva¹, T.I. Ashmarina², T.V. Biryukova³

^{1,2,3} Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

¹yuv.chutcheva@yandex.ru, ²ashmarina@rgau-msha.ru, ³souspik@mail.ru

Abstract. *Background.* The subject and purpose of the work is a study of the directions for further development of the export infrastructure of the vegetable growing industry, clarification of the theoretical concept "potential of the export infrastructure of vegetable growing", disclosed its structure. The analysis of the development of the export of vegetable products has been carried out; the role of the export potential of vegetable growing in assessing the country's competitiveness has been clarified, the problems of developing the export infrastructure of vegetable growing have been identified. *Materials and methods.* The research is based on the previously published works of scientists and representatives of the professional community on the export infrastructure in Russian practice. The subject of the research is the export potential of the open and protected ground vegetable growing industry and its use. The object is the activity of agricultural organizations engaged in foreign trade. The study used general scientific methods of analysis, synthesis, comparison and generalization, abstract logical, graphic. Information base – information and scientific material, statistical data of the food and agricultural organization of the United Nations (FAO), official periodicals of modern analytical centers. *Results.* According to the new Doctrine of Food Security, the strategic plan is to build up export potential. The regional export standard 2.0 is being introduced, which contains unified approaches to the formation of an effective export infrastructure and the creation of favorable conditions for the export of vegetable products. The article examines the infrastructure for exporting products, its potential and directions for the further development of the export infrastructure of vegetable growing. *Conclusions.* The main directions of development of the export infrastructure of vegetable growing have been substantiated. The research results are used in the implementation of the regional export standard 2.0.

Keywords: export, infrastructure, potential, vegetable growing, digital platforms, regional export standard 2.0

For citation: Chutcheva Yu.V., Ashmarina T.I., Biryukova T.V. Priority aspects of development of vegetable export infrastructure. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):5–15. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-1

Введение

Мировой рынок овощной продукции – это высококонкурентный сегмент. Овощным рынком управляют потребители, соответственно, и тенденции развития отрасли овощеводства зависят от их предпочтений. На Петербургском международном экономическом форуме (2021 г.) было отмечено, что главной тенденцией продовольственного мирового рынка является снижение употребления мясных продуктов в пользу растительных. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ООН) объявила 2021 г. Международным годом овощей и фруктов (МГОФ-21). Цель данного мероприятия заключается в усилении:

- информационной базы полезности овощной продукции, здорового образа жизни, сбалансированного рациона питания;
- внимания органов, ответственных за разработку мер политики в развитии отрасли овощеводства;
- мер по сокращению потерь и порчи овощей.

Пандемия коронавируса увеличила спрос на овощи, ускорила развитие цифровой торговли и усилила протекционизм в отношении собственных сельскохозяйственных рынков. Изменилась и экспортная инфраструктура отрасли овощеводства. «Covid-19» ограничил импорт и дал толчок развитию отечественного овощеводства [1].

Замедлился рост мировой торговли, но быстрыми темпами развивается отрасль овощеводства, что требует решения проблем для ускоренного развития экспортной инфраструктуры с учетом:

- изменений общепродовольственного мирового баланса;
- поиска новых сбытовых площадок и расширения каналов сбыта вследствие пандемии;
- изменений цепочки создания добавленной стоимости и маржинальности традиционных бизнесов (уход от транснациональных предприятий к развитию локального бизнеса, создание самодостаточной экосистемы);
- ужесточения экологических и этических требований к продукции;
- ускоренного внедрения цифровых, роботизированных, информационных и когнитивных технологий;
- изменения спроса со стороны смежных секторов и потребителей (органическое и экологическое овощеводство);
- замещения традиционных овощей субститутами;
- перехода на потребление продукции более высоких переделов (глубокой переработки);
- вовлечения потребителей в производственные функции (просьюмеризм), развитие сити-фермерства;
- изменения климата, сдвига выращивания овощей на северном полушарии на север;
- усиления протекционизма и торговых войн.

Результаты исследований

В настоящее время на мировом рынке овощной продукции складывается благоприятная конъюнктура, российские (органические) овощи востребованы, цены на овощную продукцию растут [2]. Соответственно, для наращи-

вания экспортного потенциала овощной продукции необходима современная инфраструктура, которая включает в себя транспортно-логистическую, таможенную и коммуникационную составляющие (рис. 1).

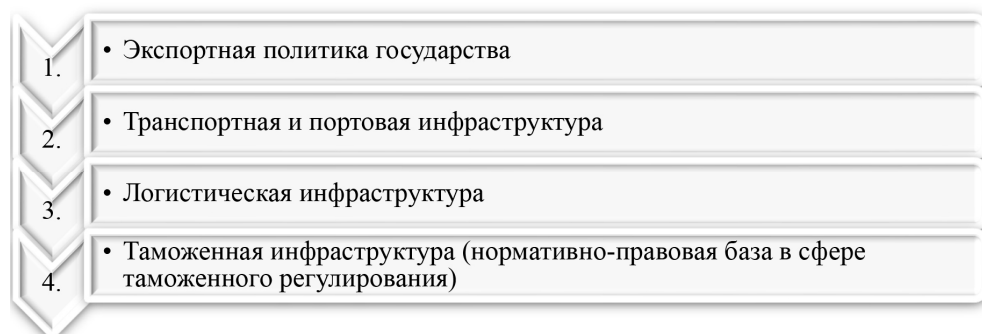


Рис. 1. Экспортная инфраструктура отрасли овощеводства

Экспортный потенциал овощеводства страны включает:

- производственные ресурсы (природно-ресурсная база);
- научно-технологические и инновационные возможности;
- уровень государственной поддержки и др.

На ускоренное развитие отрасли овощеводства в России оказала влияние реализация государственных проектов и программ [3]:

- 2014 г. – Программа по импортозамещению в связи с введением экономических санкций США и Европейского союза (ЕС), а также ответное эмбарго на импорт овощной продукции из этих стран;
- 2016 г. – Приоритетный проект «Экспорт продукции АПК»;
- 2018 г. – Национальный проект (программа) «Международная кооперация и экспорт»;
- 2020 г. – включение овощей в новую Доктрину продовольственной безопасности (стимул для дальнейшего развития);
- 2020 г. – Региональный экспортный стандарт 2.0 (рис. 2), который принят в соответствии с предыдущими нормативными документами.

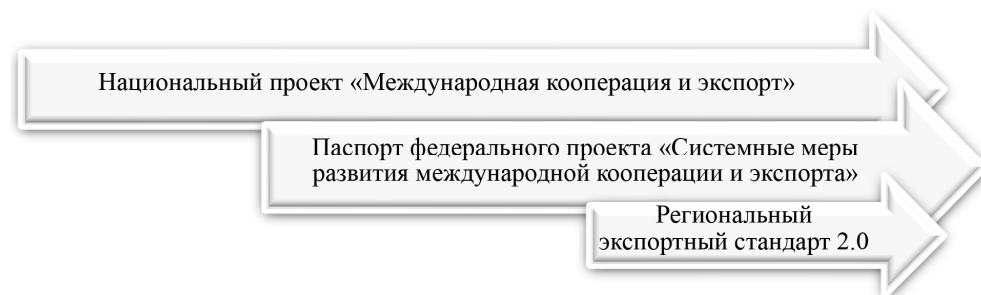


Рис. 2. Региональный экспортный стандарт 2.0

После введения продовольственного эмбарго многие эксперты прогнозировали дефицит продовольственных продуктов, в том числе и овощных. Анализ показал, что санкционный режим дал толчок развитию отрасли овощеводства, снизил конкуренцию на внутреннем рынке [4].

Согласно новой Доктрине продовольственной безопасности в стратегическом плане стоит задача по наращиванию экспортного потенциала (рис. 3).

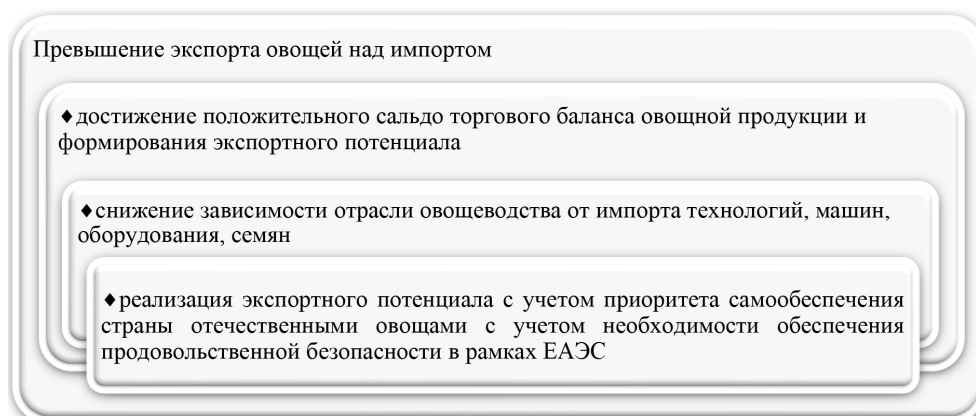


Рис. 3. Задачи новой Доктрины продовольственной безопасности

Общая мировая тенденция развития овощеводства – быстрое нарастание объемов производства овощей. Лидирующие страны по производству овощей представлены на рис. 4.

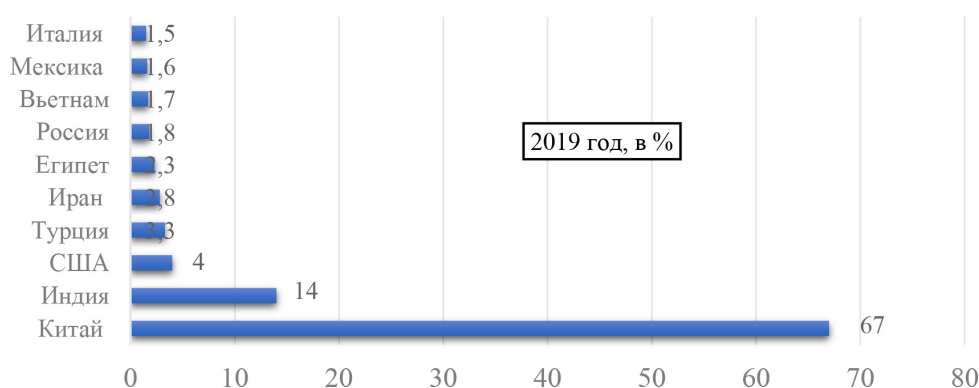


Рис. 4. Лидирующие страны по производству овощей в мире

Самые популярные овощи во всем мире [5]:

- картофель – производители – Китай (25 % мирового рынка), Индия (12 %) и Россия (9 %);
- помидоры – США, Индия и Китай. Мировые экспортеры – Испания, Мексика, Нидерланды, Иран;
- лук – Китай, Нидерланды и Мексика. Импортёры лука – США, Великобритания и Малайзия;
- огурцы – крупные производители – Китай и Россия. Экспортеры – Испания, Мексика, Нидерланды, США;
- капуста всех видов (брюссельская, брокколи, белокочанная, цветная и др.). Китай является основным производителем капусты, второе место занимает Индия, а Россия – третья. Экспортное лидерство принадлежит Испании, Мексике и США.

Рост производства овощной продукции за последние пять лет происходит в основном за счет повышения цен на определенные овощи на мировом рынке, так как по объемам рост не такой значительный. В денежном выражении вырос мировой экспорт замороженных овощей и картофеля. Замороженные овощи удобны для сегмента HoReCa. Производители переходят на более ценные сорта (по вкусовым, питательным, биологическим свойствам). Это связано с нехваткой в пище витаминов, микроэлементов («функциональный голод»). Соответственно, производители инвестируют в качество и технологии.

Россия в мировом производстве овощей в 2019 г. заняла 7-е место и имеет все основания занять лидирующие позиции в мире, так как интерес зарубежных покупателей к российским овощам растет.

Экспорт овощной продукции связан с увеличением:

- спроса на органическую продукцию;
- объемов производства;
- рынков сбыта [6].

Положительным моментом является то, что возрастают объемы экспорта замороженной и консервированной овощной продукции.

Экспортный потенциал овощной продукции в России:

- уникальное географическое положение (широкое климатическое разнообразие);
- огромный производственный потенциал (земля, вода);
- логистическое положение (ЕС, ЮА, Африка, Ближний Восток);
- возможности производства экологически чистой овощной продукции.

Современное состояние развития овощеводства в России характеризуется постепенным наращиванием посевных площадей и объемов производства продукции (рис. 5).



Рис. 5. Динамика производства овощей открытого грунта во всех категориях хозяйств России (2009–2020 гг., тыс. т) [5]

В России основная доля в 2020 г. приходилась на картофель – 27,8 %, на лук – 22,3 %, томаты – 18,5 %, капусту – 17,8 % и морковь – 13,6 %. Данные овощи («борщевый набор») в товарном секторе составили 180 тыс. га.

В региональном аспекте лидерство по производству овощей открытого грунта в 2020 г. принадлежит Липецкой области (97 тыс. т, ее удельный вес среди лидеров-производителей – 17,45 %) (рис. 6).

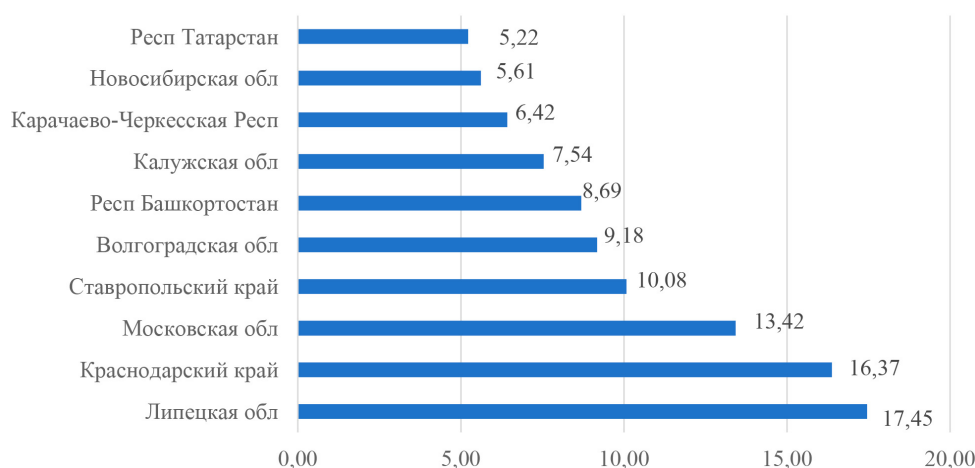


Рис. 6. Рейтинг регионов-лидеров по производству овощей открытого грунта в хозяйствах всех категорий (2020 г., %) [5]

Экспорт овощной продукции из России носит преимущественно сырьевой характер, в нем мало продукции с высокой добавленной стоимостью.

Российская овощная отрасль располагает природно-производственным потенциалом для увеличения объемов внутреннего производства, расширения диапазона импортозамещения. Активная цифровая трансформация производства различных отраслей и комплексов сегодня позволяет создать цифровые экосистемы, что способствует снижению транзакционных издержек производства, интенсификации взаимодействия предприятий и организаций в процессе разработки новых продуктов, внося вклад в развитие так называемого устойчивого производства и потребления [7–10], открывая новые перспективы и для отрасли овощеводства [11] (рис. 7).

<i>Системы цифрового мониторинга выращивания овощей</i>	
• семенной материал, средства защиты и удобрения растений • органическая, экологическая продукция • цифровое управление в овощехранилищах	
<i>Цифровые платформы управления</i>	
• система составления прогнозов потребностей рынка, динамического управления спросом и предложением, подготовки к сезону • система предоставления финансовых и иных услуг производителям сельскохозяйственной продукции и продовольствия с участием банков и страховых компаний • системы «цифровые двойники поля» • системы управления техникой (интернета вещей) • системы организации экспорта продукции и продовольствия • цифровые двойники складов и распределительных центров • цифровые близнецы глобальной логистической сети	

Рис. 7. Цифровые продукты экспортной инфраструктуры овощеводства [7]

Направления дальнейшего развития экспортной инфраструктуры овощеводства:

- рост объема производства продукции, в том числе продукции с высокой добавленной стоимостью;
- развитие логистики (оптово-распределительных центров и др.);
- преодоление фитосанитарных барьеров и ограничений;
- диверсификация аграрного производства и агропромышленная интеграция;
- комплексная поддержка экспортеров (маркетинговая стратегия);
- устранение технологической зависимости отрасли (семена, техника и др.);
- адресное стимулирование экологической продукции;
- повышение конкурентоспособности продукции;
- формирование современной экспортной инфраструктуры овощеводства путем реализации регионального экспортного стандарта 2,0: формирование «единого окна» по финансовой и нефинансовой поддержке экспорта, устранение торговых барьеров, доступ к электронным торговым площадкам и др. [12–15].

Заключение

Производство овощей в России имеет все перспективные основания по его увеличению вследствие уникального природного потенциала. Россия способна стать крупнейшим мировым экспортером экологически чистой и качественной овощной продукции [16]. Для этого необходимы серьезные политические решения, интеграция в мировую торговлю, создание новых торговых блоков и совместных цифровых платформ (маркетплейс) с производителями и потребителями (цифровых экосистем) [17]. Цифровые экосистемы должны стать надежным инструментом для внедрения «умных» решений в процесс управления отраслями и комплексами на данном этапе экономического развития, определяя конкурентоспособность стран и регионов. При этом особый акцент сегодня делается именно на формировании взаимодействия участников в экосистемах в процессе реализации инвестиционных проектов [18], который происходит не только в рамках одной отрасли народного хозяйства, но и на стыке отраслей, подчеркивая междисциплинарный характер современного производства. Эти тренды необходимо учитывать и в целях модернизации и инновационной трансформации отрасли овощеводства посредством внедрения инновационных решений на стыке информационных технологий, сельского хозяйства и промышленности.

Список литературы

1. Чутчева Ю. В. Вектор развития аграрной экономики после пандемии // Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития : материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. (Курск, 10 июня 2020 г.). Курск : Курск. гос. сельскохозяйств. акад. им. проф. И. И. Иванова, 2020. С. 185–190.
2. Залтан Е. И. Инновационно-инвестиционное развитие овощеводства // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 6. С. 84–88.
3. Ашмарина Т. И. Аграрная политика : учеб. пособие. Мелитополь : Издательский дом Мелитопольской городской типографии, 2019. 320 с.
4. Коноплева Ж. В. Основные векторы приоритетного развития АПК как залог конкурентоспособности на зарубежных агропродовольственных рынках // Известия Международной академии аграрного образования. 2020. № 48. С. 48–51.
5. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>

6. Коноплева Ж. В. Современные технологии маркетинговых исследований как элемент совершенствования маркетинговой деятельности в АПК // Известия Международной академии аграрного образования. 2018. № 39. С. 99–103.
7. Vasin S., Gamidullaeva L., Tolstykh T. [et al.]. From innovation system through institutional transformation to digital innovation ecosystem // Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020 : proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2018). Milan : International Business Information Management Association, 2018. P. 4620–4633.
8. Gamidullaeva L. A., Chernetsov M. V., Chistilina E. V. Inter-organisational networks and innovation intermediation in the digital age // Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth : proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2017). Madrid, 2017. P. 3354–3363.
9. Толстых Т. О., Гамидуллаева Л. А., Шмелева Н. В. Методические аспекты формирования портфеля проектов в инновационной экосистеме // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 1. С. 5–23.
10. Гамидуллаева Л. А. Теория и методология управления региональной инновационной экономикой. Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. 188 с.
11. Залатан Е. И. Блокчейн-технологии в производстве овощей // Экономика сельского хозяйства. 2019. № 3. С. 49–53.
12. Каратаева О. Г., Кукушкина Т. С., Фролова Ю. С., Грибов И. В. Инновации в агробизнесе // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. М. : Росинформ-агротех, 2019. С. 224–231.
13. Karataeva O. G., Chutcheva Yu. V., Gladyshev Yu. M. Organizational and economic mechanism of interaction between producers and consumers of hops. Lecture notes on networks and Systems. 2021. Vol. 205. P. 525–529.
14. Ashmarina T. I., Biryukova T. V., Sergeyeva N. V., Romanov A. N. Innovation in Mushroom Production. Book series: Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS) / ed. by A. V. Bogoviz. Springer International Publishing, 2021. Vol 2. P. 1019–1027.
15. Хоружий Л. И. Сельское хозяйство и Цифровой Шелковый путь // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 3. С. 16–19.
16. Чутчева Ю. В., Залтан Е. И. Перспективы развития овощеводства открытого грунта на основе биологизации // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 3. С. 65–70.
17. Бабкин А. В., Лычагин М. В. Цифровая экономика с позиции внутренних и внешних взаимосвязей предметных областей // Цифровизация экономических систем: теория и практика. СПб. : Политех-Пресс, 2020. С. 81–98.
18. Гамидуллаева Л. А., Толстых Т. О. Реализация кросс-отраслевых проектов на принципах экосистемности как новый вектор инновационного развития // Инновации. 2020. № 8. С. 65–74.

References

1. Chutcheva Yu.V. Vector of development of the agrarian economy after the pandemic. *Sovremennaya ekonomika: aktual'nye problemy, zadachi i traektorii razvitiya: materialy Vseros. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf. (Kursk, 10 iyunya 2020 g.) = Modern economy: actual problems, tasks and trajectories of development : materials of All Russia. (national) scientific and practical conf. (Kursk, June 10, 2020).* Kursk: Kursk. gos. sel'skokhoz. akad. im. prof. I. I. Ivanova, 2020:185–190. (In Russ.)
2. Zaltan E.I. Innovative and investment development of vegetable growing. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii = Economics of agriculture in Russia.* 2019;(6):84–88. (In Russ.)
3. Ashmarina T.I. *Agrarnaya politika: ucheb. posobie = Agrarian policy : textbook.* Melitopol: Izdatel'skiy dom Melitopol'skoy gorodskoy tipografii, 2019:320. (In Russ.)

4. Konopleva Zh.V. The main vectors of priority development of agriculture as a guarantee of competitiveness in foreign agri-food markets. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya = Proceedings of the International Academy of Agrarian Education*. 2020;(48):48–51. (In Russ.)
5. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki = Federal State Statistics Service*. (In Russ.). Available at: <http://www.gks.ru>
6. Konopleva Zh.V. Modern technologies of marketing research as an element of improving marketing activities in agriculture. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya = Proceedings of the International Academy of Agrarian Education*. 2018;(39):99–103. (In Russ.)
7. Vasin S., Gamidullaeva L., Tolstykh T. [et al.]. From innovation system through institutional transformation to digital innovation ecosystem. *Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020: proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2018)*. Milan: International Business Information Management Association, 2018:4620–4633.
8. Gamidullaeva L.A., Chernetsov M.V., Chistilina E.V. Inter-organisational networks and innovation intermediation in the digital age. *Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth: proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2017)*. Madrid, 2017:3354–3363.
9. Tolstykh T.O., Gamidullaeva L.A., Shmeleva N.V. Methodological aspects of project portfolio formation in an innovative ecosystem. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;(1):5–23. (In Russ.)
10. Gamidullaeva L.A. *Teoriya i metodologiya upravleniya regional'noy innovatsionnoy ekonomikoy = Theory and methodology of regional innovation economy management*. Penza: Izd-vo PGU, 2018:188. (In Russ.)
11. Zalatan E.I. Blockchain technologies in vegetable production. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva = The economy of agriculture*. 2019;(3):49–53. (In Russ.)
12. Karataeva O.G., Kukushkina T.S., Frolova Yu.S., Gribov I.V. Innovations in agribusiness. *Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK: materialy XI Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. = Scientific and informational support of innovative development of the agro-industrial complex: materials of the XI International scientific and practical Conference. Internet conference*. Moscow: Rosinform-agrotekh, 2019:224–231. (In Russ.)
13. Karataeva O.G., Chutcheva Yu.V., Gladyshev Yu.M. *Organizational and economic mechanism of interaction between producers and consumers of hops. Lecture notes on networks and Systems*. 2021;205:525–529.
14. Ashmarina T.I., Biryukova T.V., Sergeyeva N.V., Romanov A.N. *Innovation in Mushroom Production. Book series: Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS)*. Springer International Publishing, 2021;2:1019–1027.
15. Khoruzhiy L.I. Agriculture and the Digital Silk Road. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii = The economics of agriculture in Russia*. 2020;(3):16–19. (In Russ.)
16. Chutcheva Yu.V., Zaltan E.I. Prospects for the development of open-ground vegetable growing based on biologization. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii = The economics of agriculture in Russia*. 2021;(3):65–70. (In Russ.)
17. Babkin A.V., Lychagin M.V. The digital economy from the position of internal and external relationships of the subject areas. *Tsifrovizatsiya ekonomicheskikh sistem: teoriya i praktika = Digitalization of economic systems: theory and practice*. Saint Petersburg: Politekh-Press, 2020:81–98. (In Russ.)
18. Gamidullaeva L.A., Tolstykh T.O. The implementation of multidisciplinary projects on the principles of the ecosystem as a new vector of innovative development. *Innovatsii = Innovation*. 2020;(8):65–74. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Юлия Васильевна Чутчева

доктор экономических наук, доцент,
заведующий кафедрой экономики,
Российский государственный
аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева
(Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)
E-mail: yuv.chutcheva@yandex.ru

Yulia V. Chutcheva

Doctor of economical sciences,
associate professor,
head of the sub-department of economics,
Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Татьяна Игоревна Ашмарина

кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономики,
Российский государственный
аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева
(Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)
E-mail: ashmarina@rgau-msha.ru

Tatyana I. Ashmarina

Candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of economics,
Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

Татьяна Владимировна Бирюкова

кандидат экономических наук,
доцент кафедры мировой экономики
и маркетинга,
Российский государственный
аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева
(Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)
E-mail: souspik@mail.ru

Tatyana V. Biryukova

Candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of world economy and marketing,
Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia)

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

Поступила в редакцию/Received 16.06.2021

Поступила после рецензирования/Revised 14.08.2021

Принята к публикации/Accepted 24.09.2021

СПОСОБЫ РАСКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОТЧЕТНОСТИ

А. А. Голдина

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
anna3103@rambler.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* В условиях цифровизации происходит ускорение всех бизнес-процессов, в том числе и процесса принятия управленческих решений, касающихся, в частности, развития организации и перспектив взаимодействия с ней. При этом ощущается дефицит информации, необходимой для формирования полной и достоверной картины о текущем и будущем состоянии хозяйствующего субъекта. В связи с этим особое значение приобретает отчетность организации, но сформированная не в традиционном формате, а с учетом принципов и требований Международных основ интегрированной отчетности. *Материалы и методы.* Теоретической и методологической основой исследования являются нормативно-правовые акты РФ, труды российских и зарубежных ученых и практиков, в которых рассматриваются вопросы формирования и анализа интегрированной отчетности и отдельных ее элементов, а также бухгалтерская (финансовая) отчетность и годовые отчеты о деятельности ряда российских предприятий. *Результаты.* Проведен анализ годовых отчетов ряда российских крупных предприятий на соответствие структуре, принципам и требованиям Международных основ интегрированной отчетности. Анализ показал, что исследуемые предприятия раскрывают информацию о своей деятельности в достаточном объеме. Предложена схема формирования упрощенного интегрированного отчета, нацеленного на представление информации о деятельности субъектов малого и среднего бизнеса. *Выводы.* Интегрированная отчетность является основной информационной составляющей всех бизнес-процессов, реализуемых в деятельности хозяйствующего субъекта. Процесс формирования такой отчетности требует существенных трудовых, финансовых и временных затрат. Тем не менее ее наличие дает организации бесспорные преимущества в плане собственного развития и взаимовыгодного сотрудничества со всеми заинтересованными сторонами.

Ключевые слова: интегрированная отчетность, формы бухгалтерской (финансовой) отчетности, раскрытие информации

Для цитирования: Голдина А. А. Способы раскрытия информации в интегрированной отчетности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 16–25. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-2

METHODS OF INFORMATION DISCLOSURE IN INTEGRATED REPORTING

A.A. Goldina

Penza State University, Penza, Russia
anna3103@rambler.ru

Abstract. *Background.* Digitalization accelerates all business processes. It also applies to the management decision-making process, in particular regarding the development of the organization and the prospects for interaction with it. At the same time, there is a shortage of information necessary to form a complete and reliable picture of the current and future state of the business entity. In this regard, the organization's reporting is of great importance, but it must be performed not in the traditional format, but taking into account the principles and requirements of the International Integrated Reporting Framework. *Materials and methods.* The theoretical and methodological basis of the study is the legislative documents of the Russian Federation, the works of Russian and foreign scientists and practitioners dealing with the formation and analysis of integrated reporting and its individual elements, as well as financial reporting and annual statements of a number of Russian enterprises. *Results.* The article analyses the annual reports of large Russian enterprises to determine their compliance with the structure, principles and requirements of the International Integrated Reporting Framework. The analysis showed that the studied enterprises disclose information about their activities in sufficient volume. The author proposes a scheme for forming a simplified integrated report aimed at small and medium-sized businesses. *Conclusions.* Integrated reporting is the main information component of all business processes implemented in the business entity. The reporting process requires significant labor, financial and time costs. Nevertheless, its existence gives the organization undisputed advantages in terms of its own development and mutually beneficial cooperation with all interested parties.

Keywords: integrated reporting, forms of financial reporting, information disclosure

For citation: Goldina A.A. Methods of information disclosure in integrated reporting. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):16–25. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-2

Введение

Процесс формирования интегрированной отчетности включает множество направлений для исследования. Международные основы интегрированной отчетности определяют фундаментальные концепции и принципы ее формирования, характеристику основных составляющих элементов, рекомендуемых к включению в интегрированную отчетность. Однако до сих пор не выработано единого подхода к форме и способам раскрытия информации, не разработана система показателей, позволяющая обеспечить выполнение принципа сопоставимости.

Интегрированная отчетность является значимым механизмом системы управления организацией в целом, поскольку содержит совокупность элементов, отражающих различные аспекты деятельности организации, которые представлены и в ретроспективе, и в перспективе. При этом учитываются факторы окружающей среды, существенно влияющие на деятельность организации. Иными словами, интегрированную отчетность можно рассматривать как способ информирования пользователей о направлениях развития организации и мероприятиях по их реализации в рамках сложившихся и прогнозируемых рыночных условий на основе анализа возможностей и рисков, сопутствующих функционированию данной организации.

Основная часть

Интегрированной отчетности, процессу ее формирования, использования и актуализации посвящено множество публикаций как зарубежных, так и российских авторов [1–13]. В указанных работах рассматриваются вопросы

раскрытия информации о различных видах капитала организации, которые формируют стоимость компании: финансовый, производственный, интеллектуальный, человеческий, социально-репутационный, природный капиталы. Однако все еще остается открытым вопрос о создании общего набора индикаторов, который позволил бы, во-первых, проводить сравнение показателей различных субъектов хозяйствования, во-вторых, адаптировать требования Международных основ интегрированной отчетности к российским реалиям и тем самым упростить процесс перехода от традиционного для России формата отчетности к интегрированной форме.

В соответствии с законодательством РФ в состав бухгалтерской отчетности коммерческой организации включаются бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах и приложения к ним¹. ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» приводит расширенный перечень форм отчетности, дополняя его пояснительной запиской (пояснениями к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах) и аудиторским заключением, подтверждающим достоверность бухгалтерской отчетности организации, если она в соответствии с федеральными законами подлежит обязательному аудиту².

В приказе Министерства финансов РФ «О формах бухгалтерской отчетности организации» приведена форма Пояснений, при этом она является примерной и носит рекомендательный характер³. Целевое назначение Пояснений – представить более подробную информацию об элементах отчетности, которые являются существенными для понимания и обоснованной оценки деятельности организации.

Информация, которая должна быть раскрыта в Пояснениях в соответствии с требованиями ПБУ 4/99, затрагивает в основном процесс создания и использования финансового капитала и лишь частично вопросы, касающиеся производственного (движение собственных и арендованных основных средств) и интеллектуального (движение нематериальных активов) капиталов. Кроме того, при соотнесении показателей Пояснений и элементов интегрированной отчетности определяется ряд индикаторов, которые характеризуют бизнес-модель организации и результаты ее деятельности (информация о различных видах расходов, изменениях в капитале, наличии резервов, объемах продаж).

Анализ Пояснений, представленных крупнейшими российскими компаниями⁴, такими как ПАО «Лукойл», ПАО «Магнит», ПАО «Татнефть», ПАО «Норильский никель», ПАО «НОВАТЭК» и др., показывает, что отчеты не ограничиваются только таблицами, рекомендованными Минфином РФ. Они содержат дополнительную информацию, которая в большинстве случаев характеризует организационную и управленческую структуру данных орга-

¹ О бухгалтерском учете : федер. закон № 402-ФЗ от 06.12.2011. Ст. 14. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/

² Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность организации» (ПБУ 4/99) : приказ Минфина РФ № 43н от 06.07.1999. Ч. III, п. 5. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18609/d914c3b6e6aa1058fbfa77f7a66a2f8d92ea09cf/

³ О формах бухгалтерской отчетности организаций : приказ Минфина России № 66 н от 02.07.2010. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103394/

⁴ Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. URL: <https://bo.nalog.ru/>

низаций. При этом указанные организации ежегодно формируют и публикуют годовые отчеты, которые по своей структуре могут быть соотнесены со структурой интегрированной отчетности.

Наиболее детальными и содержательными нам представляются отчеты четырех организаций: ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Магнит», ПАО «Татнефть», ПАО «НОВАТЭК»¹. Соотнесение данных отчетов указанных выше компаний и элементов интегрированной отчетности представлено в табл. 1.

Таблица 1

Раскрытие элементов интегрированной отчетности
в годовых отчетах российских компаний

Элементы интегрируемой отчетности и их рекомендуемое содержание	ПАО «Сургутнефтегаз»	ПАО «Магнит»	ПАО «Татнефть»	ПАО «НОВАТЭК»
1	2	3	4	5
Обзор организации и внешняя среда				
Организационно-правовая основа деятельности организации	+	+	+	+
Виды деятельности	+	+	+	+
Корпоративные ценности и существенные правила модели поведения и построения отношений	+	+	+	+
Сравнительный анализ основных количественно измеряемых индикаторов	+	+	+	+
Анализ рыночной активности	+	+	+	+
Оценка потребностей и предпочтений заинтересованных сторон	—	+	+	+
Экономические условия хозяйствования	+	+	+	+
Степень вовлечения в технологический прогресс и готовность к внедрению его достижений	+	+	+	+
Общесоциальные проблемы	—	+	+	+
Корпоративное управление				
Организационно-управленческая структура организации с указанием информации о лицах, занимающих должности высшего руководства в системе корпоративного управления	+	+	+	+

¹ Годовой отчет ПАО «Сургутнефтегаз» (2019 г.). URL: <https://www.surgutneftegas.ru/investors/reporting/>; Годовой отчет ПАО «Магнит» (2020 г.). URL: https://www.magnit.com/upload/iblock/f16/magnit-ar20_RUS.pdf; Годовой отчет ПАО «Татнефть» (2020 г.). URL: https://www.tatneft.ru/storage/block_editor/files/740ca6ed547060b97715e9812639fe20cdd264a.pdf; Годовой отчет ПАО «НОВАТЭК». URL: https://www.novatek.ru/common/upload/doc/NOVATEK_AR2020_RUS.pdf

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
Анализ системы мониторинга и управления рисками с указанием конкретных мероприятий, предпринимаемых для минимизации рисков и негативного влияния релевантных факторов	+/-	+	+/-	+
Перечень ключевых процессов, реализуемых для достижения стратегических целей и задач организации	—	+	+	—
Оценка влияния корпоративной культуры, ценностей и культуры поведения на процесс создания и наращивания капиталов как составных элементов стоимости организации	+	+	—	—
Отношение руководства организации к инновационной деятельности, степень его ответственности за реализацию мероприятий по совершенствованию продуктов и процессов	+	+	+	+
Бизнес-модель				
Используемые ресурсы	+	+	+	+
Виды коммерческой деятельности	+	+	+	+
Продукты деятельности	+	+	+	+
Итоги деятельности	+	+	+	+
Риски и возможности				
Перечень внутренних и внешних источников рисков и/или возможностей, связанных с использованием капиталов организации	+	+	+/-	+
Анализ вероятности возникновения рисков и/или возможности и степени их влияния	—	—	—	—
Мероприятия, проводимые для минимизации наиболее вероятных рисков или управления ими, а также для увеличения стоимости организации на основе выявленных возможностей	—	+	—	+
Стратегия и распределение ресурсов				
Обозначение стратегических целей организации и способов их достижения	—	+	+	+
Анализ имеющегося ресурсного потенциала и оценка его достаточности для осуществления мероприятий по достижению целевых стратегических показателей	+	+	+	+

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Система показателей для измерения итогов деятельности в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах	–	+	+	–
Результаты деятельности				
Система количественных показателей, отражающих оценку достижения целевых индикаторов с пояснением их значимости, последствий, а также раскрытие методов их формирования	+	+	+	+
Анализ реакции организации на изменение потребностей и предпочтений заинтересованных сторон	–	+	+	–
Анализ динамики и взаимосвязи между результатами деятельности за ряд предыдущих периодов, а также между текущими и перспективными (прогнозируемыми) результатами деятельности	+	+	+	+
Взгляды на будущее				
Реалистичная оценка способности организации использовать имеющиеся у нее возможности и ресурсный потенциал для достижения стратегических целей	+	+	+	+
Прогноз изменений внешней среды и степени их влияния на стоимость организации	+	+	+	+
Оценка гибкости организации в части реагирования на изменения окружающей среды	–	+	–	+
Основа подготовки и представления				
Краткое изложение процесса определения существенности, применяемого организацией	–	+	+	+
Описание периметра отчетности и того, как он был определен	–	+	+	+
Характеристика методологического аппарата оценки факторов, раскрытых в отчетности	–	–	–	–

Результаты анализа, представленные в табл. 1, позволяют сделать вывод, что наиболее полно представлены такие элементы, как «обзор организации и внешняя среда» и «бизнес-модель»; раскрыты в достаточной степени «стратегия и распределение ресурсов», «результаты деятельности», «взгляды на будущее».

В анализируемых отчетах не отражен анализ вероятности возникновения рисков и/или возможности и степени их влияния. Необходимо отметить, что рискам уделено большое внимание: в большинстве случаев перечислены возможные виды рисков и мероприятия по их минимизации. Также достаточно подробно освещены перспективы и сильные стороны исследуемых организаций. Но при этом не затронут вопрос оценки вероятности возникновения риска или появления возможности. Тем не менее данный момент является одним из наиболее существенных с точки зрения анализа факторов, воздействующих на эффективность работы организации и ее гибкость в ответ на изменяющиеся условия окружающей среды.

Характеристика методологического аппарата оценки факторов, раскрытых в отчетности, также отсутствует в анализируемых документах. Вероятно, данный вопрос исключен намеренно, поскольку не представляет интереса для широкой аудитории. Но с точки зрения принципов формирования интегрированной отчетности он имеет весомое значение. Для обеспечения сопоставимости информации и последовательности ее раскрытия, а также для понимания процедуры оценки и представления данных в интегрированной отчетности необходимо знать, какие методы, способы и технологии были использованы для ее формирования.

Следует отметить, что указанные годовые отчеты формируются крупными компаниями, а показатели работы средних и малых по масштабам деятельности организаций в большинстве случаев остаются нераскрытыми. Более того, субъекты малого предпринимательства, которые применяют упрощенные способы ведения бухгалтерского учета в соответствии с законом о бухгалтерском учете¹, вправе формировать упрощенную отчетность, включающую в себя бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах. При этом в упрощенные формы входят показатели только по группам статей, без детализации показателей по статьям². Приложения к основным формам составляются только при необходимости раскрытия каких-либо данных, без которых невозможно достоверно оценить финансовое положение организации.

Однако перечень пользователей отчетности малых и средних предприятий не меньше того, который представлен для крупных хозяйствующих субъектов. А следовательно, их запросы в плане получения исчерпывающей информации должны быть в полной мере удовлетворены. В связи с этим нам представляется необходимым дополнить Пояснения к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах рядом элементов, которые будут затрагивать не только финансовую сторону развития организации, но и другие аспекты ее деятельности.

¹ О бухгалтерском учете : федер. закон № 402-ФЗ от 06.12.2011. Ст. 6, п. 4. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/

² О формах бухгалтерской отчетности организаций : приказ Минфина России № 66 н от 02.07.2010. П. 6. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103394/

На наш взгляд, структура Пояснений может быть представлена следующей схемой (рис. 1).



Рис. 1. Схема раскрытия информации в отчетности малых и средних предприятий

Заключение

Таким образом, на рис. 1 представлена упрощенная форма интегрированного отчета, которая включает в себя основные элементы, рекомендованные Международными основами интегрированной отчетности. Группировка информации в соответствии с алгоритмом, представленным на схеме, не только позволит сформировать достаточно полное представление о текущем положении организации, но и оценить направления ее развития и перспективы сотрудничества с ней.

Справедливости ради необходимо отметить, что внедрение в практику отчета по предложенной схеме имеет по крайней мере два существенных недостатка: во-первых, сложность процесса перехода к системе интегрированной отчетности, во-вторых, высокие затраты по привлечению специалистов для ее формирования.

Тем не менее значимость подобного отчета сложно переоценить. Раскрытие в отчетности не только финансовых, но и производственных, интеллектуальных, социальных, репутационных аспектов решает проблему дефицита информации для принятия текущих и перспективных решений сторонами, как непосредственно, так и опосредованно заинтересованными в деятельности организации.

Список литературы

1. Брижак О. В. Движение корпоративного капитала в потоке современных преобразований // Научный вестник Южного института менеджмента. 2017. № 2 (18). С. 11–17.

2. Ефимова О. В. Матричный подход к формированию и раскрытию информации о ресурсах в интегрированной отчетности организации // Аудиторские ведомости. 2017. № 3. С. 23–34. URL: <http://elib.fa.ru/art2017/bv405.pdf>
3. Когденко В. Г. Анализ интегрированной отчетности: нематериальные виды капитала // Инновационное развитие экономики. 2016. № 4. С. 247–254.
4. Когденко В. Г. Анализ интегрированной отчетности: социально-репутационный капитал // Экономический анализ: теория и практика. 2016. Т. 15, вып. 6. С. 100–114. URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=69065>
5. Малиновская Н. В. Анализ корпоративной отчетности российских компаний на соответствие принципам интегрированной отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2016. № 15. С. 17–30.
6. Малиновская Н. В. Раскрытие информации о капиталах в интегрированной отчетности // Бухучет в здравоохранении. 2015. № 11-12. С. 23–29.
7. Малиновская Н. В., Малиновский М. Д. Международные тенденции развития интегрированной отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2018. № 5-6. С. 332–343.
8. Медведева О. Е., Микерин Г. И., Медведев П. В. Интегрированная нефинансовая отчетность и проблемы включения в нее экологической составляющей в России // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2017. № 11 (194). С. 6–14.
9. Мельник М. В., Когденко В. Г. Анализ интегрированной отчетности: природный капитал // Экономический анализ: теория и практика. 2016. Т. 15, вып. 4. С. 72–84. URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=68639>
10. Плотникова В. В., Шиловская М. С. Анализ раскрытия информации в корпоративной отчетности на соответствие первому принципу интегрированной отчетности «Стратегический фокус и ориентация на будущее» // Международный бухгалтерский учет. 2018. № 17-18. С. 1069–1085.
11. Хорин А. Н., Бровкин А. В. Цели и особенности анализа интегрированной отчетности, корпоративного капитала и комплексной результативности бизнес-процесса // Креативная экономика. 2018. Т. 12, № 4. С. 499–512.
12. Eccles R., Serafeim G. Corporate and integrated reporting: a functional perspective // Harvard Business School Working Paper. 2014. № 14-094. URL: <https://hbswk.hbs.edu/item/corporate-and-integrated-reporting-a-functional-perspective>
13. Carini C., Chiaf E. The Relationship Between Annual and Sustainability, Environmental and Social Reports // Corporate Ownership of Control. 2015. Vol. 13, iss. 1. P. 979–993. URL: <https://doi.org/10.22495/cocv13i1c9p2>

References

1. Brizhak O.V. The movement of corporate capital in the flow of modern transformations. *Nauchnyy vestnik Yuzhnogo instituta menedzhmenta = Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management*. 2017;(2):11–17. (In Russ.)
2. Efimova O.V. Matrix approach to the formation and disclosure of information about resources in the integrated reporting of the organization. *Auditorskie vedomosti = Audit departments*. 2017;(3):23–34. (In Russ.). Available at: <http://elib.fa.ru/art2017/bv405.pdf>
3. Kogdenko V.G. Analysis of integrated reporting: intangible types of capital. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki = Innovative development of the economy*. 2016;(4):247–254. (In Russ.)
4. Kogdenko V.G. Analysis of integrated reporting: social and reputational capital. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic analysis: theory and practice*. 2016;15(6):100–114. (In Russ.). Available at: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=69065>
5. Malinovskaya N.V. Analysis of corporate reporting of Russian companies for compliance with the principles of integrated reporting. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchet = International accounting accounting*. 2016;(15):17–30. (In Russ.)

6. Malinovskaya N.V. Disclosure of information on capital in integrated reporting. *Bukhuchet v zdavookhraneniі = Accounting in healthcare*. 2015;(11-12):23–29. (In Russ.)
7. Malinovskaya N.V., Malinovskiy M.D. International trends in the development of integrated reporting. *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchët = International accounting*. 2018;(5-6):332–343. (In Russ.)
8. Medvedeva O.E., Mikerin G.I., Medvedev P.V. Integrated non-financial reporting and the problems of including an environmental component in it in Russia. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii = Property relations in the Russian Federation*. 2017;(11):6–14. (In Russ.)
9. Mel'nik M.V., Kogdenko V.G. Analysis of integrated reporting: natural capital. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika = Economic analysis: theory and practice*. 2016;15(4):72–84. (In Russ.). Available at: <https://www.finizdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=68639>
10. Plotnikova V.V., Shilovskaya M.S. Analysis of information disclosure in corporate reporting for compliance with the first principle of integrated reporting "Strategic focus and orientation for the future". *Mezhdunarodnyy bukhgalterskiy uchët = International Accounting*. 2018;(17-18):1069–1085. (In Russ.)
11. Khorin A.N., Brovkin A.V. Goals and features of the analysis of integrated accountability, corporate capital and the integrated effectiveness of the business process. *Kreativnaya ekonomika = Creative Economics*. 2018;12(4):499–512. (In Russ.)
12. Eccles R., Serafeim G. Corporate and integrated reporting: a functional perspective. *Harvard Business School Working Paper*. 2014;(14-094). Available at: <https://hbswk.hbs.edu/item/corporate-and-integrated-reporting-a-functional-perspective>
13. Carini C., Chiaf E. The Relationship Between Annual and Sustainability, Environmental and Social Reports. *Corporate Ownership of Control*. 2015;13(1):979–993. Available at: <https://doi.org/10.22495/cocv13i1c9p2>

Информация об авторах / Information about the authors

Анна Александровна Голдина

кандидат экономических наук,
доцент кафедры бухгалтерского учета,
налогообложения и аудита,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: anna3103@rambler.ru

Anna A. Goldina

candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of accounting, taxation and audit,
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 10.05.2021

Поступила после рецензирования/Revised 11.08.2021

Принята к публикации/Accepted 29.09.2021

АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ ЗАСТРОЙЩИКОМ

С. В. Зинченко¹, Е. М. Бижанова², Е. А. Попова³

^{1, 2, 3} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹ slatynova@mail.ru, ² janette@list.ru, ³ elenapopova09@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* В настоящее время застройщики сталкиваются со сложностью продажи коммерческой недвижимости. Длительное время занимает поиск покупателя. Сложности возникают еще на этапе проектировки. Учитывая требования современного законодательства, застройщики ведут строительство в рамках проектного финансирования. При этом процентная ставка на заемные средства существенно зависит от продаж жилого комплекса. Коммерческая недвижимость составляет значительную часть в доле выручки. Своевременно продавая коммерческие помещения, застройщик сокращает банковские расходы. Также заранее привлекая подходящих покупателей «коммерции», застройщик может влиять на скорость продаж квартир, повышая привлекательность дома для покупателей жилых помещений, увеличивать стоимость квадратного метра недвижимости, улучшая инфраструктуру для будущих жителей строящегося дома. Целью исследования является разработка алгоритма реализации коммерческой недвижимости застройщиком, что позволит сделать этот процесс более управляемым и коммерчески выгодным для строительной организации. *Материалы и методы.* Реализация задач исследования была достигнута на основе использования как теоретических методов: анализ, метод систематизации, общелогические методы и приемы; так и практических методов: сравнение, маркетинговые исследования. *Результаты.* Разработанный алгоритм продажи коммерческой недвижимости поможет застройщику найти нужного покупателя и управлять процессом продажи еще на этапе проектирования. *Выводы.* Продажа коммерческих помещений – это важный процесс для застройщика, возможность нивелировать затраты на строительство дома, привлечь крупные суммы денежных средств на счета эскроу, получить низкую процентную ставку по займу и своевременно привлечь финансирование для строительства, повысить свой имидж. Используя алгоритм реализации коммерческой недвижимости, застройщик получит возможность создавать качественный и заверченный продукт для покупателей как коммерческой, так и жилой недвижимости.

Ключевые слова: жилищное строительство, коммерческая недвижимость, маркетинговые исследования, маркетинг

Для цитирования: Зинченко С. В., Бижанова Е. М., Попова Е. А. Алгоритм реализации коммерческой недвижимости застройщиком // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 26–35. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-3

ALGORITHM FOR SALE OF COMMERCIAL REAL ESTATE BY THE DEVELOPER

S.V. Zinchenko, E.M. Bijanova, E.A. Popova

^{1, 2, 3} Penza State University, Penza, Russia
¹ slatynova@mail.ru, ² janette@list.ru, ³ elenapopova09@yandex.ru

Abstract. *Background.* Currently, developers are faced with the difficulty of selling commercial real estate. It takes a long time to find a buyer. Difficulties arise even at the design stage. Taking into account the requirements of modern legislation, developers carry out construction within the framework of project financing. At the same time, the interest rate on borrowed funds significantly depends on the sales of the residential. Commercial real estate accounts for a significant portion of the revenue share. By selling commercial premises in a timely manner, the developer reduces banking costs. Also, by attracting suitable buyers of "commerce" in advance, the developer can influence the speed of apartment sales, improving the attractiveness of the house for buyers of residential premises, increase the cost per square meter of real estate, improving the infrastructure for future residents of the house under construction. The aim of the study is to develop an algorithm for the implementation of commercial real estate by the developer, which will make this process more manageable and commercially profitable for the construction organization. *Materials and methods.* The implementation of the research tasks was achieved through the use of both theoretical methods: analysis, systematization method, general logical methods and techniques; and practical methods: comparison, marketing research. *Results.* The developed algorithm for the sale of commercial real estate will help the developer find the right buyer and manage the sale process even at the design stage. *Conclusions.* Selling commercial premises is an important process for a developer, an opportunity to level the costs of building a house, attract large sums of money to escrow accounts, get a low interest rate on a loan and attract financing for construction in a timely manner, and improve your image. Using the algorithm for the sale of commercial real estate, the developer will be able to create a high-quality and complete product for buyers of both commercial and residential real estate.

Keywords: housing construction, commercial real estate, marketing research, marketing

For citation: Zinchenko S.V., Bijanova E.M., Popova E.A. Algorithm for sale of commercial real estate by the developer. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):26–35. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-3

Введение

В современных условиях на рынке жилищного строительства наблюдается подъем: строится большое количество современных домов и целых кварталов, растет конкуренция между застройщиками, что делает особенно актуальным необходимость уложиться в заявленные сроки строительства и сохранить стоимость квадратного метра жилой площади. При этом в ходе строительства повышенное внимание уделяется проектированию жилых площадей, мест общего пользования и двора, проектирование коммерческих помещений, на котором чаще всего просто экономят, уходит на второй план. Такая ситуация сложилась в силу того, что спрос на коммерческую недвижимость считается высоким, и поэтому помещение все равно купят или снимут в аренду: застройщик считает, что при удачном расположении строения в любом случае найдется «якорный» арендатор или покупатель недвижимости, как правило, известный ритейлер или сервисное предприятие. Анализ практики показывает, что это далеко не всегда соответствует действительности. Кроме того, застройщики не знают профиль покупателя коммерческой недвижимости, вследствие чего отсутствует техническое задание для проектировщиков. Существует и частая практика во время строительства вносить изменения в проект под каждого «случайного» покупателя.

Результатом такого подхода является ситуация, когда коммерческая недвижимость полностью не продается до сдачи дома в эксплуатацию. Так как ее стоимость значительно выше стоимости жилой площади, а от поступления денег зависят темпы работы, возникает нехватка средств на строительство в целом, и застройщик вынужден превысить запланированный уровень себестоимости. Неправильный подход к реализации коммерческой недвижимости может затормозить поступление значительного объема денежных средств для дальнейшего строительства.

Если процесс продажи коммерческой недвижимости сделать управляемым и подбирать подходящих покупателей «коммерции», то можно добиться:

- увеличения скорости продажи недвижимости;
- снижения банковских расходов, связанных с процентной ставкой;
- своевременного финансирования строительства: сохранения уровня себестоимости на запланированном уровне и в срок или раньше срока введения объекта в эксплуатацию;
- улучшения привлекательности строения для покупателей как коммерческой недвижимости, так и жилой (взаимосвязанные процессы);
- создания реальных условий комфортного проживания для жителей и хороших торговых мест для предпринимателей;
- увеличения стоимости квадратного метра недвижимости за счет создания дополнительной ценности.

Материалы исследования

За последние несколько лет спрос на новостройки существенно вырос: потребители склоняются к покупке в пользу недвижимости на первичном рынке, а не земельных участков под строительство. Цены в 2021 г. во втором квартале стали рекордными. На это повлияли низкие ипотечные ставки, которые спровоцировали увеличение спроса на жилье. Кроме того, часть застройщиков, воспользовавшись резко выросшим спросом, стала поднимать цены на квадратный метр. Дополнительно резкий рост цен строительных материалов повлиял на увеличение себестоимости, в результате чего цены стали достигать рекордного уровня: произошло увеличение на 20–30 % [1].

Особенно высока стоимость квадратного метра у жилья повышенной комфортности – бизнес-класса и элит-класса (рис. 1). При этом, когда речь идет о таких проектах, особенно важно правильно управлять коммерческой недвижимостью, так как это влияет на спрос покупателей жилой недвижимости.



Рис. 1. Классы качества проектов [2]

Вне зависимости от класса проектов согласно существующим нормам и правилам часть площадей в новостройках обязательно должна быть выделена под коммерческие помещения. Такой подход позволяет решить проблему инфраструктурной обеспеченности территории, не возводя при этом отдельные здания. Поэтому первые этажи в новых домах по большей части нежилые: их занимают магазины шаговой доступности, салоны красоты, медицинские клиники и т.п. [3].

Анализ структуры затрат застройщика на строительство жилого дома показал, что она различна для каждого этажа: чем выше этаж, тем больше затрат на его строительство. К статьям, увеличивающим затраты на каждый этаж, относятся подъем материала, высотные работы (чем выше этаж, тем они дороже), ограждения, вынос мусора. Отдельная статья затрат – крыша, которая обязательно должна быть у любого строения, но которую невозможно продать. В современных условиях двор является одним из факторов, влияющих на выбор потребителем места жительства и покупки недвижимости. Именно поэтому он должен быть благоустроен, возможно, и огорожен (в зависимости от класса), что также относится к затратам застройщика. Одним из требований администратора города к застройщику является наличие вблизи от жилого объекта парковочных мест: без паркинга обойтись уже невозможно. Он может как быть одноэтажным, так и иметь несколько этажей. Паркинги распродают достаточно долго, как правило, минимальный срок – несколько лет после ввода дома в эксплуатацию. Это также относится к затратам застройщика. Получается, что застройщик продает квартиры и коммерческую недвижимость, а крышу, двор, ограждение продать нельзя. С коммерческими помещениями все иначе. Коммерческие помещения – хорошая возможность вернуть часть затрат на крышу, паркинг, двор, благоустройство за счет ее высокой стоимости. Здесь, как и в случае с коммерческим транспортом, оборудованием, цена будет всегда выше, чем у жилой недвижимости.

Правильно подобранные покупатели / арендаторы коммерческой недвижимости могут привлечь покупателей к жилому дому и создать для них дополнительную ценность, что позволит застройщику увеличить цену. Этим часто пользуется отдел продаж застройщика, описывая будущую инфраструктуру потенциальному покупателю жилой недвижимости. Обычно создается положительный образ будущего строения или квартала с помощью нескольких известных брендов.

Анализ показал, что хорошо работает связка «продуктовые магазины – спортивный зал – аптека – школа раннего развития». Большинство людей, которые приобретают квартиры, например, в домах бизнес-класса имеют высокий уровень дохода, они ограничены во времени и заинтересованы делать покупки в одном месте и с удовольствием это сделают в своем же доме. Для будущих собственников коммерческой недвижимости – это возможность получить высокий средний чек и постоянную аудиторию платежеспособных потребителей.

Согласно действующему законодательству нежилые помещения в многоквартирном доме предназначены только для ведения коммерческой, административной, общественной и другой деятельности и не могут использоваться для временного или постоянного проживания граждан. Как правило,

в них располагаются магазины, аптеки, салоны красоты, офисы, медицинские учреждения, детские сады, предприятия коммунально-бытовой сферы и т.д.

Однако следует отметить ряд ограничений, налагаемых на использование нежилых помещений, расположенных в многоквартирных домах. Деятельность в нежилом помещении строго ограничена противопожарными, санитарными и градостроительными нормами и не должна приводить к загрязнению воздуха и территории жилой застройки, превышению допустимого уровня шума, создавать угрозу жизни или здоровью жильцов дома. В частности, закон запрещает размещать в жилых домах магазины по продаже химических товаров, взрывоопасных веществ и материалов, синтетических ковровых изделий, автозапчастей, шин, автомобильных масел. Под запрет также попадают заведения, работающие после 23 часов, учреждения и магазины ритуальных услуг, склады любого назначения, специализированные рыбные магазины, бани и сауны, прачечные и химчистки, общественные туалеты [4].

В многоквартирных домах нежилые помещения зачастую располагаются на первых и цокольных этажах. Не запрещено размещать их и выше, но в таком случае находящиеся непосредственно под ними объекты недвижимости тоже должны быть нежилыми. По закону каждый нежилой объект необходимо оснастить отдельным входом, поэтому владельцы квартир на этажах выше первого редко пользуются правом сменить назначение помещения на «нежилое»: практика показывает, что посещаемость коммерческого объекта во многом зависит от его доступности.

В настоящее время сложилась ситуация, когда у застройщика в некоторых случаях нет понимания портрета покупателя коммерческой недвижимости. Вместе с тем практика показывает, что проектное бюро не слишком заинтересовано в детальной проработке первых этажей: в основном проектируются типовые помещения с высотой потолков 2,5–4 м. Затем застройщик в процессе строительства дома пытается угадать потенциальных покупателей «коммерции». Бывает так, что в процессе строительства застройщик несколько раз меняет проект и планировки.

Вместе с тем просто так приобретать площадь, на которой предстоит понести дополнительные затраты на демонтаж перегородок, выполнить перепланировку, перенести инженерные системы и только после этого преступить к финишной отделке, не вызывает у покупателей такой недвижимости коммерческого интереса. Тем более у некоторых крупных сетей есть сроки по открытию точки продаж, соответственно, их выбор падает на такие площади, где меньше всего нужно будет тратить времени на ее создание.

Выделяют следующие типы потребительского поведения покупателей коммерческой недвижимости:

- 1) покупка недвижимости, ее финишная отделка под «готовый бизнес» и перепродажа измененного помещения;
- 2) покупка недвижимости под собственный действующий бизнес;
- 3) покупка недвижимости на ранних этапах строительства объекта, ее перепланировка и ремонт с последующей продажей в формате «готовый бизнес». Это упущенная выгода застройщиков.

Для изменения ситуации в лучшую сторону и повышения прибыльности застройщика необходимо привлекать будущих покупателей на начальном

этапе продаж и прилагать интересные для них проектные решения. Таким образом, для застройщика на этапе строительства важно сделать проект и подготовить торговую площадь под конкретного покупателя «коммерции», управлять процессом ее реализации, для чего предлагается использовать представленный далее алгоритм реализации коммерческой недвижимости.

Результаты и обсуждения

Разработанный алгоритм реализации застройщиками коммерческой недвижимости включает семь этапов (рис. 2). Рассмотрим каждый этап подробнее. Что касается составления профиля основных покупателей коммерческой недвижимости в жилом доме, то чаще всего на первых этажах представлены следующие объекты: известный сетевой продуктовый магазин с низкими ценами и собственным производством (например, «Магнит», «Караван», «Магазин моего района»), небольшие продуктовые магазины с фермерскими продуктами или просто отборными продуктами высокого качества (например, «ВкусВилл»), магазины алкогольной продукции, булочные, кондитерские или кофейни, аптеки, частные детские сады или школы раннего развития, стоматологии или частные медицинские центры, магазины с бытовой химией, салоны красоты, отделения банков, спортзалы, магазины канцелярских принадлежностей, кафе, офисы. Соответственно, на этом этапе необходимо определить количество и виды бизнеса, возможные для открытия в строящемся многоквартирном доме.

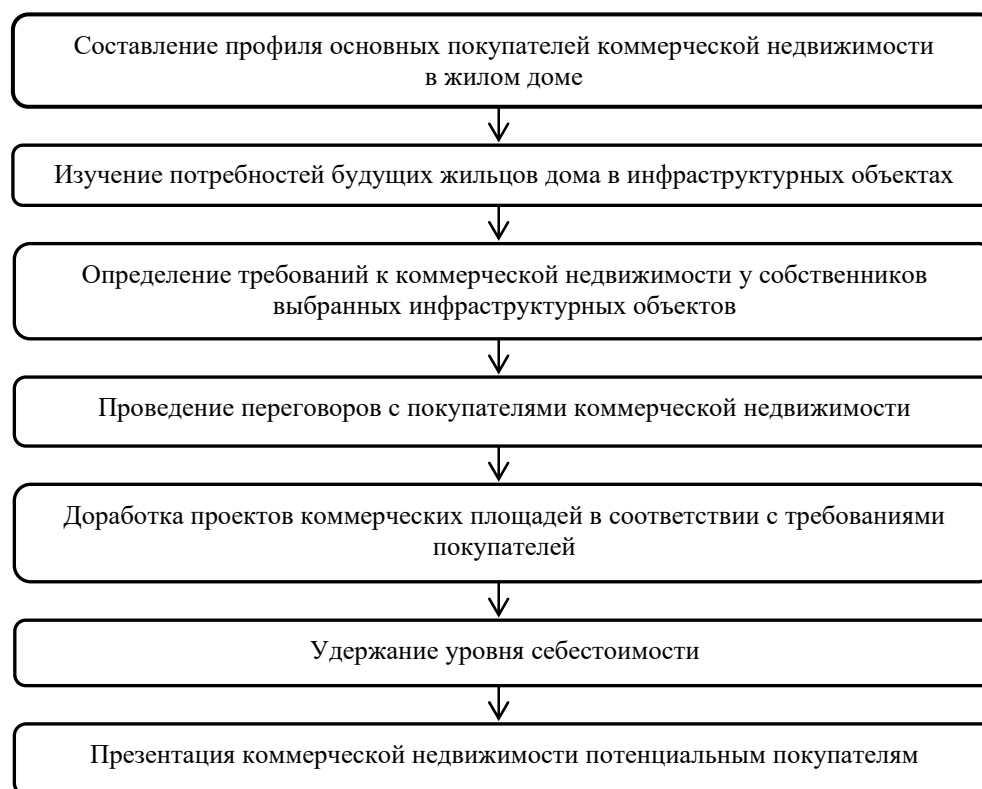


Рис. 2. Алгоритм реализации застройщиками коммерческой недвижимости

На втором этапе необходимо определить, какие именно инфраструктурные объекты лучше всего соответствуют потребностям будущих жильцов дома, при этом важно ориентироваться на класс жилья. Например, для новостроек бизнес-класса, покупателями жилья в которых, как правило, являются успешные топ-менеджеры, предприниматели и люди с высоким социальным статусом, в основном в возрасте от 30 до 50 лет, предпочитающие занятия спортом, ограниченные во времени, следящие за своим здоровьем и здоровьем детей, уделяющие внимание их развитию и образованию, коммерческая недвижимость обязательно должна включать продуктовые магазины, в том числе и магазины с крафтовыми продуктами, кафе, в котором можно позавтракать, школу раннего развития или частный детский сад, спортивный зал для занятия силовыми видами спорта, йогой, фитнесом, пилатесом с возможностью посещения в ранние часы, аптеку, медицинский центр, салон красоты. Для таких жильцов важно создать условия, чтобы они жили, общались в своем социальном круге. Для этого необходимо, чтобы и инфраструктура соответствовала их запросам.

На этапе определения требований к помещениям, существующим у выбранных покупателей коммерческой недвижимости, целью застройщика становится подготовка помещения под готовый бизнес, чтобы привлечь нужного покупателя недвижимости и избежать сменяемости арендаторов и непонятного сочетания услуг. Здесь необходимо обеспечить обещанное жителям комфортное проживание на протяжении всего времени. Таким образом, самые большие площади будут отведены продуктовым сетям. Как правило, их можно привлечь еще на этапе проектирования, показав, что к конкретному времени будет построено помещение, соответствующее всем требованиям ритейлера.

Большинство торговых операторов заинтересовано в высокой «проходимости» объекта, т.е. важнейшим условием размещения для ритейлера или предприятия сферы услуг является хорошая доступность помещения для личного и общественного транспорта, высокая концентрация населения в близлежащих районах. Требования к помещениям могут касаться строительных вопросов (шаг колонн, высота потолков, конструкция стен и кровли, инженерных систем, например наличие вентиляции и кондиционирования, охранных систем, пожарной сигнализации, располагаемые мощности и пр.). Для всех объектов должны быть предусмотрены место для вывески и парковка.

Ранее ритейлеры, даже федеральные сети, не имея возможности выбрать подходящее помещение готовы были на любые компромиссы ради открытия магазинов и проникновения на рынок. В настоящее же время спрос на «коммерцию» изменился и на рынок выводятся новые объекты, которые уже на этапе проектирования и строительства учитывают потребности будущих покупателей. Торговые сети становятся очень разборчивыми, потому что помещение – это их «лицо», компонент бренда и часть сервиса. Они больше не могут позволить себе компромиссов, потому что послабление может отразиться на продажах.

На этапе проведения переговоров с потенциальными покупателями коммерческой недвижимости организуются встречи и озвучиваются преимущества проектов коммерческой недвижимости. После согласия на покупку проект дорабатывается под требования покупателя. На данном этапе затраты для

застройщика будут незначительные, но стоимость квадратного метра увеличится за счет создания дополнительной ценности для клиента, который, в свою очередь, получает помещение, идеально подходящее под его требования.

Что касается удержания уровня себестоимости, то в случае коммерческой недвижимости она может увеличиться за счет новых решений, выдвинутых покупателем. Например, она будет больше за счет другого остекления (окна в пол), высоты стен, которая больше, чем в жилых помещениях, большей площади отделки примерно на 30 %, более сложных решений в инженерных системах (пожаротушения, дымоудаления, кондиционирования, вентиляции, охранной сигнализации и т.д.), дорогостоящей электрической проводки в больших объемах и т.п. Поэтому необходимо своевременно финансировать строительство. Обычно строительные материалы имеют тенденцию возрастать в стоимости один-два раза в год, стоимость строительных работ будет расти соответственно. Застройщик, своевременно заплатив поставщику аванс, может зафиксировать стоимость материалов на определенный срок либо закупить их в большем объеме, удержав планируемый уровень себестоимости.

На этапе проведения презентации коммерческой недвижимости потенциальным покупателям – жильцам новостройки – важно показать все преимущества объекта и обосновать стоимость квадратного метра. Такое возможно, поскольку уже на ранних этапах строительства застройщик спланировал комфортную инфраструктуру для будущих жильцов дома и знает своих будущих покупателей коммерческой недвижимости. Поэтому отдел продаж застройщика может с уверенностью описывать магазины, салоны, спортивные и медицинские центры, которые будут расположены в доме, особенно подчеркивая достоверность данной информации. В результате этого у покупателя сложится положительный образ инфраструктуры, который он по факту получит, появится дополнительная ценность жилой недвижимости и возникнет большее желание приобрести квартиру в данном комплексе, что повысит темпы продаж. Такой подход положительно скажется на имидже застройщика.

Заключение

Практическая значимость разработки данного алгоритма состоит в том, что его могут использовать застройщики разных жилых комплексов с целью повышения эффективности своей деятельности на рынке. Если компания-застройщик применит представленный алгоритм и сделает процесс продажи коммерческой недвижимости управляемым, подбирая при этом подходящих покупателей «коммерции», то она может достигнуть следующих результатов:

- своевременная продажа коммерческих помещений по более высокой стоимости;
- своевременные или с опережением темпы строительства;
- увеличение скорости продаж квартир;
- снижение банковских расходов и удержание себестоимости на запланированном уровне;
- создание реальных условий комфортного проживания для жителей и хороших торговых мест для предпринимателей.

Список литературы

1. Рост или стагнация: что будет с ценами на новостройки Москвы // РБК. URL: <https://realty.rbc.ru/news/60b8ddde9a7947282e085567> (дата обращения: 22.06.2021).
2. Единая классификация многоквартирных жилых новостроек // Федеральный фонд содействия развитию жилищного строительства. URL: https://www.fondrgs.ru/files/docs/Edinaya_klassifikaciya1.pdf (дата обращения: 22.06.2021).
3. Крайности выбора: кто и почему покупает жилье на первом и последнем этаже // РБК. URL: <https://realty.rbc.ru/news/587ddad69a79474f1cded0df> (дата обращения: 22.06.2021).
4. Игнатова О. Офис на дому // Российская газета. 2019. 24 июля. URL: <https://rg.ru/2019/07/24/kakoj-otis-mozhno-otkryt-v-zhilom-dome.html> (дата обращения: 22.06.2021).

References

1. Growth or stagnation: what will happen to the prices of new buildings in Moscow. *RBK*. (In Russ.). Available at: <https://realty.rbc.ru/news/60b8ddde9a7947282e085567> (accessed 22.06.2021).
2. Unified classification of multi-apartment residential buildings. *Federal'nyy fond soдействия razvitiyu zhilishchnogo stroitel'stva = Federal Fund for the Promotion of Housing Construction*. (In Russ.). Available at: https://www.fondrgs.ru/files/docs/Edinaya_klassifikaciya1.pdf (accessed 22.06.2021).
3. Extremes of choice: who and why buys housing on the first and last floor. *RBK*. (In Russ.). Available at: <https://realty.rbc.ru/news/587ddad69a79474f1cded0df> (accessed 22.06.2021).
4. Ignatova O. Office at home. *Rossiyskaya gazeta = Rossiyskaya Gazeta*. 2019, 24 Jul. (In Russ.). Available at: <https://rg.ru/2019/07/24/kakoj-otis-mozhno-otkryt-v-zhilom-dome.html> (accessed 22.06.2021).

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

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

Елена Александровна Попова
кандидат экономических наук,
доцент кафедры менеджмента
и экономической безопасности,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: elenapopova09@yandex.ru

Svetlana V. Zinchenko
Candidate of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of marketing,
business and services,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Evgenia M. Bijanova
Candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of marketing, business and services,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Elena A. Popova
Candidate of economical sciences,
associate professor of the sub-department
of management and economic security,
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 08.05.2021

Поступила после рецензирования/Revised 10.08.2021

Принята к публикации/Accepted 15.08.2021

ЭКОНОМИКА КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ: СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А. С. Жупарова¹, Г. Ж. Исмаил²

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

¹ aziza_z@mail.ru, ² gulimzharaskyzy5@gmail.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* В современную эпоху необычайных изменений и глобализации многие признают, что креативные индустрии движут новой экономикой. Отрасли креативного сектора экономики все чаще признаются значимыми как для социального, так и для экономического развития и вызывают растущий интерес мирового сообщества. Понимание и изучение экономической ценности креативных индустрий расширились. Опыт развитых стран показывает значительный рост в ВВП и уровне занятости в креативных секторах экономики, что также способствует оживлению и продвижению городов, росту урбанизации и привлечению инвестиций. Многие эксперты утверждают, что креативные индустрии оказывают существенное влияние на экономическое развитие, благодаря реализации новой концепции экономического роста. Кроме того, креативные индустрии представляют собой один из немногих секторов экономики, в которых ожидается динамичное развитие в будущем. *Материалы и методы.* Проведен теоретический анализ терминологии креативной экономики, понятийного аппарата креативных индустрий и их классификаций. *Результаты.* Обзор литературы о природе и особенностях креативных индустрий выявил их общие характеристики, которые разделены на две основные категории. *Выводы.* Креативные индустрии – это новые отрасли, которые сочетают в себе передовые технологические продукты и творчество в области культурного искусства и включают тринадцать отраслей, таких как искусство, кино, реклама, сельское хозяйство, дизайн и др.

Ключевые слова: креативные индустрии, классификация креативных индустрий, творческие отрасли

Для цитирования: Жупарова А. С., Исмаил Г. Ж. Экономика креативных индустрий: сущность и основные характеристики // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 36–45. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-4

ECONOMICS OF CREATIVE INDUSTRIES: ESSENCE AND MAIN CHARACTERISTICS

A.S. Zhuparova¹, G.Zh. Ismail²

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

¹ aziza_z@mail.ru, ² gulimzharaskyzy5@gmail.com

Abstract. *Background.* In this era of extraordinary change and globalization, many recognize that the creative industries are driving the new economy. Industries of the creative sector of the economy are increasingly recognized as significant for both social and economic development and are attracting a growing interest of the world community. The understanding and study of the economic value of creative industries has expanded.

© Жупарова А. С., Исмаил Г. Ж., 2021. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

The experience of developed countries shows significant growth in GDP and employment in the creative sectors of the economy, which also contributes to the revitalization and advancement of cities, the growth of urbanization and attraction of investment. Many experts argue that creative industries have a significant impact on economic development through the implementation of a new concept of economic growth. In addition, the creative industries are one of the few economic sectors that are expected to develop dynamically in the future. *Materials and methods.* This article provides a theoretical analysis of the terminology of the creative economy, the conceptual apparatus of creative industries and their classifications. *Results.* A review of the literature on the nature and characteristics of creative industries revealed their common characteristics, which are divided into two main categories. *Conclusions.* The creative industries are emerging industries that combine advanced technological products and creativity in the cultural arts, and include thirteen industries such as arts, film, advertising, agriculture and design, and more.

Keywords: creative industries, classification of creative industries, creative industries

For citation: Zhuparova A.S., Ismail G.Zh. Economics of creative industries: essence and main characteristics. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):36–45. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-4

Введение

В настоящее время в мировой практике многие эксперты креативные индустрии рассматривают как синоним понятию «креативная экономика, или экономика знаний»: «экономика, которая основана на идеях, а не на физическом капитале, решающая ряд экономических, политических, социальных, культурных и технологических проблем, при этом находясь на стыке искусства, бизнеса и технологий» [1]. Креативная экономика уникальна тем, что связана с самым неограниченным глобальным ресурсом – человеческим творчеством. Ввиду этого положения стратегии для креативных индустрий должны включать использование человеческого потенциала в целях развития сектора. Развитые страны уже несколько десятилетий делают акцент на формирование креативных индустрий. Важно отметить, что мировая капитализация креативных индустрий к 2020 г. составляла почти 2,3 трлн долл., более того, креативная индустрия создает 29,5 млн рабочих мест, а это 1 % от всего занятого населения в мире [2].

Промышленный спад, глобализация, растущая урбанизация и популярность неолиберальных идеологий, с одной стороны, и коммодификация творческих продуктов и эстетизация экономики и повседневной жизни – с другой, способствовали появлению того, что А. Скотт называет «капитализмом когнитивной культуры» [3]. Такие события, характеризующиеся преобладанием наукоемких отраслей, секторов услуг и отраслей, производящих творческую продукцию, вдохновили включать креативные отрасли в стратегии разработки политики и программы экономического развития в различных масштабах – местном, региональном, национальном и наднациональном.

Истоки концепции креативной экономики берут начало на стыке экономики, культурологии, социологии и включают в себя исследования, проведенные в этих областях. На сегодняшний день креативные индустрии являются не только одним из значимых секторов экономики, который представляет собой интеграцию искусства, творчества и отраслей, появившихся как результат инновационной деятельности человека и научного прогресса, но и частью экономики, которая вносит значительный вклад в нацио-

нальный продукт, включая в себя двойственную ценность: создание благ и обеспечение занятости (экономическая ценность) и формирование культурных ценностей, идентичности.

В настоящее время в условиях глобализации, информатизации и цифровой экономики креативные индустрии являются движущей силой развития экономики благодаря значительной доле в мировом товарообороте и созданию новых рабочих мест, устойчивости к экономическим спадам и кризисам, а также способности получать прибыль от индивидуального творчества и интеллектуальной собственности. Все это делает креативные отрасли привлекательной сферой для инвестиций как в частном секторе, так и на государственном уровне. Творческие способности, как известно, нескончаемый ресурс, в отличие от труда и капитала, поэтому эта привилегия характерна не только для богатых стран. При эффективном использовании творческие способности могут открыть новые возможности для развивающихся стран увеличить свою долю в мировой торговле и «совершить скачок» в новые области создания богатства. По мере того, как западные страны отходят от производства товаров и услуг и вместо этого сосредотачиваются на производстве идей и знаний, творческие отрасли становятся предметом все большего количества исследований и теоретических разработок.

Ввиду отсутствия четкого определения сущности креативных индустрий возникает необходимость изучения основных литературных источников с целью выявления основных тенденций развития в рассматриваемой области с учетом их основных характеристик.

Методы исследования

В настоящей статье проведен обзор основных нормативно-правовых документов, согласно которым было определено понятие креативных индустрий и осуществлена их классификация. Кроме того, представлен краткий обзор основных ресурсов, как библиографических баз данных, так и других. Описаны различные классификации определения понятия креативных индустрий согласно проведенному анализу библиографических источников, а также выявлены основные характеристики креативного сектора экономики.

Результаты исследования

В понятийный аппарат экономического сектора термин «креативная экономика» вошел в 2000 г. с выходом статьи «The Creative Economy» в журнале Business Week magazine [4]. Креативная экономика, являясь экономикой нового типа, представляет идеи и творчество как двигатель инноваций, технологических изменений и как сравнительное преимущество в развитии бизнеса. Это привело к появлению и использованию термина «креативные индустрии», который впервые был озвучен в выступлении британского министра культуры, сумевшего внедрить творческую индустрию в государственную политику и определить экономическую важность творчества.

На государственном и институциональном уровне феномен креативной экономики был впервые реализован Великобританией в рамках Карты креативных индустрий Департамента культуры, медиа и спорта (DCMS) в 1998 г.¹

¹ Department For Culture Media And Sport (DCMS). 2001. Creative Industries Mapping Document. 1998. DCMS, London.

Примечательно, что само явление креативной экономики можно рассматривать как расширение ранее существовавшего концепта культурных индустрий, обусловленное переходом к постиндустриальной стадии, усилением сфер, связанных с творческим процессом, а также с развитием информационного сектора и интернет-коммерции.

Рост креативных индустрий как новый тренд в постиндустриальном мире предлагает альтернативный тип развития даже в условиях экономического кризиса, благодаря так называемому «креативному классу», предложенному Р. Флоридой [5], который, среди прочих, видит важную экономическую функцию этого сословия – создание новых идей, технологий и творческого содержания. Он считает, что творчество является «фундаментальным источником экономического роста» и «решающим источником конкурентного преимущества» [5]. Креативный класс служит основой развития современной инновационной экономики, его развитие определяется социально-культурными установками, характеризующимися склонностью к интенсивному взаимодействию и коллаборации в процессе творческой деятельности [6, 7]. Без инновационно мыслящего населения невозможно создание инновационных товаров (работ, услуг). В большой степени речь идет о неформальных институтах инновационной системы, т.е. формировании неформальных правил, моделей поведения и взаимодействия, способствующих развитию инноваций [8–10]. Р. Флорида подчеркивает, что творческий класс обладает «силой, талантом и численностью, чтобы сыграть большую роль в изменении нашего мира» и состоит из ученых, инженеров, архитекторов, педагогов, писателей, художников и других людей-предпринимателей [5]. Понимание творческого класса у Р. Флориды перешло от ограничительной интерпретации (творческий класс как класс, образованный привилегированными творческими работниками, т.е. членами так называемого творческого ядра и творческих профессионалов) к пониманию творчества как универсальной компетенции, принадлежащей каждому человеку, и как одного из основных прав человека.

В отчете Европейского парламента (ЕП) от 13 апреля 2011 г. о раскрытии потенциала культурных и творческих индустрий термин «креативная индустрия» трактуется в связи с так называемой «культурной индустрией». Креативные индустрии характеризуются «двойным характером, будучи экономическими в том смысле, что они вносят вклад в экономическое развитие посредством занятости, экономического роста и создания богатства, но также и в культурном плане благодаря деятельности, объединяющей людей в социальном и культурном отношении в общество, а также участвуя в продвижении ценности и культурной самобытности европейского культурного наследия»¹.

Важная роль индустрии культуры и творчества была также подчеркнута в Конвенции ЮНЕСКО от 20 октября 2005 г. об охране и поощрении разнообразия форм культурного самовыражения². Эта роль в основном включает производство и распространение «культурных товаров» и обеспечение доступа к широкому спектру этих культурных товаров и услуг. Поскольку

¹ World Intellectual Property Organization. How to Make a Living in the Creative Industries. URL: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4166&plang=EN> (дата обращения: 16.08.2020).

² Конвенция об охране и поощрении разнообразия форм культурного самовыражения. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/cultural_expression.shtml (дата обращения: 02.07.2020).

в литературе существуют различные определения понятия креативных индустрий, ключевые понятия рассмотрены в табл. 1.

Таблица 1

Обзор теоретических подходов к определению
понятия «креативная индустрия»

Источник	Содержание понятия и основные подходы к определению
1	2
Департамент культуры, средств массовой информации и спорта DCMS	«Креативные отрасли – это виды деятельности, основанные на творчестве, индивидуальных талантах и навыках и обладающие потенциалом создания рабочих мест и богатства за счет создания и использования интеллектуальной собственности» ¹
Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО)	Культурные и креативные индустрии определяются как «отрасли, сочетающие создание, производство и коммерциализацию содержания нематериального и культурного характера; это содержимое обычно защищено авторским правом и может принимать форму товара или услуги» [11]. Также термин все чаще используется в Великобритании из-за важности цифрового контента и онлайн-услуг в творческом секторе экономики
Википедия	Термин «креативные индустрии» используется для описания творчества во всей экономике. Некоторые обозреватели считают, что творчество является определяющей характеристикой развитых экономик XXI в. так же, как производство типично для XIX и начала XX вв. ²
Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию (ЮНКТАД)	«Креативные индустрии являются одними из самых динамичных секторов мировой экономики, предоставляя новые возможности для развивающихся стран перейти в быстрорастущие области мировой экономики. Креативные индустрии находятся на перекрестке искусства, культуры, бизнеса и технологий. Все эти виды деятельности требуют творческих навыков и могут приносить доход за счет торговли и прав интеллектуальной собственности. Креативные индустрии составляют основу креативной экономики и определяются как циклы производства товаров и услуг, которые используют творческий потенциал и интеллектуальный капитал в качестве основных ресурсов» [12]
Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) ³	Креативные индустрии, основанные на авторском праве, – это отрасли, которые являются специализированными, взаимозависимыми либо прямо или косвенно связаны с созданием, производством, представлением, выставкой, передачей, распространением или розничной продажей материалов, охраняемых авторским правом

¹ Department For Culture Media And Sport (DCMS). 2001. Creative Industries Mapping Document. 1998. DCMS, London.

² United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Creative Economy Programme. URL: <https://unctad.org/topic/trade-analysis/creative-economy-programme> (дата обращения: 16.08.2020).

³ European Parliament resolution of 12 May 2011 on unlocking the potential of cultural and creative industries. URL: <https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2011-0240+0+DOC+XML+V0//EN> (дата обращения: 22.06.2020).

Окончание табл. 1

1	2
Экономическая комиссия для Латинской Америки и Карибского бассейна (ЭКЛАК)	«Термин "креативные индустрии" охватывает множество коммерческих и экономических видов деятельности и их производных, включая рекламу, архитектуру, ремесло, дизайн и исполнительское искусство. Поскольку творческие индустрии могут включать в себя такой широкий спектр видов деятельности, было много дискуссий о реальных их границах. Этот вопрос важен, потому что такое определение позволит выявить измеряемое влияние этих отраслей, а также политику, необходимую для их роста и развития» [13]

Примечание. Составлено авторами на основе источников [4, 11–14].

Обзор литературы о природе и особенностях креативных индустрий выявил их общие характеристики, которые разделены на две категории. Первая группа касается характера производства в креативных отраслях и предлагает в большей степени внутренний взгляд на креативные фирмы. Вторая категория касается внешних аспектов креативных фирм, которые лежат в основе ожиданий от взаимосвязи между креативными отраслями и экономическим развитием (табл. 2).

Таблица 2

Общие характеристики креативных индустрий [15–17]

Основная характеристика	Описание
1	2
Характеристика креативных индустрий с точки зрения внутренних условий	1. Креативные индустрии объединяют традиционные отрасли искусства, культурные индустрии, защищенные авторским правом, и новые креативные предприятия. Все они рассматриваются как производители и носители символического содержания и смысла, сосредоточенные в искусстве, но не ограниченные им. Креативные индустрии применяют человеческие творческие способности, навыки и таланты и поэтому используют интеллектуальный капитал в качестве основного производственного ресурса. Таким образом, их продукция воспринимается как сильно дифференцированная и может быть охарактеризована как художественная, культурная или творческая. Неденежные ценности высоко ценятся потребителями, что делает креативные индустрии секторами с высокой добавленной стоимостью. 2. Рыночные условия создания товаров и услуг креативного сектора считаются отличными от условий обычных экономических: креативные отрасли сталкиваются с более высокой неопределенностью спроса, сильной нестабильностью вкусов и, следовательно, более высокими рисками. 3. С целью снижения рисков креативные компании должны постоянно обеспечивать высокий уровень новизны, что, в свою очередь, может привести к инновациям. Некоторые исследования даже доказали, что креативные отрасли являются более инновационными по сравнению с другими секторами производства или услуг. Более того, производство новшеств требует высокого уровня технологического прогресса, что считается характерным для креативных индустрий, в то время как нетехнологические факторы (например, дизайн, новые бизнес-модели) становятся все более важными

1	2
	4. Устойчивость продукции креативных фирм и появление новизны подразумевают, что креативные отрасли создают или используют интеллектуальную собственность, которая рассматривается как главный источник создания ценности в креативных отраслях и поэтому часто является одной из наиболее важных определяющих параметров. 5. Сам труд и его организация в креативных индустриях отличается от других отраслей. Согласно Р. Кейвсу [15], сложность продукта и его двойная ценность требуют смешанной команды – как творческих, так и простых сотрудников, каждый из которых обладает определенным набором навыков. Более того, предполагается, что творческие работники получают компенсацию за счет психической отдачи: они заботятся о своей работе и, следовательно, движимы внутренней мотивацией 6. Отраслевые структуры считаются поляризованными, т.е. организованными вокруг нескольких крупных корпораций, часто транснациональных, и множества малых и микропредприятий или индивидуальных предпринимателей, состоящих из одного человека. На более крупные предприятия приходится большая часть выпуска, они более вертикально интегрированы и с большей вероятностью будут вовлечены в массовое производство. Несмотря на то, что малые и микропредприятия менее способны конкурировать из-за преимуществ масштаба и размаха, они могут завоевать столь же большую долю рынка за счет специализации на нишевых рынках
Характеристика креативных индустрий с точки зрения внешних условий	1. Креативные индустрии важны не только в абсолютных цифрах, но и в пропорциональных; данные, собранные по всей Европе и за ее пределами, показывают, что они росли более высокими темпами, чем в среднем по стране или в городах, как с точки зрения занятости, так и с точки зрения добавленной стоимости. Следовательно, темпы роста выше среднего часто используются для подтверждения идеи о том, что креативные отрасли являются одним из двигателей постиндустриальной экономики. 2. Креативные индустрии встроены в местные производственные системы, но также имеют глобальные связи. Их успех в значительной степени зависит от экспортного потенциала их продуктов и услуг, который считается очень высоким. 3. Креативные индустрии способствуют инновациям в экономике в целом за счет связей с другими отраслями. Это обусловлено природой инноваций, производимых креативными индустриями. В литературе дается предположение, что креативные индустрии влияют на остальную часть экономики, с одной стороны производя и продавая инновационные товары и услуги для конечного потребителя, с другой – предоставляя товары и услуги в качестве промежуточных ресурсов для других секторов. Их роль важна как для продуктов, так и для процессов

Заключение

В целом можно отметить, что, несмотря на то, что термин «креативная индустрия» определяется рядом международных документов, его содержание по-прежнему оспаривается и изучается рядом исследователей. Тем не менее

наиболее распространенные определения креативных индустрий с небольшими различиями можно найти в большей части академических исследований и программных документах, позволяющих выявить их основные характеристики. Таким образом, креативные индустрии – это новые отрасли, которые сочетают в себе передовые технологические продукты и творчество в области культурного искусства и включают тринадцать отраслей, таких как искусство, кино, реклама, сельское хозяйство, дизайн и др. Креативные индустрии могут определяться в виде отдельных индустрий культуры и творчества, также охватывать гораздо более широкий спектр новых индустрий культуры и творчества, приобретающих все большую значимость для экономик многих как развивающихся, так и развитых стран и создающих новые рабочие места.

Список литературы

1. Featherstone M. Consumer culture and postmodernism. London : Sage Publications, 1991. 192 p.
2. Галушко М. В Казахстане 17,5 тысячи компаний заняты в сфере креативной индустрии // Капитал: центр деловой информации. URL: <https://kapital.kz/economic/77600/v-kazakhstane-17-5-tysyachi-kompaniy-zanyaty-v-sfere-kreativnoy-industrii.html> (дата обращения: 25.06.2020).
3. Scott A. J. Capitalism and urbanization in a new key? The cognitive-cultural dimension // Social Forces. 2007. Vol. 85. P. 1465–1482.
4. Coy P. The Creative Economy. Which companies will thrive in the coming years? Those that value ideas above all else // Bloomberg Business week. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2000-08-27/the-creative-economy> (дата обращения: 25.06.2020).
5. Florida R. The rise of the creative class. New York : Basic Books, 2002.
6. Vasin S., Gamidullaeva L., Tolstykh T. [et al.]. From innovation system through institutional transformation to digital innovation ecosystem // Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020 : proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2018). Milan : International Business Information Management Association, 2018. P. 4620–4633.
7. Gamidullaeva L. A., Chernetsov M. V., Chistilina E. V. Inter-organisational networks and innovation intermediation in the digital age // Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth : proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2017). Madrid, 2017. P. 3354–3363.
8. Гамидуллаева Л. А. Управление и прогнозирование инновационного развития социально-экономических систем: теория, методология и практика. Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. 430 с.
9. Vasin S., Gamidullaeva L., Finogeev A. Managing stimulation of regional innovation subjects' interaction in the digital economy // International Journal of Economics and Business Administration. 2019. Vol. 7, № 4. P. 295–306.
10. Гамидуллаева Л. А. Подходы к управлению инновационной системой региона // Теоретическая и прикладная экономика. 2018. № 3. С. 22–35.
11. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Creative industries. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Creative_industries (дата обращения: 16.08.2020).
12. World Intellectual Property Organization. How to Make a Living in the Creative Industries. URL: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4166&plang=EN> (дата обращения: 16.08.2020).
13. Milic'evic' V., Ilic' B., Sofronijevic' A. Business aspects of creative industries from a global perspective // Management. 2013. Vol. 66. P. 5–14.

14. Eclac. Creative industries in the Caribbean: a new road for diversification and export growth. URL: <https://www.cepal.org/en/publications/5049-creative-industries-caribbean-new-road-diversification-and-export-growth> (дата обращения: 16.08.2020).
15. Caves R. E. Creative industries: contracts between art and commerce. Cambridge : Harvard University Press, 2000. 454 p.
16. Harper G. Sustainable development and the creative economy // *Creative Industries Journal*. 2021. Vol. 14, № 2. P. 107–108. doi: 10.1080/17510694.2021.1952735
17. Budzinski O., Kohlschreiber M., Kuchinke B. A., Pannicke J. Does music quality matter for audience voters in a music contest? // *Creative Industries Journal*. 2021. Vol. 14, № 2. P. 109–129. doi: 10.1080/17510694.2020.1782721

References

1. Featherstone M. *Consumer culture and postmodernism*. London: Sage Publications, 1991:192.
2. Galushko M. In Kazakhstan 17.5 thousand companies are engaged in the creative industry. *Kapital: tsentr delovoy informatsii = Capital: business information center*. (In Russ.). Available at: <https://kapital.kz/economic/77600/v-kazakhstane-17-5-tysyachi-kompaniy-zanyaty-v-sfere-kreativnoy-industrii.html> (accessed 25.06.2020).
3. Scott A.J. Capitalism and urbanization in a new key? The cognitive-cultural dimension. *Social Forces*. 2007;85:1465–1482.
4. Coy P. The Creative Economy. Which companies will thrive in the coming years? Those that value ideas above all else. *Bloomberg Business week*. Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2000-08-27/the-creative-economy> (accessed 25.06.2020).
5. Florida R. *The rise of the creative class*. New York: Basic Books, 2002.
6. Vasin S., Gamidullaeva L., Tolstykh T. [et al.]. From innovation system through institutional transformation to digital innovation ecosystem. *Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020: proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2018)*. Milan: International Business Information Management Association, 2018:4620–4633.
7. Gamidullaeva L.A., Chernetsov M.V., Chistilina E.V. Inter-organisational networks and innovation intermediation in the digital age. *Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth: proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA 2017)*. Madrid, 2017:3354–3363.
8. Gamidullaeva L.A. *Upravlenie i prognozirovaniye innovatsionnogo razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem: teoriya, metodologiya i praktika = Management and forecasting of innovative development of socio-economic systems: theory, methodology and practice*. Penza: Izd-vo PGU, 2019:430. (In Russ.)
9. Vasin S., Gamidullaeva L., Finogeev A. Managing stimulation of regional innovation subjects' interaction in the digital economy. *International Journal of Economics and Business Administration*. 2019;7(4):295–306.
10. Gamidullaeva L.A. Approaches to the management of the innovation system of the region. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika = Theoretical and applied economics*. 2018;(3):22–35. (In Russ.)
11. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. *Creative industries*. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Creative_industries (accessed 16.08.2020).
12. *World Intellectual Property Organization*. *How to Make a Living in the Creative Industries*. Available at: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4166&plang=EN> (accessed 16.08.2020).
13. Milic'evic' V., Ilic' B., Sofronijevic' A. Business aspects of creative industries from a global perspective. *Management*. 2013;66:5–14.

14. *Eclac. Creative industries in the Caribbean: a new road for diversification and export growth*. Available at: <https://www.cepal.org/en/publications/5049-creative-industries-caribbean-new-road-diversification-and-export-growth> (accessed 16.08.2020).
15. Caves R.E. *Creative industries: contracts between art and commerce*. Cambridge: Harvard University Press, 2000:454.
16. Harper G. Sustainable development and the creative economy. *Creative Industries Journal*. 2021;14(2):107–108. doi: 10.1080/17510694.2021.1952735
17. Budzinski O., Kohlschreiber M., Kuchinke B.A., Pannicke J. Does music quality matter for audience voters in a music contest? *Creative Industries Journal*. 2021;14(2):109–129. doi: 10.1080/17510694.2020.1782721

Информация об авторах / Information about the authors

Азиза Сериковна Жупарова

доктор философии,
доцент кафедры экономики,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, г. Алматы,
пр. аль-Фараби, 71)
E-mail: aziza_z@mail.ru

Aziza S. Zhuparova

PhD, associate professor
of the sub-department of economics,
Al-Farabi Kazakh National University
(71 al-Farabi avenue, Almaty,
Republic of Kazakhstan)

Гулим Жараскызы Исмаил

докторант, преподаватель
кафедры бизнес-технологий,
Казахский национальный университет
имени аль-Фараби
(Республика Казахстан, г. Алматы,
пр. аль-Фараби, 71)
E-mail: gulimzharaskyzy5@gmail.com

Gulim Zh. Ismail

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /

The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию/Received 04.06.2021

Поступила после рецензирования/Revised 03.09.2021

Принята к публикации/Accepted 13.09.2021

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ УСЛУГАМИ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. Скворцова¹, А. О. Скворцов²

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

¹va_skvortsova@mail.ru, ²v_skv@bk.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Размер международной торговли услугами приобретает особую актуальность как индикатор уровня экономического развития, открытости экономики и масштаба международного сотрудничества. *Материалы и методы.* Основанием исследования послужили официальные статистические данные о развитии внешнеэкономических связей Пензенской области в сфере торговли услугами. Реализация цели исследования достигнута на основе использования методов статистического и сравнительного анализа. *Результаты.* На основе анализа международной торговли услугами в Пензенской области за 2018–2019 гг. определены наиболее востребованные на международном рынке услуги, производимые и приобретаемые в области, выявлены соотношение и динамика экспорта и импорта по ряду международных услуг. *Выводы.* Торговля услугами является одним из наиболее перспективных направлений внешнеэкономической деятельности в регионе и требует развития и деятельности соответствующих институтов и проведения мероприятий, направленных на поддержку и активизацию этой деятельности.

Ключевые слова: услуга, международная торговля услугами, экспорт, импорт, сальдо торгового баланса, международное сотрудничество

Для цитирования: Скворцова В. А., Скворцов А. О. Анализ международной торговли услугами в Пензенской области // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 46–59. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-5

ANALYSIS OF INTERNATIONAL TRADE IN SERVICES IN THE PENZA REGION

V.A. Skvortsova¹, A.O. Skvortsov²

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

¹va_skvortsova@mail.ru, ²v_skv@bk.ru

Abstract. *Background.* The size of international trade in services is of particular relevance as an indicator of the level of economic development, openness of the economy and the scale of international cooperation. *Materials and methods.* The study was based on official statistics on the development of foreign economic relations of the Penza region in the sphere of trade in services. The implementation of the research goal was achieved through the use of methods of statistical and comparative analysis. *Results.* Based on the analysis of international trade in services in the Penza region for 2018–2019. the most demanded services on the international market, produced and purchased in the region, are revealed, the

ratio and dynamics of exports and imports for a number of international services are revealed. *Conclusions.* Trade in services is one of the most promising areas of foreign economic activity in the region and requires the development and activities of relevant institutions and activities aimed at supporting and intensifying this activity.

Keywords: service, international trade in services, export, import, trade balance, international cooperation

For citation: Skvortsova V.A., Skvortsov A.O. Analysis of international trade in services in the Penza region. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):46–59. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-5

Введение

Международная торговля услугами в последние десятилетия активно развивалась во многих странах и регионах, тесно взаимодействуя с международной торговлей товарами. Данное направление международной деятельности связано с уровнем специализации и международного разделения труда в странах и регионах.

Торговля услугами имеет связь и с процессами инвестирования, строительства, банковско-кредитной деятельности, и с другими формами международной экономической деятельности, т.е., будучи элементом современной торговой деятельности, вместе с тем является самостоятельной формой международного сотрудничества.

Среди наиболее быстро развивающихся видов международных услуг можно выделить транспортные услуги и туризм, а также услуги, связанные с научно-техническим и производственным опытом. Международные услуги тесным образом связаны с информационными потоками и потребляемой информационной техникой.

Международная торговля услугами, осуществляемая регионами, часто имеет характеристики, присущие России в целом: значительное превышение импорта услуг над экспортом, традиционно предоставление строительных услуг, услуг по переработке, техническому обслуживанию и ремонту.

Материалы и методы

Анализ международной торговли услугами в Пензенской области следует вести по двум направлениям – экспорт и импорт.

На основании имеющихся данных можно выделить следующие основные компании, зарегистрированные в Пензенской области и оказывающие международные услуги:

– ООО «Транс-Логистика», ООО «Главэкспедиция», ООО «ТК ОЛЛ-АВТО», ООО «Данте» – оказывают транспортные услуги;

– ЗАО «Фирма "ЮМИРС"», ООО «Автоматика плюс», ООО НПП «Старт-7», ООО «ЛАНС» – оказывают информационные услуги.

Общий объем экспорта услуг в Пензенской области в 2019 г. составил 67,06 млн долл. США (табл. 1).

Таблица 1

Экспорт услуг в Пензенской области, млн долл. США [1]

Регион	Экспорт услуг, всего				
	I квартал 2019 г.	II квартал 2019 г.	III квартал 2019 г.	IV квартал 2019 г.	2019 г.
Приволжский федеральный округ (ПФО)	715,09	912,34	902,82	1234,00	3764,32
Пензенская область	16,27	14,28	17,22	19,28	67,06
Доля Пензенской области в составе РФ, %	0,12	0,09	0,10	0,12	0,11
Доля Пензенской области в составе ПФО, %	2,28	1,57	1,91	1,56	1,78

Одной из основных категорий экспортируемых услуг оказались деловые поездки, а импортируемых – личные поездки населения в другие страны [1].

С 2019 г. в экспорт услуг по методике Банка России стали включаться поездки (деловые, личные) и туристические услуги в сфере организованного туризма.

В рамках 2019 г. наибольший объем экспорта услуг в Пензенской области приходился на III и IV кварталы. Поквартальная динамика экспорта услуг в 2019 г. показана на рис. 1.



Рис. 1. Поквартальная динамика экспорта услуг в 2019 г. в Пензенской области, млн долл. США

При этом доля экспорта Пензенской области в составе Приволжского федерального округа составила 1,78 %, а в составе всего экспорта услуг Российской Федерации – 0,11 %.

Анализ экспортной деятельности Пензенской области по видам услуг показывает, что наибольший объем занимает экспорт услуг, связанных с поездками. В 2019 г. он составил 61,86 млн долл. США и пришелся в основном на III квартал, что обусловлено фактором сезонности (табл. 2).

Доля экспорта услуг, связанных с поездками, в Пензенской области в составе всего Приволжского федерального округа – 6,74 %, а в составе Российской Федерации – 0,56 %.

Поквартальная динамика экспорта услуг, связанных с поездками, в 2019 г. показана на рис. 2.

Таблица 2

Экспорт услуг, связанных с поездками, в Пензенской области,
млн долл. США [1]

Регион	Экспорт услуг, всего				
	I квартал 2019 г.	II квартал 2019 г.	III квартал 2019 г.	IV квартал 2019 г.	2019 г.
Приволжский федеральный округ	175,08	226,63	298,57	217,96	918,24
Пензенская область	14,90	13,18	15,58	18,20	61,86
Доля Пензенской области в составе РФ, %	0,79	0,46	0,41	0,77	0,56
Доля Пензенской области в составе ПФО, %	8,51	5,82	5,22	8,35	6,74

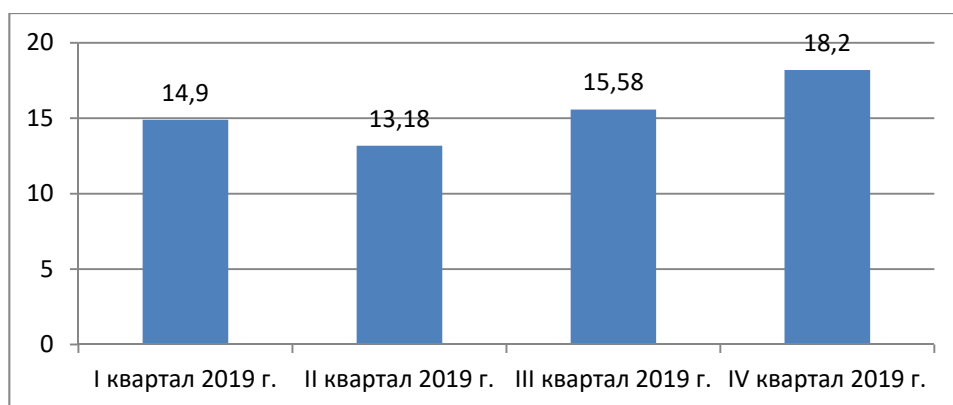


Рис. 2. Поквартальная динамика экспорта услуг, связанных с поездками, в 2019 г. в Пензенской области, млн долл. США

В составе экспорта услуг, связанных с поездками, наибольшая доля приходится на деловые поездки (рис. 3).

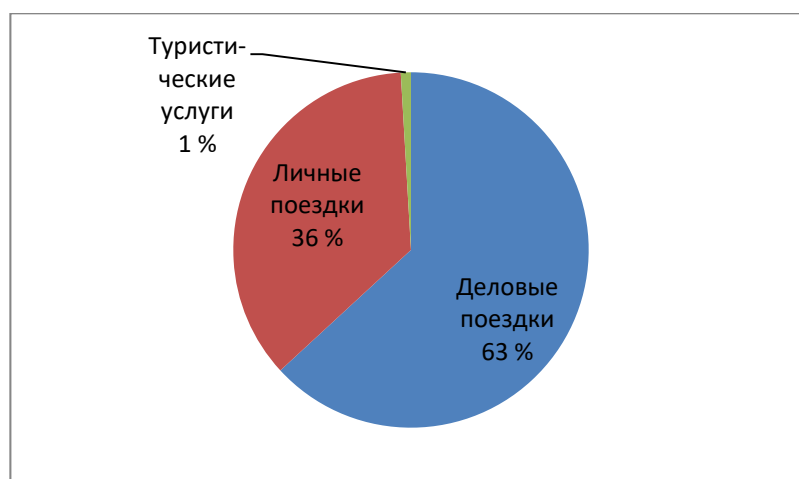


Рис. 3. Структура экспорта услуг, связанных с поездками, в Пензенской области в 2019 г, %

Объемы других видов услуг, оказываемых в Пензенской области на экспорт, существенно ниже, чем у услуг, связанных с поездками (табл. 3).

Таблица 3

Экспорт разных видов услуг в Пензенской области в 2019 г. [1]

Услуги	Экспорт услуг				
	Всего	ПФО	Пензенская область	Доля Пензенской области в РФ, %	Доля Пензенской области в ПФО, %
Телекоммуникационные, компьютерные и информационные услуги	5489,33	295,84	3,64	0,07	1,23
Услуги по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуги по техническому обслуживанию и ремонту товаров	576,56	133,81	0,93	0,02	0,70
Услуги, связанные со строительством	4785,92	1345,77	0,05	0,00	0,00
Транспортные услуги	21 557,20	314,61	0,01	0,00	0,00
Услуги частным лицам и услуги в сфере культуры и отдыха	524,03	20,22	0,01	0,00	0,05
Прочие деловые услуги	12 994,33	728,73	0,56	0,00	0,08

Экспорт телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг в Пензенской области в 2019 г. составил 3,64 млн долл. США и пришелся в основном на I–III кварталы (см. табл. 3). Доля экспорта данных услуг в составе всего Приволжского федерального округа – 1,23 %, а в составе Российской Федерации – 0,07 %.

Объем экспорта других услуг в Пензенской области в 2019 г. незначителен как в абсолютном, так и в относительном выражении (по большей части менее 1 % в составе ПФО и Российской Федерации).

Анализ поквартальной динамики производства разных видов услуг на экспорт в Пензенской области показывает, что многие из них носят сезонный характер и приходятся на один-два квартала в году: услуги по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуги по техническому обслуживанию и ремонту товаров; строительные услуги; транспортные услуги. Кроме того, доля экспорта строительных и транспортных услуг Пензенской области в составе Приволжского федерального округа и всей Российской Федерации незначительна, что связано с географическим расположением региона и удаленностью его от государственных границ.

Общий объем импорта услуг в Пензенской области по итогам 2019 г. составил 79,79 млн долл. США (табл. 4).

Таблица 4

Импорт услуг в Пензенской области, млн долл. США [2]

Регион	Импорт услуг, всего				
	I квартал 2019 г.	II квартал 2019 г.	III квартал 2019 г.	IV квартал 2019 г.	2019 г.
Приволжский федеральный округ	1214,20	1807,40	2137,29	1629,49	6788,34
Пензенская область	15,90	16,31	25,94	18,64	76,79
Доля Пензенской области в составе РФ, %	0,08	0,07	0,09	0,07	0,08
Доля Пензенской области в составе ПФО, %	1,31	0,90	1,21	1,14	1,13

С 2019 г. в импорт услуг по методике Банка России также стали включаться поездки (деловые, личные) и туристические услуги в сфере организованного туризма.

Без учета этих услуг объем импорта услуг в Пензенской области в 2019 г. составил 8,65 млн долл. США, что на 19 % меньше, чем в 2018 г., т.е. произошёл заметный спад (рис. 4).

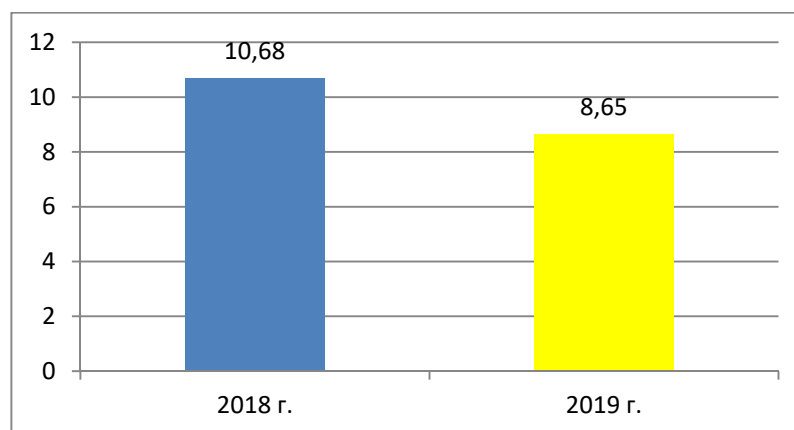


Рис. 4. Динамика импорта услуг в Пензенской области в 2018–2019 гг., млн долл. США (без учета поездок и туристических услуг)

Поквартальная динамика всего объема импорта услуг в 2019 г. в Пензенской области показана на рис. 5.

В рамках 2019 г. наибольший объем импорта услуг в Пензенской области приходился на III квартал. При этом доля импорта услуг Пензенской области в составе всего Приволжского федерального округа была 1,13 %, а в составе всего экспорта услуг Российской Федерации – 0,08 %.

Можно отметить, что объем импорта услуг в Пензенской области превышает объем экспорта на 9,73 млн долл. США, или на 14,51 %, что в целом традиционно характерно для всей Российской Федерации. Таким образом, фиксируется отрицательное сальдо внешней торговли услугами в Пензенской области. При этом объем импорта превышает объем экспорта во II и III кварталах 2019 г. (рис. 6).

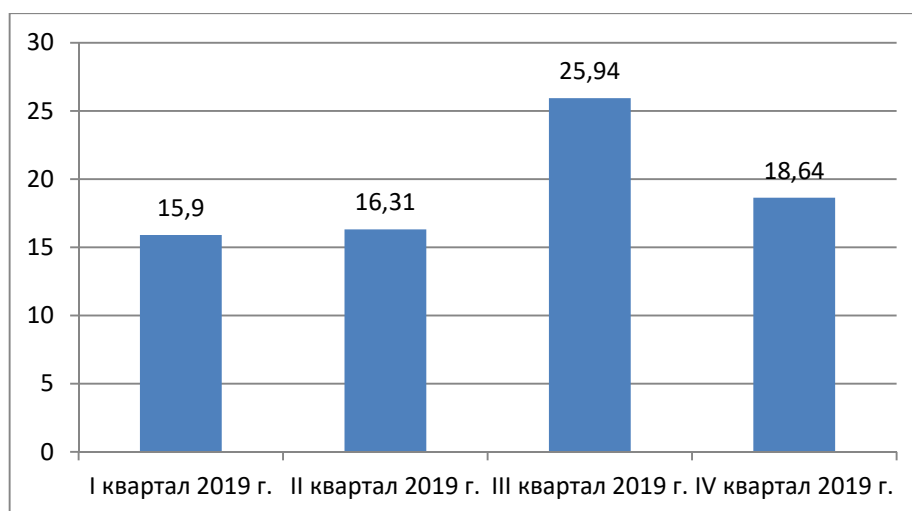


Рис. 5. Поквартальная динамика импорта услуг в 2019 г. в Пензенской области, млн долл. США

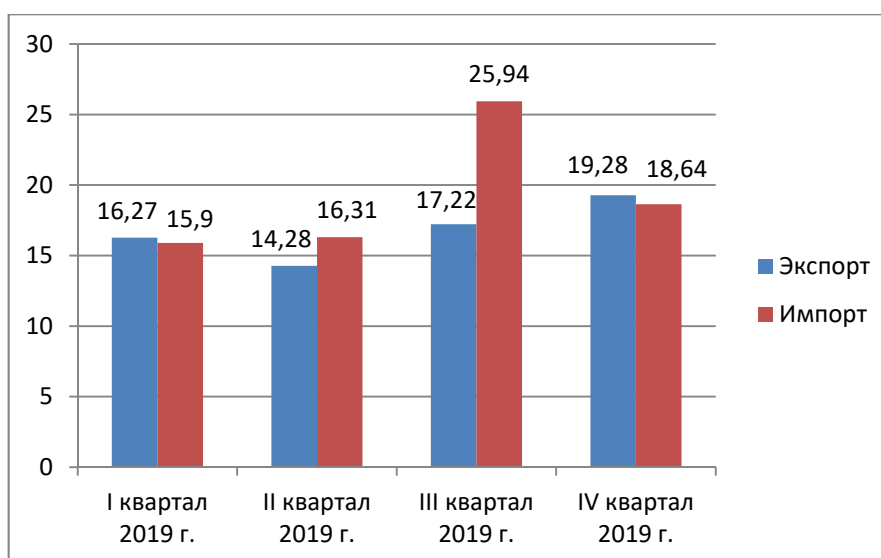


Рис. 6. Поквартальная динамика экспорта и импорта услуг в 2019 г. в Пензенской области, млн долл. США

В процессе анализа деятельности по импорту Пензенской области по видам услуг было обнаружено, что наибольший объем приходится на импорт услуг, связанных с поездками.

Импорт услуг, связанных с поездками, в Пензенской области в 2019 г. составил 68,14 млн долл. США (табл. 5) и пришелся в основном на III квартал, что обусловлено фактором сезонности. Доля импорта данного вида услуг в Пензенской области в составе всего Приволжского федерального округа – 1,69 %, а в составе Российской Федерации – 0,19 %. При этом объем импорта услуг, связанных с поездками, в Пензенской области превышает объем экспорта.

Таблица 5

Импорт услуг, связанных с поездками, в Пензенской области,
млн долл. США [2]

Регион	Импорт услуг, связанных с поездками, в 2019 г.				
	I квартал 2019 г.	II квартал 2019 г.	III квартал 2019 г.	IV квартал 2019 г.	2019 г.
Приволжский федеральный округ	671,98	1051,67	1483,22	836,69	4043,55
Пензенская область	13,26	14,11	24,43	16,34	68,14
Доля Пензенской области в составе РФ, %	0,20	0,15	0,20	0,21	0,19
Доля Пензенской области в составе ПФО, %	1,97	1,34	1,65	1,95	1,69

Поквартальная динамика импорта услуг, связанных с поездками, в 2019 г.
показана на рис. 7.

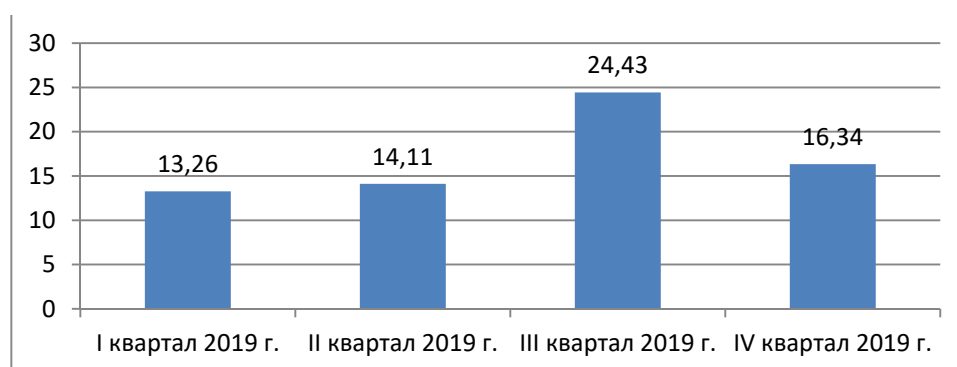


Рис. 7. Поквартальная динамика импорта услуг, связанных с поездками, в 2019 г.
в Пензенской области, млн долл. США

В составе импорта услуг, связанных с поездками, наибольшая доля
принадлежит личным поездкам (рис. 8).

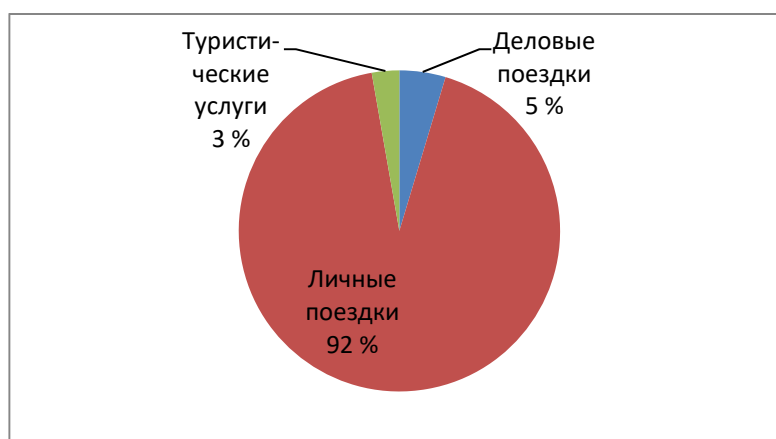


Рис. 8. Структура импорта услуг, связанных с поездками,
в Пензенской области в 2019 г, %

Объемы других видов услуг, получаемых в Пензенской области по импорту, существенно ниже, чем у услуг, связанных с поездками (табл. 6).

Таблица 6

Импорт разных видов услуг в Пензенской области в 2019 г. [2]

Услуги	Импорт услуг				
	Всего	ПФО	Пензенская область	Доля Пензенской области в РФ, %	Доля Пензенской области в ПФО, %
Услуги по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуги по техническому обслуживанию и ремонту товаров	10 309,20	433,48	1,59	0,02	0,37
Телекоммуникационные, компьютерные и информационные услуги	5243,70	105,74	1,46	0,03	1,38
Финансовые услуги	2337,50	103,56	1,16	0,05	1,12
Транспортные услуги	15 442,44	461,94	0,86	0,01	0,19
Услуги, связанные со строительством	5524,12	535,42	0,06	0,00	0,01
Услуги частным лицам и услуги в сфере культуры и отдыха	1571,91	18,27	0,05	0,00	0,27
Прочие деловые услуги	21 356,85	1068,50	3,47	0,02	0,32

Импорт услуг по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуг по техническому обслуживанию и ремонту товаров в Пензенской области в 2019 г. составил 1,95 млн долл. США и находится на втором месте в списке импортируемых услуг (см. табл. 6).

Далее следуют телекоммуникационные, компьютерные и информационные услуги, импортируемые в Пензенскую область в 2019 г. в объеме 1,46 млн долл. США (см. табл. 6). Объем экспорта этих услуг в Пензенской области также превышает объем их импорта.

Импорт финансовых услуг в Пензенской области в 2019 г. составил 1,16 млн долл. США (см. табл. 6).

Объем импорта других услуг в Пензенской области в 2019 г. незначителен и в абсолютном, и в относительном выражении (менее 1 % в составе ПФО и Российской Федерации).

По ряду позиций импорт услуг в Пензенской области в 2019 г. (поездки, услуги по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуги по техническому обслуживанию и ремонту товаров; финансовые, транспортные, строительные, прочие деловые услуги) превышает объем их экспорта, за исключением телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг, объем импорта которых ниже их экспорта.

Сравнивая показатели экспортно-импортной деятельности в Пензенской области по торговле услугами за 2019 и 2018 гг., следует констатировать, что в 2018 г. экспорт транспортных услуг, услуг частным лицам и услуг

в сфере культуры и отдыха в Пензенской области отсутствовал. В то же время в 2019 г. отмечается снижение экспорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг (на 2,9 %), услуг по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуг по техническому обслуживанию и ремонту товаров услуг – на 19,13 %, прочих деловых услуг – на 13,85 % [3].

Наиболее резкое снижение коснулось экспорта строительных услуг из Пензенской области и составило 2,06 млн долл. США, или 97,64 % (рис. 9).

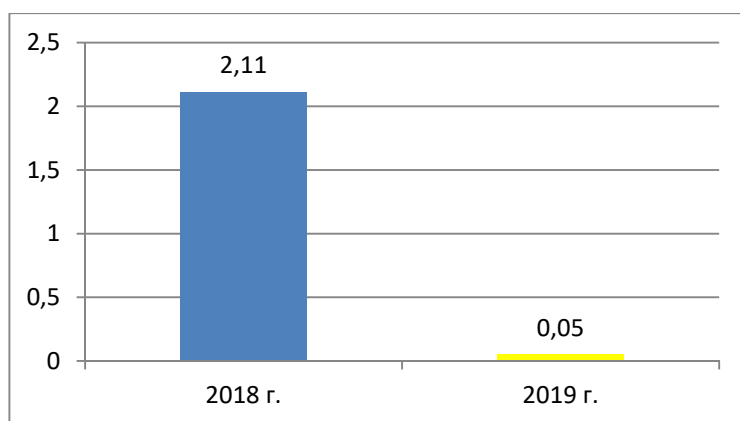


Рис. 9. Динамика экспорта услуг, связанных со строительством в Пензенской области, в 2018–2019 гг., млн долл. США

В 2018 г. импорт транспортных услуг, услуг частным лицам и услуг в сфере культуры и отдыха в Пензенской области отсутствовал, а услуг страхования и негосударственных пенсионных фондов – был незначительным.

Одновременно изменение импорта ряда услуг в 2019 г. по сравнению с 2018 г. имеет разнонаправленную динамику.

В 2019 г. по сравнению с 2018 г. наблюдалось снижение импорта ряда услуг: услуг страхования и негосударственных пенсионных фондов – на 7,94 %; прочих деловых услуг – на 30,46 %; услуг по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуг по техническому обслуживанию и ремонту товаров – практически в 2 раза, на 44,1 % (с 2,84 млн долл. США) (рис. 10).

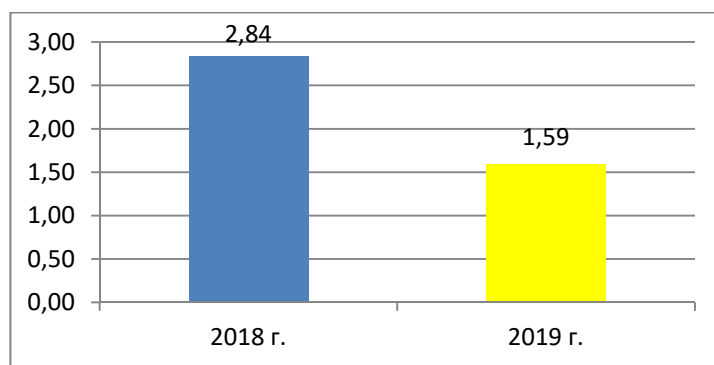


Рис. 10. Динамика импорта услуг по переработке товаров, принадлежащих другим сторонам, услуг по техническому обслуживанию и ремонту товаров в Пензенской области в 2018–2019 гг., млн долл. США

Наиболее резкое падение в 2019 г. по сравнению с 2018 г. отмечалось по импорту услуг, связанных со строительством, с уровня 1,47 млн долл. США до 0,06 млн долл. США, т.е. на 95,91 % (рис. 11).

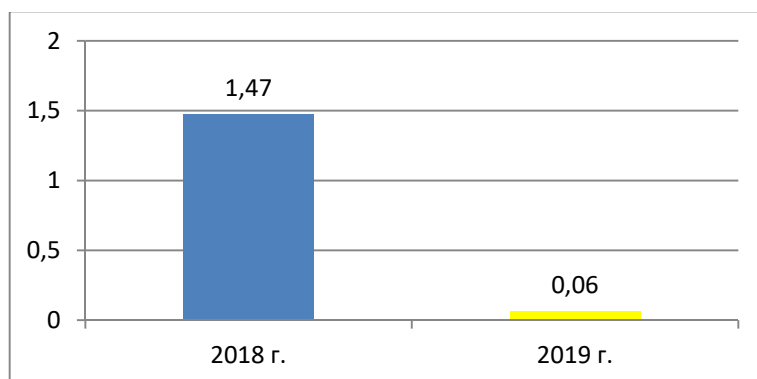


Рис. 11. Динамика импорта услуг, связанных со строительством, в 2018–2019 гг., млн долл. США

В то же время в 2019 г. по сравнению с 2018 г. произошел рост импорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг на 71,76 % (рис. 12).

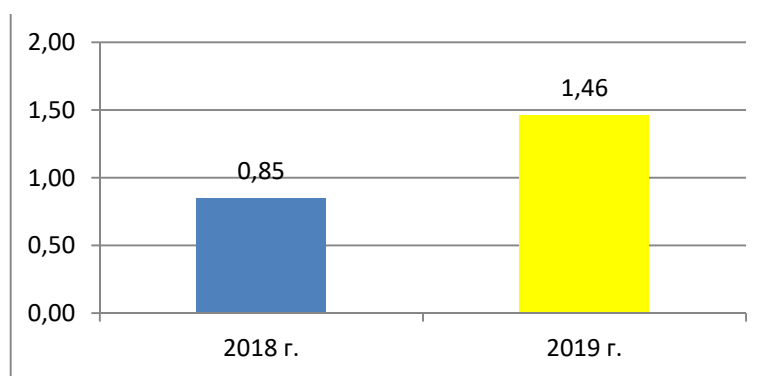


Рис. 12. Динамика импорта телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг в Пензенской области в 2018–2019 гг., млн долл. США

По сравнению с 2018 г. импорт финансовых услуг в Пензенской области в 2019 г. вырос более чем в 2 раза, с уровня 0,52 млн долл. США (рис. 13).

Экспортно-импортная деятельность пензенских предприятий поддерживается рядом региональных институтов, среди них Пензенская областная торгово-промышленная палата, Центр поддержки экспорта Пензенской области и др. Правительством Пензенской области в 2018 г. была утверждена Стратегия развития экспортной деятельности Пензенской области до 2035 г. [4] и разработана «Дорожная карта по увеличению объема экспорта услуг на территории Пензенской области на 2019–2024 годы»¹. Она создана с целью роста

¹ Дорожная карта по увеличению объема экспорта услуг на территории Пензенской области на 2019–2024 годы. URL: <http://econom.pnzreg.ru/ekonomika/vneshneekonomicheskoe-razvitie/dorozhnaya-karta-po-uvvelicheniyu-obema-eksporta-uslug-na-territorii-penzenskoj-oblasti-na-2019-2024> (дата обращения: 12.12.2020).

объемов регионального экспорта несырьевых неэнергетических товаров, а также объемов экспорта услуг Пензенской области до 22,8 млн долл. США (2024 г.)¹. Среди них в первую очередь предполагается рост экспорта услуг образования через вузы Пензенской области, экспорта услуг в сфере туризма для граждан Европы и Азии.

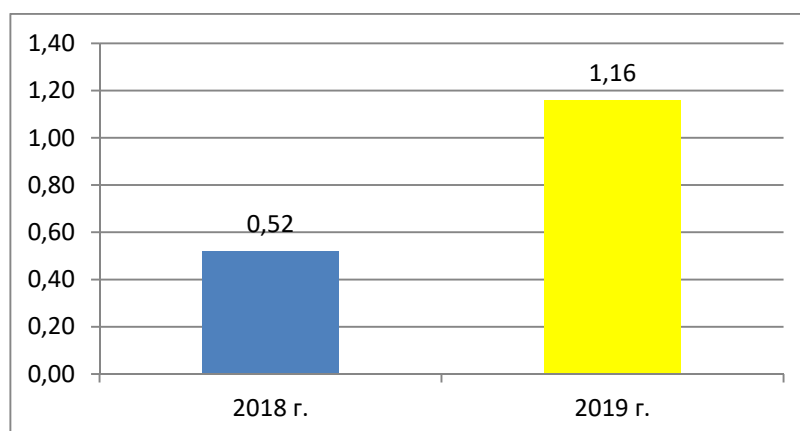


Рис. 13. Динамика импорта финансовых услуг в Пензенской области в 2018–2019 гг., млн долл. США

Заключение

Анализ международной торговли услугами в Пензенской области позволил выявить ряд причин роста экспорта некоторых услуг в 2019 г. по сравнению с 2018 г.:

- организация и проведение международных бизнес-миссий;
- организация участия в международных выставочно-ярмарочных мероприятиях с коллективным и индивидуальным стендом;
- размещение продукции на электронных торговых площадках;
- поиск и подбор иностранного партнера, гарантийная и кредитная поддержка);
- помощь предпринимателям по ведению внешнеэкономической деятельности, в том числе оказание ряда бесплатных услуг для экспортеров услуг (консультирование по вопросам экспортной деятельности).

Снижение или отсутствие экспорта ряда услуг в Пензенской области вызвано следующими причинами:

- отсутствие заинтересованности и опыта работы региональных компаний в данной международной деятельности;
- действующие меры поддержки экспортеров в регионе, направленные, прежде всего, на увеличение экспорта товаров, а не услуг.

Перспективы развития международной торговли услугами в Пензенской области могут быть связаны с проведением ряда мероприятий:

¹ Дорожная карта по увеличению объема экспорта услуг на территории Пензенской области на 2019–2024 годы. URL: <http://econom.pnzreg.ru/ekonomika/vneshneekonomicheskoe-razvitiye/dorozhnaya-karta-po-uvelicheniyu-obema-eksporta-uslug-na-territorii-penzenskoj-oblasti-na-2019-2024> (дата обращения: 12.12.2020).

1. Расширение мер поддержки экспортеров услуг: софинансирование мероприятий по участию экспортеров услуг в маркетинговых исследованиях, выставках, деловых миссиях, проведении сертификации услуг.
2. Стимулирование организаций-экспортеров к размещению своих услуг на российских и международных электронных торговых площадках.
3. Проведение анализа потребностей внешних рынков в разрезе категорий услуг, которые потенциально могут быть оказаны пензенскими компаниями, на основе данных Российского экспортного центра.
4. Проведение анализа деятельности действующих и потенциальных компаний-экспортеров услуг на подведомственной территории.
5. Разработка и реализация концепции «экспортного акселератора» (который позволяет предприятиям оценить их экспортный потенциал).
6. Организация обучающих семинаров для экспортно ориентированных предприятий в сфере услуг в Пензенской области.
7. Подготовка информационных материалов для повышения уровня информированности иностранных граждан об услугах, оказываемых на территории Пензенской области.
8. Создание развернутой системы сбора и использования данных статистики по вопросам международного экспорта услуг.

Кроме того, существует ряд проблем и барьеров в международной торговле услугами. К имеющимся трудностям в международном сотрудничестве в 2020 г. добавилась пандемия коронавируса, которая отразится и на развитии международной торговли услугами в России в целом и в ряде регионов страны. Пандемия коронавируса уже серьезно начала влиять на экономические цепочки, уровень занятости и государственное регулирование, что приводит к замедлению мировой торговли услугами. В условиях коронавирусной пандемии ожидается резкое сокращение объемов экспорта и импорта деловых услуг, поездок, туристических услуг. Потенциал развития экспорта данных услуг будет связан со снижением ограничений по передвижению граждан между странами, в то же время актуальной является поддержка экспортеров услуг, предоставляемых в режиме онлайн.

Список литературы

1. Экспорт отдельных видов услуг по субъектам Российской Федерации – 2019 г. URL: http://www.cbr.ru/vfs/statistics/credit_statistics/trade/exp_services_reg_19.xlsx (дата обращения: 15.01.2021).
2. Импорт отдельных видов услуг по субъектам Российской Федерации – 2019 г. URL: http://www.cbr.ru/vfs/statistics/credit_statistics/trade/imp_services_reg_19.xlsx (дата обращения: 15.01.2021).
3. Саратовская таможня: внешнеторговый оборот Пензенской области в 2019 г. URL: <https://xn--24-dlc8j.xn--plai/saratovskaya-tamozhnya-vneshnetorgovyy-oborot-penzenskoj-oblasti-v-2019-godu.html> (дата обращения: 15.01.2021).
4. Министерство экономики Пензенской области подвело итоги внешнеэкономической деятельности за 2019 год. URL: <http://krpo.ru/ministerstvo-ekonomiki-penzenskoj-oblasti-podvelo-itogi-vneshneekonomicheskoy-deyatelnosti-za-2019-god> (дата обращения: 15.01.2021).

References

1. *Eksport otdel'nykh vidov uslug po sub"ektam Rossiyskoy Federatsii – 2019 g.* = *Export of certain types of services to the subjects of the Russian Federation – 2019.* (In Russ.).

Available at: http://www.cbr.ru/vfs/statistics/credit_statistics/trade/exp_services_reg_19.xlsx (accessed 15.01.2021).

2. *Import ot del'nykh vidov uslug po sub"ektam Rossiyskoy Federatsii – 2019 g. = Import of certain types of services across the subjects of the Russian Federation – 2019.* (In Russ.). Available at: http://www.cbr.ru/vfs/statistics/credit_statistics/trade/imp_services_reg_19.xlsx (accessed 15.01.2021).
3. *Saratovskaya tamozhnya: vneshnetorgovyy oborot Penzenskoy oblasti v 2019 g. = Saratov Customs: foreign trade turnover of the Penza region in 2019.* (In Russ.). Available at: <https://xn--24-dlc8j.xn--plai/saratovskaya-tamozhnya-vneshnetorgovyy-oborot-penzenskoj-oblasti-v-2019-godu.html> (accessed 15.01.2021).
4. *Ministerstvo ekonomiki Penzenskoy oblasti podvelo itogi vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti za 2019 god = The Ministry of Economy of the Penza region summed up the results of foreign economic activity for 2019.* (In Russ.). Available at: <http://krpo.ru/ministerstvo-ekonomiki-penzenskoj-oblasti-podvelo-itogi-vneshneekonomicheskoy-deyatelnosti-za-2019-god> (accessed 15.01.2021).

Информация об авторах / Information about the authors

Валентина Алексеевна Скворцова

доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры экономической
теории и международных отношений,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: va_skvortsova@mail.ru

Valentina A. Skvortsova

Doctor of economical sciences, professor,
professor of the sub-department
of economic theory
and international relations,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Алексей Олегович Скворцов

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономической теории
и международных отношений,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: v_skv@bk.ru

Aleksey O. Skvortsov

Candidate of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of economic theory
and international relations,
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 06.07.2021

Поступила после рецензирования/Revised 17.09.2021

Принята к публикации/Accepted 21.09.2021

ПОТЕНЦИАЛ «СКВОЗНЫХ» ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Г. В. Суrowицкая

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
Пензенский казачий институт технологий (филиал)
Московского государственного университета технологий и управления
имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), Пенза, Россия
gvs_kachestvo@inbox.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Представлены результаты исследования потенциала «сквозных» цифровых технологий в контексте решения задач управления качеством. Целью данной работы является развитие теоретико-методологической базы совершенствования систем менеджмента качества в ходе цифровой трансформации. *Материалы и методы.* Для выявления путей повышения эффективности механизмов управления качеством исследованы и обобщены подходы к обеспечению эффективности механизмов совершенствования систем менеджмента качества и эффектов от их внедрения в доцифровой период и в условиях цифровой трансформации. Проанализированы подходы к созданию теоретико-методологической базы внедрения технологических инноваций для поддержки систем менеджмента качества. *Результаты.* По результатам исследования разработаны новые принципы менеджмента качества в условиях цифровой трансформации: принцип использования «сквозных» цифровых технологий для совершенствования систем менеджмента качества и принцип отбора данных технологий, наиболее пригодных для целей совершенствования систем менеджмента качества, в том числе за счет создания цифровых двойников предприятия, полного жизненного цикла продукции и систем менеджмента качества. Применение данных принципов позволило разработать концептуальную схему цифровой трансформации систем менеджмента качества с позиций их совершенствования. *Выводы.* Для совершенствования систем менеджмента качества в контексте процессов и процедур, базирующихся на сборе и анализе данных (процессов и процедур планирования, аудита, анализа данных и улучшения), на современном этапе могут быть использованы такие «сквозные» цифровые технологии, как большие данные, блокчейн и промышленный интернет вещей. Их эффективное использование невозможно без цифровой трансформации системы менеджмента качества.

Ключевые слова: система менеджмента качества, цифровые технологии, цифровая трансформация, эффект

Для цитирования: Суrowицкая Г. В. Потенциал «сквозных» цифровых технологий для совершенствования систем менеджмента качества // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 60–70. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-6

POTENTIAL OF «THROUGH-OUT» DIGITAL TECHNOLOGIES FOR IMPROVING QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS

G.V. Surovitskaya

Penza State University, Penza, Russia
Penza Cossack Institute of Technologies (branch) of the K.G. Razumovsky Moscow State
University of Technologies and Management (the First Cossack University), Penza, Russia
gvs_kachestvo@inbox.ru

© Суrowицкая Г. В., 2021. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Abstract. *Background.* The article is based on the research of the potential of "end-to-end" digital technologies in the context of solving quality management problems. The purpose of this article is to develop the theoretical and methodological basis for improving quality management systems in the course of digital transformation. *Materials and methods.* To identify ways to improve the effectiveness of quality management mechanisms, approaches to ensuring the effectiveness of mechanisms for improving quality management systems and the effects of their implementation in the pre-digital period and in the context of digital transformation are studied and generalized. The approaches to the creation of a theoretical and methodological basis for the introduction of technological innovations to support quality management systems are analyzed. *Results.* Based on the results of the study, new principles of quality management in the context of digital transformation were developed: the principle of using "end-to-end" digital technologies to improve quality management systems; the principle of selecting "end-to-end" digital technologies that are most suitable for improving quality management systems, including through the creation of digital counterparts of the enterprise, the full life cycle of products and quality management systems. The application of these principles allowed us to develop a conceptual scheme for the digital transformation of quality management systems from the point of view of their improvement. *Conclusions.* To improve quality management systems in the context of improving processes and procedures based on data collection and analysis (processes and procedures for planning, auditing, data analysis and improvement), such "end-to-end" digital technologies as big data, blockchain and the industrial Internet of Things can be used at the present stage. Their effective use is unthinkable without the digital transformation of the quality management system.

Keywords: quality management system, digital technology, digital transformation, effect

For citation: Surovitskaya G.V. Potential of «through-out» digital technologies for improving quality management systems. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):60–70. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-6

Введение

На современном этапе формирование механизмов цифровой экономики является глобальным мировым трендом. Предпринимаются попытки реализации цифровой трансформации систем управления, в том числе систем менеджмента качества. Это обусловлено всевозрастающей потребностью обеспечить эффективность механизмов управления в цифровой среде вообще (например, в целях обеспечения устойчивого развития [1]) и за счет цифровой трансформации систем управления в частности.

Важнейшей инновацией в данном контексте, безусловно, являются «сквозные» цифровые технологии, внедрение которых в менеджмент качества требует развития теоретико-методологической базы совершенствования систем менеджмента качества [2].

Особенности цифровой трансформации систем менеджмента качества

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000–2015 качество продукции и услуг включает не только выполнение функций в соответствии с назначением и их характеристиками, но и воспринимаемую ценность и выгоду для конечного потребителя. По мнению автора, критически важно обеспечить соответствие продукции и услуг установленным нормам и требованиям. Система менеджмента качества управляет взаимодействующими процессами и ресурсами,

требуемыми для обеспечения ценности и реализации результатов для соответствующих заинтересованных сторон.

Важнейшим принципом менеджмента качества по ГОСТ Р ИСО 9000–2015 является системный подход, в соответствии с которым система менеджмента качества состоит из взаимосвязанных процессов. Проведенные автором исследования показали целесообразность использования «сквозных» цифровых технологий для совершенствования систем менеджмента качества в контексте совершенствования процессов и процедур, базирующихся на сборе и анализе данных. К ним относятся процессы и процедуры планирования, аудита, анализа данных и улучшения.

Необходимо отметить, что масштабное цифровое преобразование процессов управления становится ведущей тенденцией развития мировой и отечественной модели менеджмента [3]. Схема цифровой среды менеджмента организации показана на рис. 1.

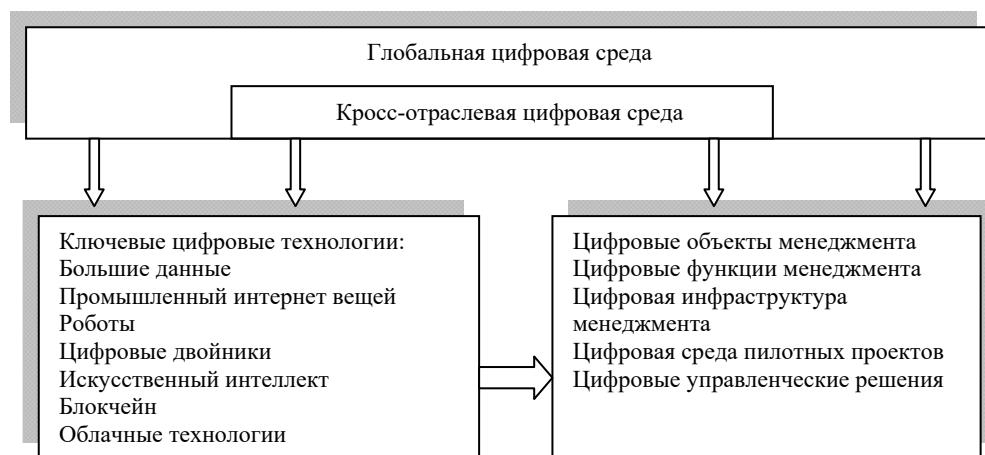


Рис. 1. Цифровая среда менеджмента организации

Как видно на рис. 1, цифровое пространство менеджмента организации включает его цифровые функции. К последним следует отнести функции менеджмента качества, которые в связи с цифровизацией могут претерпевать определенные изменения [4].

В условиях цифровой трансформации система менеджмента качества реализует следующие функции. В режиме онлайн осуществляются получение, анализ, структурирование, а также обработка информации из внутренней и внешней среды организации, формирование для руководителей всех уровней вариантов теоретических (типовых) решений проблем, проявляющихся в конкретных ситуациях, разработка методик по реакции на изменения для принятия необходимых решений [5]. Оптимизация организационных и функциональных структур в сферах деятельности, состава структурных подразделений, количества и состава работников реализуется с использованием цифровых платформ. Выбор технологий разработки и выпуска готового продукта или оказания услуг привязан к обеспечению приоритета задач цифровой экономики. Контроль за процессом производства конечного продукта или оказания услуг осуществляется с помощью инструментов на базе «сквозных»

цифровых технологий, в том числе инструментов риск-менеджмента и инструментов с использованием технологии блокчейн.

Одним из возможных эффектов цифровой трансформации систем менеджмента качества может стать совершенствование механизмов накопления человеческого капитала в условиях цифровой экономики [6, 7]. В этой связи цифровые навыки сотрудников могут стать как ценным активом, так и фактором, препятствующим изменениям. К проблемам в кадровом обеспечении цифровой трансформации следует отнести недостаточную численность специалистов соответствующей квалификации с опытом работы со «сквозными» цифровыми технологиями.

Также исследователи отмечают проблемы, связанные с большими затратами на организацию автоматизированных систем, в том числе на базе технологий блокчейн, пресекающих возможность кражи или потери информации, являющейся коммерческой тайной или секретами государства, при организации целостной общей системы электронного документооборота в ситуации взаимодействия разных организаций, а также на поддержку цифровой среды организации.

Развитие систем менеджмента качества предполагает совершенствование принципов, условий и методов управления организацией в задачах производства и дальнейшего сопровождения высококачественных товаров или качественного оказания услуг, прирост показателей роста за счет повышения репутации организации у итогового клиента и всех стейкхолдеров [8].

Наличие цепочки поставок и создания стоимости продукции обуславливает необходимость вовлечения деловых партнеров в процессы цифровизации и управления качеством на всех стадиях жизненного цикла продукта [4].

Изменение задач взаимодействия со стейкхолдерами в условиях цифровой трансформации показано в табл. 1 [9].

Таблица 1

Сравнение задач систем менеджмента качества

Стейкхолдеры	Общая цель системы менеджмента качества	Задачи системы менеджмента качества в доцифровой период	Задачи системы менеджмента качества в условиях цифровой трансформации
1	2	3	4
Потребители	Достижение, сохранение и повышение качества продукции	Удовлетворение потребностей	Привлечение потребителей к созданию ценностей
Сотрудники	Повышение мотивации сотрудников	Создание мотивированной рабочей силы	Привлечение сотрудников к созданию ценностей и инноваций
Лица, заинтересованные в сотрудничестве в рамках рынка труда	Формирование HR-бренда	Привлечение специалистов требуемой квалификации в достаточном количестве	Сотрудничество на рынке труда (аутсорсинг, инсорсинг, коворкинг и т.п.)

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Регулирующие органы	Обеспечение деятельности в рамках стандартов и норм	Поддержка и регулирование развития	Партнерство (кластеры, консорциумы, государственно-частное партнерство (ГЧП))
Конкуренты	Обеспечение добросовестной конкуренции	Конкурентная разведка	Конкурентная разведка в цифровом пространстве
Партнеры	Обеспечение взаимопомощи и выгоды	Ориентация на долгосрочное сотрудничество	Сотрудничество (аутсорсинг, инсорсинг, коворкинг и т.п.)
Поставщики	Обеспечение заинтересованности поставщиков в долгосрочном сотрудничестве	Способствование заключению эффективных контрактов	Способствование удешевлению транзакций и долгосрочному сотрудничеству
Инвесторы	Обеспечение роста инвестиционной привлекательности	Привлечение и удержание инвесторов	Партнерство (кластеры, консорциумы, ГЧП)

Как показано в табл. 1, в условиях цифровой трансформации важным аспектом совершенствования систем менеджмента качества является исключение влияния человеческого фактора на простые процессы и процедуры менеджмента качества.

Схема системы менеджмента качества в условиях цифровизации показана на рис. 2. Как видно из данной схемы, в условиях цифровизации другим важнейшим аспектом совершенствования систем менеджмента качества является цифровое лидерство, которое должно быть поддержано использованием «сквозных» цифровых технологий.

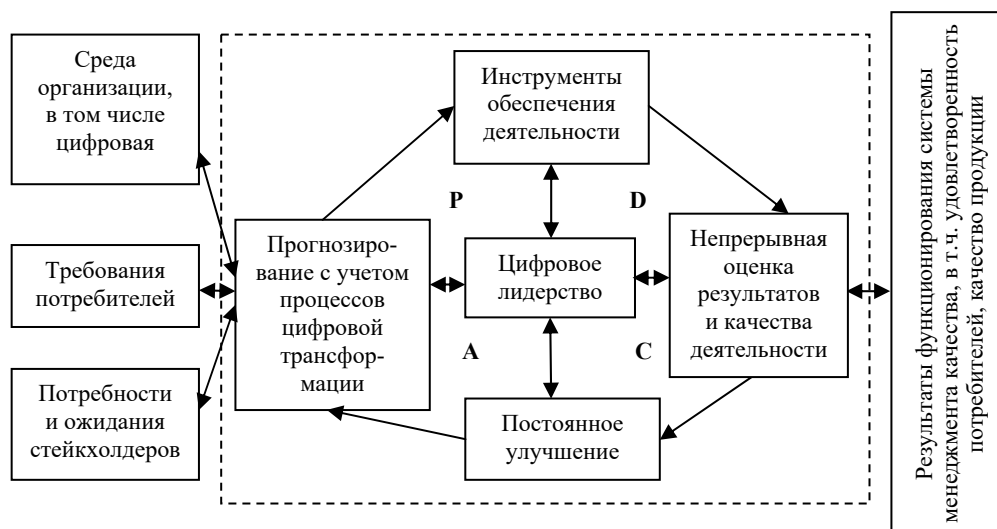


Рис. 2. Система менеджмента качества в условиях цифровизации

Развитие принципов менеджмента качества

Эффекты развития (совершенствования) систем менеджмента качества зависят от многих факторов, в том числе и от факторов цифровой трансформации.

Факторы цифровой трансформации и обусловленные ими эффекты развития систем менеджмента качества представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эффекты цифрового развития систем менеджмента качества

Факторы цифровой трансформации	Эффекты развития систем менеджмента качества
Технологические инновации, в том числе внедрение «сквозных» цифровых технологий	Трансформация операционной модели
	Сокращение затрат
	Повышение скорости вывода новых продуктов на рынок
	Повышение доходности клиентской базы
	Обеспечение доступа к новым клиентским сегментам
	Повышение финансовых показателей
	Повышение конкурентоспособности
Инновации в HR	Развитие потенциала человеческих ресурсов
	Привлечение талантов
	Развитие HR-бренда
	Развитие цифрового лидерства
	Снижение транзакционных затрат при подборе персонала
	Повышение социальной ответственности бизнеса
Инновации в сфере экономической безопасности, в том числе биометрические средства аутентификации пользователей, средства электронной подписи, антивирусные приложения	Повышение уровня кибербезопасности
	Обеспечение надежности организации в глазах потребителей
	Снижение затрат

Как видно из табл. 2, внедрение технологических инноваций обеспечивает достижение основных эффектов развития систем менеджмента качества. Данное обстоятельство обуславливает целесообразность расширения принципов менеджмента качества вообще и принципов совершенствования процессов менеджмента качества в частности.

Рассмотрим принципы, привязанные к использованию «сквозных» цифровых технологий. Так, в условиях цифровизации в рамках систем менеджмента качества работают следующие принципы [9]:

– принцип гибкости: при наличии возможности повышения качества предоставляемых услуг, увеличения производительности труда, доходности, возможности снижения затрат система менеджмента качества должна обеспечить изменения;

– принцип инновационности: система менеджмента качества должна способствовать росту инновационных возможностей организации, мотивации сотрудников к развитию цифровых навыков, поиску средств для разработки новейших технологических решений;

– принцип технологичности: система менеджмента качества должна действовать все доступные методы информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) (роботизация, CRM-системы и т.д.) для повышения показателей обслуживания, уменьшения внутренних издержек производства.

На современном этапе все большую актуальность приобретают принципы Agile, которым соответствует огромное количество методов или практик, таких как Scrum, Kanban, бережливая разработка, XP («экстремальное программирование»), FDD (функционально-ориентированная разработка) и др. [10]. Основная цель Agile состоит в повышении скорости выполнения и качества за счет отказа от излишнего документооборота и бюрократии, стремления к сотрудничеству со всеми вовлеченными сторонами и получения конечного результата.

Ключевые концепции Agile утверждают: сотрудники и их взаимодействие важнее процессов и инструментов, подготовленный работающий продукт важнее исчерпывающей документации, постоянное сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий контракта, готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану.

На основе анализа представленных принципов в ходе проведенного исследования разработаны авторские принципы совершенствования процессов менеджмента качества:

1) принцип использования «сквозных» цифровых технологий для совершенствования систем менеджмента качества;

2) принцип отбора «сквозных» цифровых технологий, наиболее пригодных для целей совершенствования систем менеджмента качества, в том числе за счет создания цифровых двойников предприятия, полного жизненного цикла продукции и системы менеджмента качества.

Основная идея разработанных принципов заключается в снижении роли человеческого фактора в задачах совершенствования систем менеджмента качества и усилении роли факторов цифровизации, связанных с технологическими инновациями.

Общая схема процесса цифровой трансформации систем менеджмента качества

На этапе обоснования принятия решения о необходимости совершенствования систем менеджмента качества в будущем есть вероятность задействования нейронных сетей и технологий искусственного интеллекта.

Необходимо подчеркнуть, что одним из этапов процесса цифровой трансформации систем менеджмента качества является создание цифровых двойников продукции и самой системы.

Цифровой двойник (digital twin) представляет собой программную копию физического устройства или реальной системы, имитирующую протекающие внутри них процессы, описывающую технические характеристики и функционирование реального объекта, взаимодействующего с помехами и окружающей его средой. Моделируемые цифровым двойником заданные воздействия являются данными, полученными датчиками, интегрированными внутрь существующего устройства. Работа цифрового двойника осуществляется непосредственно в онлайн-режиме, когда смоделированный объект будет получать информацию о состоянии реального объекта в реальном времени. Работа цифрового двойника может выполняться и в оффлайн-режиме, где двойник будет обрабатывать и моделировать состояние реального объекта, воссоздавая то же действие, используя заранее записанные показания датчиков реального объекта. Установка необхо-

димых датчиков на реальное устройство производится в процессе внедрения технологий промышленного интернета вещей [11].

Использование цифрового двойника возможно на всех стадиях жизненного цикла изделия, включая проектирование, производство, эксплуатацию и его финальную утилизацию. Одним из решений по управлению полным жизненным циклом продукции на базе технологии «Цифровой двойник» реализуется сквозная технология, которая охватывает все стадии проекта от первых компоновок продукции до ее итоговой эксплуатации и технического обслуживания в составе объекта применения [12]. Отработка технологических инноваций поддержана организационными изменениями.

На основе проведенного анализа и разработанных принципов менеджмента качества в условиях цифровой трансформации предложена концептуальная схема цифровой трансформации систем менеджмента качества с точки зрения модернизации и совершенствования (рис. 3).

Как видно по рис. 3, процесс цифровой трансформации систем менеджмента качества носит циклический характер и зависит от достигнутой на текущем этапе степени цифровой зрелости системы.

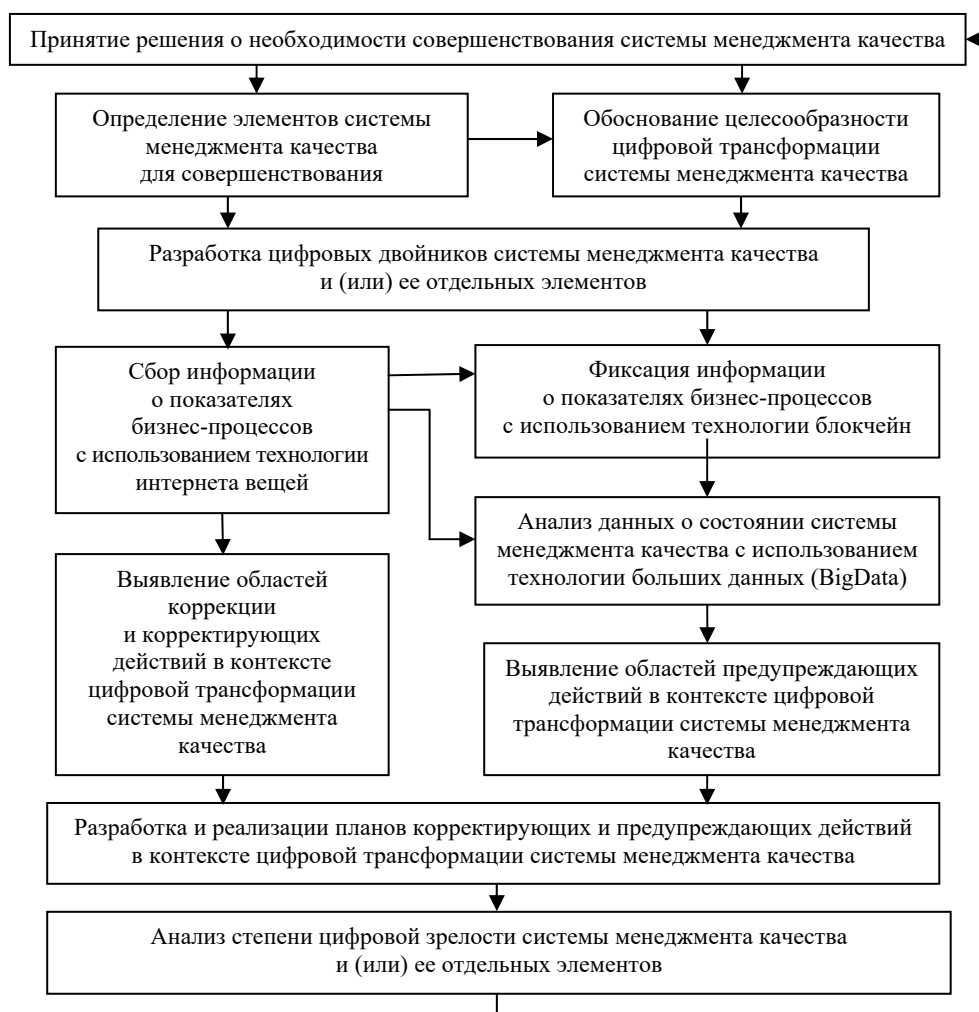


Рис. 3. Концептуальная схема цифровой трансформации систем менеджмента качества с позиций их совершенствования

На первых этапах эффективными методами могут оказаться подходы с использованием отдельных «сквозных» цифровых технологий. Это связано с тем, что при невысоких значениях степени цифровой зрелости систем менеджмента качества цифровизация отдельных ее элементов и подсистем может дать необходимый эффект.

По мере повышения, особенно если оно носит устойчивый характер, степени цифровой зрелости все большее значение станет приобретать необходимость обеспечения синергетических эффектов. Они могут быть достигнуты при одновременном и комплексном использовании нескольких «сквозных» цифровых технологий. Это связано с тем, что достижение высокой степени цифровизации систем менеджмента качества означает переход через точки бифуркации. Соответственно, развитие систем менеджмента качества высокой степени цифровой зрелости носит нелинейный характер и, по-видимому, плохо поддается прогнозированию.

Заключение

Для совершенствования систем менеджмента качества в контексте совершенствования процессов и процедур, базирующихся на сборе и анализе данных (процессов и процедур планирования, аудита, анализа данных и улучшения) на современном этапе могут быть использованы такие «сквозные» цифровые технологии, как большие данные, блокчейн и промышленный интернет вещей. Их эффективное использование немыслимо без цифровой трансформации системы менеджмента качества.

Список литературы

1. Суровицкая Г. В., Гамидуллаева Л. А. Модернизация опорных университетов России в контексте обеспечения устойчивого развития региональных экономических систем // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2018. № 4 (48). С. 159–168.
2. Суровицкая Г. В., Антонов Ю. А. «Сквозные» цифровые технологии в управлении качеством // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях : сб. ст. нац. науч.-практ. конф. Ставрополь : Ставрополит, 2020. С. 119–121.
3. Александрова Т. В. Трансформация менеджмента организации в эпоху цифровой экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8, № 9. С. 320–328.
4. Александрова Т. В. Цифровизация как современный тренд развития менеджмента производственных организаций // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер.: Экономика и менеджмент. 2019. Т. 13, № 3. С. 137–144.
5. Ковригин Е. А., Васильев В. А. Пути развития СМК в условиях цифровизации // Компетентность. 2020. № 6. С. 12–17. doi: 10.24411/1993-8780-2020-10603
6. Суровицкая Г. В., Гамидуллаева Л. А. Совершенствование механизмов накопления человеческого капитала региональных университетов в условиях цифровой экономики // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2019. № 1-2 (29-30). С. 16–26.
7. Суровицкая, Г. В., Гамидуллаева Л. А., Дубина А. Ш. Повышение эффективности стратегических проектов региональных университетов на основе механизмов управления по ценностям // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2020. № 1 (53). С. 170–186.
8. Левченко Е. В. Инструментарий оценки развития системы менеджмента качества // Экономическая безопасность и качество. 2018. № 3 (32). С. 28–32.

9. Левченко Е. В. Влияние цифровизации на развитие системы менеджмента качества // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2018. № 4 (72). С. 9–14.
10. Аренков И. А., Смирнов С. А., Шарафутдинов Д. Р., Ябурова Д. В. Трансформация систем управления предприятием при переходе к цифровой экономике // Российское предпринимательство. 2018. № 5. С. 1711–1722.
11. Ших В. Чем могут помочь бизнесу цифровые двойники. URL: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2020/10/22/844295-chem-mogut> (дата обращения: 05.09.2020).
12. Пятунин К. Цифровой двойник в проектах ОКД-САТУРНА. URL: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/project/tsifrovoy-dvoynik.html (дата обращения: 05.09.2020).

References

1. Surovitskaya G.V., Gamidullaeva L.A. Modernization of the main universities of Russia in the context of ensuring the sustainable development of regional economic systems. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennye nauki* = *University proceedings. Volga region. Social sciences*. 2018;(4):159–168. (In Russ.)
2. Surovitskaya G.V., Antonov Yu.A. "End-to-end" digital technologies in quality management. *Innovatsionnye napravleniya razvitiya v obrazovanii, ekonomike, tekhnike i tekhnologiyakh: sb. st. nats. nauch.-prakt. konf.* = *Innovative directions of development in education, economics, technology and technologies : collection of articles of the National scientific and practical conference*. Stavropol: Stavrolit, 2020:119–121. (In Russ.)
3. Aleksandrova T.V. Transformation of the organization's management in the era of digital economy. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* = *Economics: yesterday, today, tomorrow*. 2018;8(9):320–328. (In Russ.)
4. Aleksandrova T.V. Digitalization as a modern trend in the development of management of industrial organizations. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i menedzhment* = *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*. 2019;13(3):137–144. (In Russ.)
5. Kovrigin E.A., Vasil'ev V.A. Ways of QMS development in the conditions of digitalization. *Kompetentnost' = Competence*. 2020;(6):12–17. (In Russ.). doi: 10.24411/1993-8780-2020-10603
6. Surovitskaya G.V., Gamidullaeva L.A. Improving the mechanisms of accumulation of human capital of regional universities in the digital economy. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2019;(1-2):16–26. (In Russ.)
7. Surovitskaya G.V., Gamidullaeva L.A., Dubina A.Sh. Improving the effectiveness of strategic projects of regional universities based on value management mechanisms. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennye nauki* = *University proceedings. Volga region. Social sciences*. 2020;(1):170–186. (In Russ.)
8. Levchenko E.V. Tools for assessing the development of the quality management system. *Ekonomicheskaya bezopasnost' i kachestvo* = *Economic security and quality*. 2018;(3):28–32. (In Russ.)
9. Levchenko E.V. The impact of digitalization on the development of the quality management system. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* = *Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University*. 2018;(4): 9–14. (In Russ.)
10. Arenkov I.A., Smirnov S.A., Sharafutdinov D.R., Yaburova D.V. Transformation of enterprise management systems in the transition to the digital economy. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo* = *Russian Entrepreneurship*. 2018;(5):1711–1722. (In Russ.)

11. Shikh V. *Chem mogut pomoch' biznesu tsifrovye dvoyniki = How digital doubles can help business*. (In Russ.). Available at: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2020/10/22/844295-chem-mogut> (accessed 05.09.2020).
12. Pyatunin K. *Tsifrovoy dvoynik v proektakh OKD-SATURN = Digital double in the OKD-SATURN projects*. (In Russ.). Available at: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/project/tsifrovoy-dvoynik.html (accessed 05.09.2020).

Информация об авторах / Information about the authors

Галина Владимировна Суровицкая

доктор экономических наук, доцент,
начальник отдела менеджмента качества,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40);
профессор кафедры прикладной
и бизнес-информатики,
Пензенский казачий институт технологий
(филиал) Московского государственного
университета технологий и управления
имени К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет)
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
E-mail: gvs_kachestvo@inbox.ru

Galina V. Surovickaja

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

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

Поступила в редакцию/Received 09.04.2021

Поступила после рецензирования/Revised 19.08.2021

Принята к публикации/Accepted 27.08.2021

Раздел 2 МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

Section 2 MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN THE TECHNIQUE

УДК 681.2.087
doi:10.21685/2227-8486-2021-3-7

ВЗАИМОСВЯЗИ СВОЙСТВ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Е. А. Печерская¹, А. В. Фимин²

^{1, 2} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹pea1@list.ru, ²mr.lotus@mail.ru,

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматривается представленная аналитическая модель, в которую сведены параметры пьезоэлектрических материалов, обусловленные воздействием различного рода физических величин (электрических, механических, тепловых, радиационных и химических). *Материалы и методы.* Для получения систематизированной модели применена графовая модель, демонстрирующая механизмы ответных реакций материала на внешнее воздействие. *Результаты.* Исходя из полученной модели представлена группа уравнений, позволяющая ввести дополнительные погрешности при исследованиях, связанных с пьезоэлектрическими материалами. *Выводы.* Предлагаемая методика рассмотрения измерений с применением пьезоэлектрических материалов позволяет сформировать общие представления о подобных экспериментах, а также значительно повысить точность вычислений и технических характеристик датчиковой аппаратуры в целом.

Ключевые слова: пьезоэлектрические материалы, параметры пьезоэлектрика, свойства пьезокерамики, аналитическая модель, метрологический анализ, дополнительные погрешности

Финансирование: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90151.

Для цитирования: Печерская Е. А., Фимин А. В. Взаимосвязи свойств пьезоэлектрических материалов: метрологические аспекты // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 71–79. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-7

INTERRELATIONS OF PROPERTIES OF PIEZOELECTRIC MATERIALS: METROLOGICAL ASPECTS

E.A. Pecherskaya¹, A.V. Fimin²

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

¹pea1@list.ru, ²mr.lotus@mail.ru

Abstract. *Background.* The paper considers the presented analytical model, which summarizes the parameters of piezoelectric materials due to the influence of various physical quantities (electrical, mechanical, thermal, radiation and chemical). *Materials and methods.* To obtain a systematized model, a graph model is used that clearly demonstrates the mechanisms of the material's responses to external influences. *Results.* Based on the obtained model, a group of equations is presented that allows introducing additional errors in studies related to piezoelectric materials. *Conclusions.* The proposed method of consideration of measurements using piezoelectric materials allows us to form general ideas about such experiments, as well as significantly improve the accuracy of calculations and technical characteristics of sensor equipment as a whole.

Keywords: piezoelectric materials, piezoelectric parameters, properties of piezoceramics, analytical model, metrological analysis, additional errors

Acknowledgement. The research was financed by the RFBR within the research project № 20-38-90151.

For citation: Pecherskaya E.A., Fimin A.V. Interrelations of properties of piezoelectric materials: metrological aspects. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3):71–79. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-7

Введение

В настоящее время пьезоэлектрические материалы широко используются в качестве составных частей технических устройств в виде сенсоров чувствительных элементов [1–3]. При этом ужесточающиеся требования, предъявляемые к окончательным техническим средствам, побуждают разработчиков к проведению полноценного анализа представляемых проектов.

Как отечественными, так и зарубежными учеными ведутся работы по созданию новых пьезоэлектрических материалов с перспективными свойствами, находящими применение в датчиковой аппаратуре, в электромеханических устройствах. Так, исследования [4–6] посвящены проектированию пьезоэлектрического гироскопа, включают анализ частотных режимов его работы, а также определение влияющих погрешностей на систему. В работе [7] представлены результаты разработки полимерсодержащих пьезоэлектриков, которым присущи улучшенные пьезоэлектрические свойства, позволяющие разрабатывать на их основе электромеханические преобразователи, работающие как «на прием», так и на «развитие деформаций».

Таким образом, основным направлением деятельности разработчиков на данный момент является не только создание новых устройств, отвечающих всем современным требованиям, но и полноценный анализ таких приборов с целью улучшения точности и качества измерительных систем в целом [8, 9].

Авторами предложена модель взаимосвязи факторов – воздействий на исследуемый пьезоэлектрический образец и его ответных реакций. На основании модели представлен метрологический анализ, учитывающий влияние разнородных факторов на исследуемую структуру. Важно отметить, что разработанная модель является универсальной для большинства задач и в конкретных ситуациях может быть упрощена (например, при фиксации некоторых влияющих параметров – воздействий).

Разработка аналитической модели пьезоэлектрического материала

Аналитическая модель воздействующих факторов основывается на различных группах физических величин в зависимости от рода их происхождения:

1. Электрические – напряженность электрического поля (E), спонтанная поляризованность (P), частота (f).
2. Механические – механическое напряжение (X), деформация (x).
3. Тепловые – температура (T), температура фазового перехода (T_C).
4. Радиационные – доза рентгеновского облучения (R).
5. Химические – степень дефектности материала (z), процентное содержание компонента, влияющего на пьезоэлектрические свойства (y).

Наиболее информативно взаимосвязи между свойствами пьезоэлектрического материала при внешних воздействиях и его ответными реакциями отображает графовая модель, представленная на рис. 1. Вершины графа показывают параметры, причем стрелка направлена от воздействующего параметра на пьезоэлектрический материал к параметру-реакции. Соответствующие линии, соединяющие вершины, представляют собой свойства материала, которые характеризуют наличие функциональной зависимости между параметрами-воздействиями и ответными реакциями.

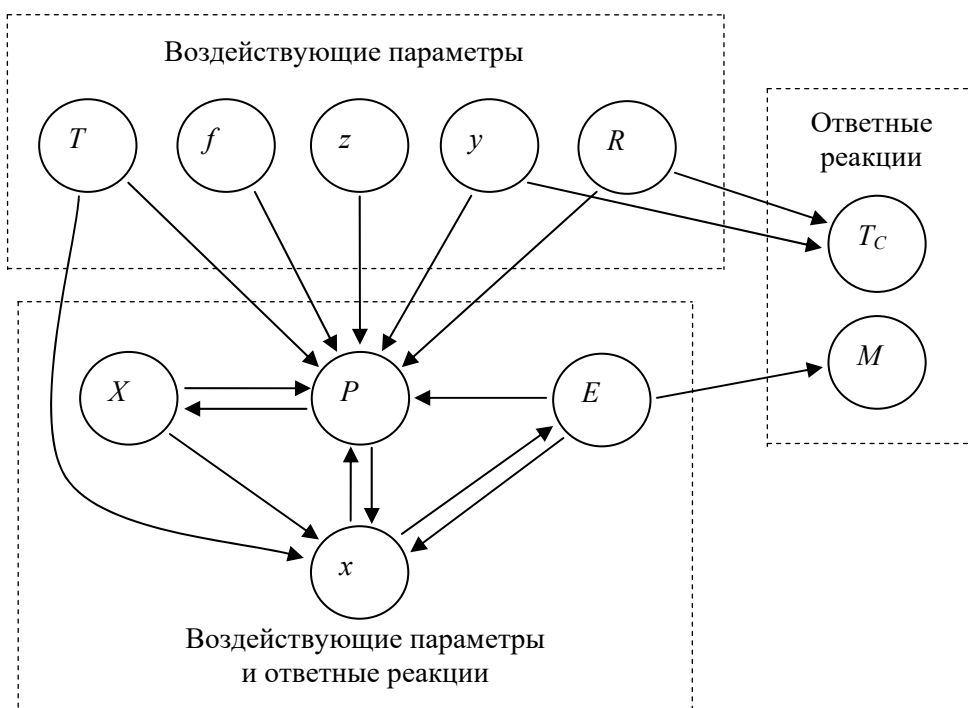


Рис. 1. Модель, показывающая взаимосвязь воздействий на исследуемый пьезоэлектрический образец и его ответных реакций

Например, зависимость температуры фазового перехода и намагниченности от различных физических величин крайне важна при разработке датчиковой аппаратуры, у которой чувствительный элемент выполнен из пьезоэлектрического материала.

Применение предложенной модели позволяет выявить наличие дополнительных погрешностей измерения электрофизических параметров пьезоэлектриков, обусловленных изменением внешних факторов.

Метрологический анализ аналитической модели пьезоэлектрического материала

Обобщенную систему математических уравнений (при использовании соотношений Максвелла для термодинамических функций) целесообразно представить следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \partial E = a \partial x, \\ \partial x = \alpha \partial T + d' \partial E + k \partial X + b' \partial P, \\ \partial P = \rho \partial T + \eta \partial E + n_{P,z} \partial z + n_{P,y} \partial y + \\ \quad + n_{P,R} \partial R + n_{P,f} \partial f + e \partial x, \\ \partial T_C = n_{T_C,y} \partial y + n_{T_C,R} \partial R, \\ \partial X = d \partial P, \end{array} \right. \quad (1)$$

где $a = \frac{\partial E}{\partial x}$ – постоянная пьезоэлектрического напряжения; $\alpha = \frac{\partial x}{\partial T}$ – константа теплового расширения; $d' = \frac{\partial x}{\partial E}$ – коэффициент, характеризующий пьезоэффект; $k = \frac{d}{e}$ – коэффициент Гука; $b' = \frac{\partial x}{\partial P}$ – константа, отражающая обратный пьезоэффект; $\rho = \frac{\partial P}{\partial T}$ – коэффициент, характеризующий пирозоэффект; $\eta = \frac{\partial P}{\partial E}$ – постоянная диэлектрической восприимчивости; $n_{P,z} = \frac{\partial P}{\partial z}$, $n_{P,y} = \frac{\partial P}{\partial y}$, $n_{P,R} = \frac{\partial P}{\partial R}$, $n_{P,f} = \frac{\partial P}{\partial f}$ – коэффициенты, описывающие влияние соответствующих параметров (z , y , R , f) на поляризованность; $e = \frac{\partial P}{\partial x}$ – константа пьезоэффекта; $n_{T_C,y} = \frac{\partial T_C}{\partial y}$, $n_{T_C,R} = \frac{\partial T_C}{\partial R}$ – коэффициенты, соответственно описывающие влияние y и R на T_C ; $d = \frac{\partial X}{\partial P}$ – коэффициент обратной пьезоэлектрической деформации.

Представленные уравнения для дополнительных погрешностей, сопровождающих пьезоэлектрический материал, обусловлены влиянием на результаты измерений изменяющихся неинформативных параметров (для конкрет-

ного эксперимента) и внешних факторов. Это приводит к необходимости указания области неопределенности влияющих величин при исследовании однофакторных зависимостей между параметрами пьезоэлектриков. В случае выхода значений влияющих величин за установленные пределы следует учитывать возникающие дополнительные погрешности. Формализация дополнительных погрешностей, имеющих место при измерении конкретных параметров пьезоэлектриков, позволяет установить область неопределенности результатов измерений, что способствует повышению их достоверности.

Однако при выполнении измерений фиксация точных значений параметров практически не реализуема ввиду наличия прямых и обратных физических эффектов [9, 10]. Так, при расчете конкретных значений механических параметров требуется выполнить условие равенства нулю изменения деформации с помощью механического зажатия образца. В этом случае механическое напряжение может быть постоянным или отсутствовать, но проявление у пьезоэлектрика пьезоэлектрических и термодинамических свойств приводит к тому, что механическая деформация изменяется не только под воздействием механического напряжения, но и вследствие изменения значений напряженности электрического поля, спонтанной поляризованности и температуры.

При температуре ниже фазового перехода в сегнетоэлектрической фазе при использовании соотношений Мерца изменение напряженности электрического поля влечет за собой изменение спонтанной поляризации и деформаций, что отражено в формуле

$$\Delta x = (2\rho P_{\text{сп}}) \Delta P + \sigma (\Delta P)^2, \quad (2)$$

где коэффициент σ характеризует электрострикционный эффект.

При введении уравнения для постоянной диэлектрической восприимчивости в виде $\eta = \frac{\Delta P}{\Delta E}$ (при прочих фиксированных параметрах) формулу (2) можно преобразовать в уравнение

$$\Delta x = (2\sigma P) \eta \Delta E + \sigma (\eta \Delta E)^2. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) доказывают невозможность фиксации точных значений механических параметров. Следовательно, целесообразно задание области неопределенности деформации. В свою очередь область неопределенности можно задать либо в виде функциональной зависимости $\Delta l(\Delta E)$, либо в виде предельного значения $\pm \Delta l$.

Аналогичным образом получены выражения для дополнительных погрешностей измерения других параметров пьезоэлектрических материалов, учтенных в аналитической модели (1):

1. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения постоянной пьезоэлектрического эффекта $\delta d'$ рассчитывается по формуле

$$\delta d' = \frac{\Delta d'}{d'} = \frac{\Delta x d'}{\partial x}, \quad (4)$$

где $\Delta x d' = \alpha \partial T + k \partial X + b' \partial P$.

2. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента упругости δk определяется формулой

$$\delta k = \frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta l k}{\partial x}, \quad (5)$$

где $\Delta l k = \alpha \partial T + d' \partial X + b' \partial P$.

3. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента пьезоэлектрического напряжения δa вычисляется по следующей формуле:

$$\delta a = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta P a}{\partial x}, \quad (6)$$

где $\Delta P a = \rho \partial T + \eta \partial E + n_{P,x} \partial x + d' \partial X + n_{P,D} \partial D + n_{P,f} \partial f$.

4. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения обратного пьезоэлектрического напряжения $\delta b'$ рассчитывается по формуле

$$\delta b' = \frac{\Delta b'}{b'} = \frac{\Delta x b'}{\partial x}, \quad (7)$$

где $\Delta x b' = \alpha \partial T + d' \partial E + k \partial X$.

5. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента теплового расширения $\delta \alpha$ определяется по формуле

$$\delta \alpha = \frac{\Delta \alpha}{\alpha} = \frac{\Delta x \alpha}{\partial x}, \quad (8)$$

где $\Delta x \alpha = d' \partial E + k \partial X + b' \partial P$.

6. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения пьезоэлектрического коэффициента $\delta \rho$ вычисляется формулой

$$\delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta P \rho}{\partial P}, \quad (9)$$

где $\Delta P \rho = \eta \partial E + n_{P,x} \partial x + d' \partial X + n_{P,R} \partial R + n_{P,f} \partial f + e \partial x$.

7. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего влияние давления на температуру Кюри, $\delta n_{T_C,y}$ исчисляется по формуле

$$\delta n_{T_C,y} = \frac{\Delta n_{T_C,y}}{\alpha n_{T_C,y}} = \frac{\Delta T_C n_{T_C,y}}{\partial T_C}, \quad (10)$$

где $\Delta T_C n_{T_C,y} = n_{T_C,x} \partial x + n_{T_C,R} \partial R$.

8. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего влияние γ (облучения дозой R) на температуру Кюри, $\delta n_{T_C,R}$ определяется формулой

$$\delta n_{T_C,R} = \frac{\Delta n_{T_C,R}}{n_{T_C,R}} = \frac{\Delta T_C n_{T_C,R}}{\partial T_C}, \quad (11)$$

где $\Delta T_C n_{T_C,R} = n_{T_C,x} \partial x + n_{T_C,y} \partial y$.

9. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего влияние γ (облучения дозой R) на спонтанную поляризованность, $\delta n_{P,R}$ вычисляется по формуле

$$\delta n_{P,R} = \frac{\Delta n_{P,R}}{n_{P,R}} = \frac{\Delta P n_{P,R}}{\partial P}, \quad (12)$$

где $\Delta P n_{P,R} = \rho \partial T + \eta \partial E + n_{P,x} \partial x + n_{P,f} \partial f + e \partial x$.

10. Предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего влияние частоты на спонтанную поляризованность, $\delta n_{P,f}$ рассчитывается по формуле

$$\delta n_{P,f} = \frac{\Delta n_{P,f}}{n_{P,f}} = \frac{\Delta P n_{P,f}}{\partial P}, \quad (13)$$

где $\Delta P n_{P,f} = \rho \partial T + \eta \partial E + n_{P,x} \partial x + n_{P,R} \partial R + e \partial x$.

Таким образом, предложенная графовая модель, ее аналитическая интерпретация в виде системы уравнений (1) позволяют осуществить метрологический анализ и вывести формулы для описания дополнительных погрешностей. В свою очередь выражения для дополнительных погрешностей (4)–(13) демонстрируют влияние различных физических величин, оказывающих воздействие на исследуемый пьезоэлектрический материал, что свидетельствует о необходимости их учета при проведении измерений с целью повышения их достоверности.

Заключение

На основе систематизации разнородных факторов (в том числе электрических, механических, тепловых и др.), оказывающих влияние на свойства пьезоэлектриков, авторами разработаны модель в виде ориентированного графа и ее аналитическая интерпретация в виде системы дифференциальных уравнений. В результате метрологического анализа разработанной аналитической модели взаимосвязи свойств пьезоэлектрических материалов получены формулы для оценивания области неопределенности дополнительных погрешностей. Показано, что дополнительные погрешности обусловлены отклонением влияющих параметров от заданных фиксированных значений. Полученные результаты направлены на повышение достоверности результатов измерений параметров пьезоэлектриков; апробированы при проектировании автоматизированной системы измерений электрофизических параметров пьезоэлектриков.

Список литературы

1. Бобцов А. А., Бойков В. И., Быстров С. В. [и др.] Исполнительные устройства и системы для микроперемещений : учеб. пособие. СПб. : Ун-т ИТМО, 2017. 134 с.
2. Шарапов В. М., Мусиенко М. П., Шарапова Е. В. Пьезоэлектрические датчики. М. : Техносфера, 2006. 628 с.

3. Матвеев В. В., Распопов В. Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем : учеб. пособие. СПб. : Концерн «ЦНИИ "Электроприбор"», 2009. 278 с.
4. Левицкий А. А., Маринушкин П. С. Исследование погрешностей миниатюрного пьезоэлектрического гироскопа // Успехи современной радиоэлектроники. 2012. № 9. С. 34–38.
5. Левицкий А. А., Маринушкин П. С. Исследование режимов работы пьезоэлектрического вибрационного гироскопа осцилляторного типа // Датчики и системы. 2011. № 3. С. 55–59.
6. Левицкий А. А., Маринушкин П. С. Моделирование пьезоэлектрических вибрационных гироскопов // Интеллект и наука : сб. науч. тр. X Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск : ИПК СФУ, 2010. С. 50–51.
7. Лушчейкин Г. А. Новые полимерсодержащие пьезоэлектрические материалы // Физика твердого тела. 2006. № 6. С. 963–964.
8. Печерская Е. А., Метальников А. М., Бобошко А. В. Структура интеллектуальной системы поддержки исследований параметров сегнетоэлектрических материалов // Нано- и микросистемная техника. 2011. № 6 (131). С. 21–24.
9. Печерская Е. А., Соловьев В. А., Метальников А. М. [и др.]. Контроль временной нестабильности диэлектрических параметров сегнетоэлектриков // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2013. № 2 (100). С. 84–88.
10. Gurin S. A., Pecherskaya E. A., Spitsyna K. Y. [et al.]. Thin piezoelectric films for micromechanical systems // Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies, MWENT 2020 : proceedings. Moscow : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020. P. 9067450.

References

1. Bobtsov A.A., Boykov V.I., Bystrov S.V. [et al.]. *Ispolnitel'nye ustroystva i sistemy dlya mikroperemeshcheniy: ucheb. posobie = Actuators and systems for micro-displacements : textbook*. Saint Petersburg: Un-t ITMO, 2017:134. (In Russ.)
2. Sharapov V.M., Musienko M.P., Sharapova E.V. *P'ezoelektricheskie datchiki = Piezoelectric sensors*. Moscow: Tekhnosfera, 2006:628. (In Russ.)
3. Matveev V.V., Raspopov V.Ya. *Osnovy postroeniya besplatformennykh inertsial'nykh navigatsionnykh sistem: ucheb. posobie = Fundamentals of building free-form inertial navigation systems : textbook*. Saint Petersburg: Kontsern «TsNII "Elektropribor"», 2009: 278. (In Russ.)
4. Levitskiy A.A., Marinushkin P.S. Investigation of errors of a miniature piezoelectric gyroscope. *Uspekhi sovremennoy radioelektroniki = Successes of modern radio electronics*. 2012;(9):34–38. (In Russ.)
5. Levitskiy A.A., Marinushkin P.S. Investigation of operating modes of a piezoelectric vibrating gyroscope of oscillatory type. *Datchiki i sistemy = Sensors and systems*. 2011;(3):55–59. (In Russ.)
6. Levitskiy A.A., Marinushkin P.S. Modeling of piezoelectric vibration gyroscopes. *Intellekt i nauka: sb. nauch. tr. X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Intelligence and Science: a collection of scientific papers X International scientific and practical conference*. Krasnoyarsk: IPK SFU, 2010:50–51. (In Russ.)
7. Lushcheykin G.A. New polymer-containing piezoelectric materials. *Fizika tverdogo tela = Solid state physics*. 2006;(6):963–964. (In Russ.)
8. Pecherskaya E.A., Metal'nikov A.M., Boboshko A.V. The intellectual structure of the support system for the study of parameters of ferroelectric materials. *Nano- i mikro-sistemnaya tekhnika = Nano- and microsystem technologies*. 2011;(6):21–24. (In Russ.)

9. Pecherskaya E.A., Solov'ev V.A., Metal'nikov A.M. [et al.]. Control of time instability of dielectric parameters of ferroelectrics. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Elektronika* = *News of higher educational institutions. Electronics*. 2013;(2):84–88. (In Russ.)
10. Gurin S.A., Pecherskaya E.A., Spitsyna K.Y. [et al.]. Thin piezoelectric films for micromechanical systems. *Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies, MWENT 2020: proceedings*. Moscow: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020:9067450.

Информация об авторах / Information about the authors

Екатерина Анатольевна Печерская
доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
информационно-измерительной
техники и метрологии,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: peal@list.ru

Ekaterina A. Pecherskaya
Doctor of technical sciences,
associate professor,
head of the sub-department
of information-measuring
equipment and metrology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Андрей Владимирович Фимин
аспирант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: mr.l0tus@mail.ru

Andrey V. Fimin
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 15.07.2021

Поступила после рецензирования/Revised 11.08.2021

Принята к публикации/Accepted 30.08.2021

АЛГОРИТМ УЛУЧШЕНИЯ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А. М. Бершадский¹, П. А. Гудков², Е. М. Подмарькова³

^{1, 2, 3} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
¹bam@pnzgu.ru, ²p.a.gudkov@gmail.com, ³kalibryk.m@gmail.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматривается новый улучшающий алгоритм трассировки, основанный на моделировании динамики частиц. *Материалы и методы.* В качестве входных данных берется имеющийся вариант трассировки, который улучшается в ходе выполнения алгоритма. Для этого предлагается новый алгоритм, когда каждая трасса заменяется цепочкой атомарных частиц, которые, перемещаясь по пространству печатной платы, отведенному для трассировки, испытывают влияние сил притяжения и отталкивания от проходящих рядом трасс и близлежащих элементов. Процесс заканчивается по достижении состояния равновесия получившейся системы элементов. *Результаты.* В результате применения предложенного алгоритма сокращается суммарная длина трасс, учитываются различного рода ограничения на расположение трасс и элементов, уменьшается общая площадь печатной платы за счет более плотной разводки трасс. *Выводы.* Рассмотренный алгоритм предоставляет широкие возможности по оптимизации имеющихся вариантов трассировки. Например, если под действием сил будут перемещаться не только трассы и переходные отверстия, но и сами элементы схемы, то это позволит учесть ограничения на взаимное расположение элементов и тем самым повысить качество проектируемого устройства.

Ключевые слова: алгоритм трассировки, компьютерное моделирование, взаимодействие частиц, печатная плата

Для цитирования: Бершадский А. М., Гудков П. А., Подмарькова Е. М. Алгоритм улучшения трассировки печатных плат // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 80–90. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-8

THE IMPROVING ALGORITHM OF PCB TRACING

A.M. Bershadsky¹, P.A. Gudkov², E.M. Podmar'kova³

^{1, 2, 3} Penza State University, Penza, Russia
¹bam@pnzgu.ru, ²p.a.gudkov@gmail.com, ³kalibryk.m@gmail.com

Abstract. *Background.* The new improving algorithm of PCB tracing is considered, which is based on the modeling of the particle dynamics. *Materials and methods.* An existing circuit board traces is taken as input data, and then is improved during the algorithm execution. For this purpose, the authors suggest using a new approach. Each trace is replaced with a chain of elementary particles, which moves through a circuit board tracing space and experience the attraction forces and repulsion forces from nearby traces and other elements. When the resulting system of elements comes to the equilibrium state, the process ends. *Results.* The result of the algorithm is a reduced overall length of traces, the optimal placement of traces and elements, taking into account various restrictions, a more

dense layout of the elements on the printed circuit board. *Conclusions.* The considered approach provides great opportunities for optimizing the existing PCB tracing. For example, it is possible to improve the quality of the designed device, if not only the traces are moved when the forces are influenced, but also the circuit board elements themselves. It will also allow to take into account restrictions on the mutual placement of the elements and therefore improve the quality of the designed device.

Keywords: tracing algorithm, computer simulation, particles interaction, printed circuit board

For citation: Bershadsky A.M., Gudkov P.A., Podmar'kova E.M. The improving algorithm of PCB tracing. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2021;(3):80–90. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-8

Введение

С развитием полупроводниковых технологий постоянно возрастают и требования проектировщиков к алгоритмам трассировки для проектирования печатного монтажа. Трассировкой называется процесс нахождения геометрического расположения всех цепей на печатной плате. Исходными данными для трассировки является список цепей, определяющий требуемые соединения между контактами элементов, а также расположение элементов схемы на печатной плате, определяемое на этапе размещения.

Задача трассировки – одна из наиболее трудоемких в общей проблеме автоматизации проектирования электронных устройств. Это связано с несколькими факторами, в частности с многообразием способов конструктивно-технологической реализации соединений, для каждого из которых при алгоритмическом решении задачи применяются специфические критерии оптимизации и ограничения [1–3].

На практике при оптимизации топологии печатного монтажа часто используют следующие критерии качества: минимум суммарной длины всех соединений, минимум числа пересечений проводников, равномерность распределения проводников на печатной плате, минимальная протяженность параллельных участков соседних проводников, минимум числа изгибов проводников [4]. Так как все перечисленные критерии являются противоречивыми, при выборе обобщенного показателя качества указывают важность или очередность учета отдельных критериев оптимизации.

Имеется несколько классификаций алгоритмов трассировки. По одной из них все методы делятся на трассировку с использованием сеточного представления монтажно-коммутационного пространства (*grid based routing*) или же без него (*gridless routing*). Описываемый далее предлагаемый авторами алгоритм использует второй подход.

Типовой же подход для большинства существующих алгоритмов – разбиение монтажного поля на ячейки, размер и форма которых определяют плотность и конфигурацию печатных проводников. Наибольшее распространение на практике получило разбиение рабочего поля на правильные квадраты, что обеспечивает простую адресацию ячеек в прямоугольной системе координат и привычную форму соединений [4].

Многие алгоритмы трассировки представляют собой модификацию алгоритма Ли, предложенного еще в 1961 г. [5]. Этот алгоритм моделирует всю поверхность печатной платы как прямоугольный массив элементов, размеры которых определяются таким образом, чтобы не нарушать заданных интерва-

лов между прокладываемыми трассами. Трассы образуются по одной, занимая по очереди свободные соседние элементы, от одного контакта цепи до другого. После того, как элемент оказывается занят, он помечается как непригодный для дальнейшего использования (при прокладке оставшихся трасс).

Этапу выбора свободного соседнего элемента предшествует этап расширения «волны» от одной из вершин цепи. Это позволяет строить трассы оптимальной конфигурации, а также дает другое название этого алгоритма – волновой. Основным преимуществом алгоритма Ли является то, что он гарантированно найдет путь от одной точки до другой, если он существует. С другой стороны, из-за своей последовательной природы алгоритм не в состоянии выявить такие побочные эффекты, когда трассировка одного соединения будет влиять на другие. Соответственно, главным недостатком алгоритма является сильная зависимость результата от очередности трассировки цепей – принятие решений о расположении первых трасс приводит к невозможности трассировки последующих.

Для устранения указанного недостатка трассировку иногда выполняют в два этапа. Первый этап называется глобальной трассировкой (*global routing*) и дает лишь примерное расположение трасс для каждой цепи. Фактически он определяет список областей прохождения будущих трасс без указания их конкретного геометрического расположения. На втором этапе, который называется детальной трассировкой (*detailed routing*), выполняется уже обычная трассировка каждой цепи в назначенных областях. Представителями данного класса алгоритмов являются канальные и топологические алгоритмы трассировки [6].

Другая классификация – деление алгоритмов трассировки на последовательные и параллельные. При последовательном подходе, как следует из его названия, цепи трассируются одна за другой. Однако, как упоминалось ранее, проложенная цепь может заблокировать другие, еще не проложенные. Иными словами, эти алгоритмы очень чувствительны к порядку трассировки цепей. Для сглаживания этого недостатка цепи обычно упорядочиваются по их значимости.

На практике, помимо упорядочивания цепей, используется также этап корректировки трасс. Однако и он не может преодолеть недостаток последовательных алгоритмов. В одних алгоритмах для корректировки используется подход «разорвать трассу и проложить ее иначе» [7], в других – подход «сдвинуть трассу в сторону». В первом случае мешающие трассы разрываются и трассируются заново таким образом, чтобы можно было проложить заблокированные цепи. Во втором случае трассы отводятся в сторону без разрыва существующих соединений.

Другой подход состоит в том, чтобы сначала трассировать простые цепи, состоящие из двух-трех контактов [8]. Обычно такие цепи составляют большую часть схемы (до 75 %). Затем трассируются цепи, имеющее большее число контактов, с использованием для этого алгоритма дерева Штейнера. И в самом конце выполняется трассировка оставшихся многоконтактных цепей (таких как питание, земля, тактовые сигналы и т.д.), которых не так много.

Таким образом, выделяют последовательные алгоритмы:

- 1) двухполюсные алгоритмы:
 - волновой алгоритм;
 - лучевой алгоритм;
- 2) многопозиционные алгоритмы:
 - алгоритмы на основе дерева Штейнера.

Как уже упоминалось, волновой алгоритм использует сеточное представление монтажно-коммутационного пространства. Поэтому время его работы линейно зависит от количества ячеек, на которое разбивается пространство печатной платы. Поиск в алгоритме Ли происходит с использованием волны, распространяющейся от источника. Алгоритм выполняет симметричный поиск во всех направлениях до первого нахождения целевой ячейки-приемника. Таким образом гарантируется нахождение кратчайшего пути между любыми двумя вершинами, если такой путь существует. Наихудший вариант – когда источник расположен в центре, а приемник – в углу зоны трассировки, в этом случае будут проверены практически все ячейки, прежде чем целевая ячейка будет достигнута.

Лучевые алгоритмы были независимо разработаны Миками и Табучи в 1968 г. [9] и Хайтауэром в 1969 г. [10]. Основная идея таких алгоритмов – уменьшение объема требуемой памяти за счет использования отрезков линий вместо узлов сетки при поиске. Временная сложность лучевых алгоритмов составляет $O(L)$, где L – количество проведенных отрезков линий.

Немаловажную роль при этом играют структуры данных, применяемые при реализации алгоритма. Обычно используют два списка – один для горизонтальных линий и один для вертикальных. Использование двух отдельных списков позволяет игнорировать параллельные линии, что ускоряет поиск.

В целом же и волновой, и лучевой алгоритмы можно рассматривать как частные случаи алгоритма нахождения кратчайшего пути Дейкстры, позволяющего найти путь минимальной стоимости от одной вершины до другой. Соответственно, такие алгоритмы не подходят для глобальной трассировки многоконтактных цепей. Для решения этой проблемы было предложено несколько подходов в модификации волновых и лучевых алгоритмов. В одних алгоритмах многополюсные цепи разбиваются на несколько простых цепей (имеющих по два контакта), которые трассируются с использованием стандартных алгоритмов трассировки. Качество трассировки при этом зависит от способа разбиения цепи. Такой подход дает неоптимальные результаты, поскольку практически отсутствует какое-либо взаимодействие между фазой декомпозиции и фактической фазой трассировки. Другой подход – выполнять поиск с нескольких контактов одновременно. Это позволяет процессу распространения волны определять, какие пары выводов необходимо соединить, вместо того чтобы использовать заранее определенное разбиение цепи. Однако такие алгоритмы все равно не могут оптимально соединять контакты. Кроме того, они унаследовали большую временную сложность исходных алгоритмов трассировки.

Поэтому появился новый подход в алгоритмах трассировки – на основе дерева Штейнера. Обычно используются прямолинейные деревья Штейнера (имеющие только прямолинейные ребра). Длина дерева – это сумма длин всех ребер в нем. Ее еще называют стоимостью дерева. Проблема поиска минимальной стоимости прямолинейного дерева Штейнера является NP-полной [11]. Поэтому ввиду NP-сложности задачи было разработано несколько эвристических алгоритмов ее решения [12].

Параллельные алгоритмы используют глобальное представление всех цепей, которые должны трассироваться одновременно. Эти алгоритмы требуют использования дорогостоящих в вычислительном плане методов. Один из способов снижения вычислительных затрат – иерархическое разбиение (сверху вниз) задачи на более мелкие подзадачи, которые могут быть решены

эффективно. Затем решения объединяются для получения окончательного решения исходной задачи глобальной трассировки.

Тем самым параллельный подход позволяет избежать проблемы упорядочивания цепей, характерной для последовательных алгоритмов.

Предлагаемый алгоритм

Для решения задачи оптимальной трассировки авторы предлагают использовать следующий алгоритм:

1. За основу берется вариант трассировки, выполненный с использованием одного из стандартных алгоритмов, используемых в современных САПР (Diptrace, Altium Designer и пр.). При этом не предъявляется особых требований к качеству трассировки, поскольку в дальнейшем этот вариант будет улучшаться.

2. Каждая трасса заменяется цепочкой атомарных частиц (четырёхугольных элементов), которые будут перемещаться по пространству, отведенному для трассировки, испытывая влияние сил притяжения и отталкивания от проходящих рядом трасс и близлежащих элементов.

3. В качестве результата трассировки будет взято расположение трасс, получившееся после того, как система придет в состояние равновесия. Условие равновесия для отдельного элемента трассы определяется следующей формулой:

$$\sum_{i=1}^N F_i = 0,$$

где F_i – силы, действующие на элемент. На практике применима формула

$$\sum_{i=1}^N F_i \leq \varepsilon,$$

где ε – некоторая допустимая погрешность, которая подбирается исходя из требуемой точности позиционирования трасс. После того как данное условие будет выполнено для всех элементов, работа алгоритма завершается.

Входные данные для первоначального варианта трассировки задаются в виде графа $G(V, E)$, где $V\{x_i, y_i\}$ – множество координат узловых точек, E – множество связей, определяющих наличие фрагмента трассы между соответствующими точками. Множество V , в свою очередь, состоит из непересекающихся подмножеств $V_1, V_2, \dots$, соответствующих различным цепям электрической схемы.

При загрузке входных данных из файла, экспортированного из какой-либо САПР в формате DSN, сначала выполняется подготовительный этап, на котором происходит «дробление» протяженных участков трасс. При этом каждый отрезок трассы заменяется цепочкой связанных элементов, показанных на рис. 1. После этого начинается основной этап работы алгоритма.

Решаемая авторами задача улучшения трассировки может быть сформулирована следующим образом. Найти такое местоположение элементов на печатной плате, при котором достигается минимум целевой функции:

$$F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij} \cdot d_{ij},$$

где d_{ij} – расстояние между i -м и j -м элементами, c_{ij} – значение коэффициента взвешенной связности, принимающего в простейшем случае значения '0' (отсутствие связи) и '1' (элементы являются соседями в одной трассе).

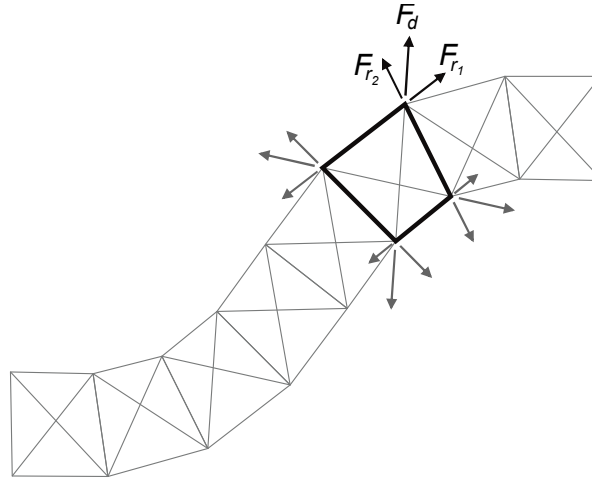


Рис. 1. Силы, действующие на элементы трасс

При этом накладывается ряд ограничений, таких как $d_{ij} \geq d_{\min}$, для обеспечения требуемого технологического зазора между трассами. Также возможно задание каких-то специфичных ограничений, например, чтобы минимизировать тепловое влияние сильно нагреваемых элементов схемы на своих соседей.

Используемая модель атомарных элементов трасс показана на рис. 1. Это четырехугольник, соединенный противоположными сторонами с соседними такими же элементами. Каждая из вершин четырехугольника испытывает помимо внешних сил действие трех внутренних сил (F_{r1} , F_{r2} – вдоль ребер и F_d – по диагонали). Они необходимы для поддержания фиксированной ширины трасс, а также плавности их изгибов при встрече с препятствиями. Кроме того, силы F_d , приложенные к диагоналям, предотвращают «схлопывание» четырехугольника в ромб.

Как известно, движение отдельного элемента под действием приложенных к нему сил можно описать дифференциальным уравнением [13]. Соответственно, имея множество взаимодействующих друг с другом элементов, мы получаем систему дифференциальных уравнений, решив которую, можно найти оптимальное расположение элементов в пространстве, получаемое по достижении системой состояния равновесия:

$$\begin{cases} x_i'' = F_{x_i}(\bar{x}, \bar{y}, x_i', y_i', t), \\ y_i'' = F_{y_i}(\bar{x}, \bar{y}, x_i', y_i', t), \end{cases}$$

где x_i , y_i – координаты i -го элемента; F_{x_i} и F_{y_i} – проекции сил на оси x и y ; t – модельное время.

В разрабатываемом прототипе, реализующем данный алгоритм, используются приближенные методы решения систем дифференциальных уравнений (одна из реализаций метода Эйлера), что позволяет существенно сократить временные затраты и упростить программный код.

Блок-схема алгоритма представлена на рис. 2. Основной цикл выполняется до тех пор, пока система не придет в состояние равновесия. Обычно весь процесс занимает несколько секунд и может визуализироваться в реальном времени.

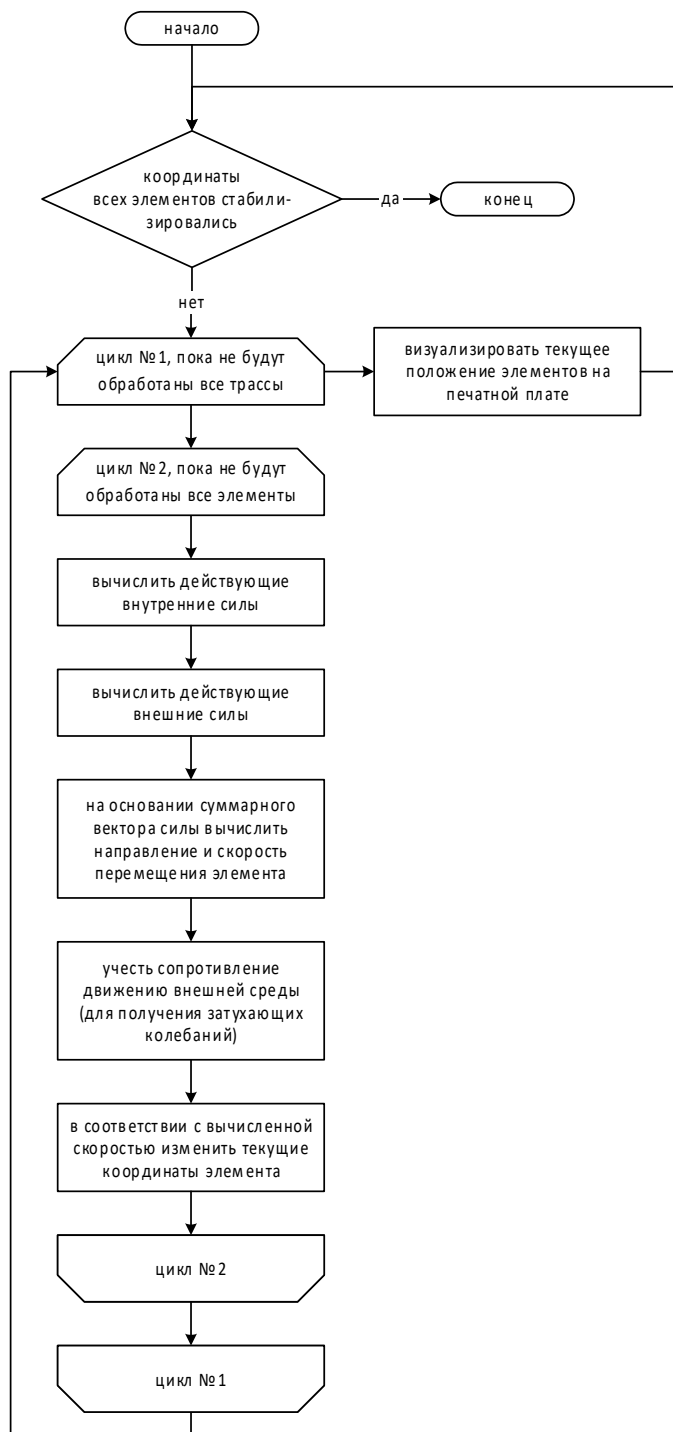


Рис. 2. Блок-схема предлагаемого алгоритма

Результат работы алгоритма (улучшенный вариант трассировки) можно сохранить в формате SES, пригодном для импорта в различные САПР, с целью дальнейшей работы над проектом печатной платы устройства.

Кроме того, как показала практика, при большом временном шаге моделирования возможны затухающие колебательные процессы, иногда приводящие к «перекручиваниям» трасс. Факт такого перекручивания обнаруживается путем вычисления обычного векторного произведения. По знаку произведения можно определить, расположен ли элемент трассы нормально или же «обратной» стороной вверх. Периодически просматривая списки элементов трасс, можно своевременно выявлять такие искажения.

Поскольку такие «перекручивания» трасс устраняются элементарно, путем выполнения перестановок соседних вершин, было принято решение не усложнять алгоритм для предотвращения образования подобных искажений, а устранять их по мере появления. При общем времени работы алгоритма 5–10 с проверки на «перекручивания» трасс можно выполнять, например, один раз в секунду, что практически никак не скажется на производительности алгоритма.

Результат применения предлагаемого алгоритма показан на рис. 3 и 4 на примере схемы преобразователя уровней сигналов RS232-TTL. Как видно из этих рисунков, разводка трасс визуально стала более плотной, а суммарная длина трасс уменьшилась на 14 %, что является неплохим показателем.

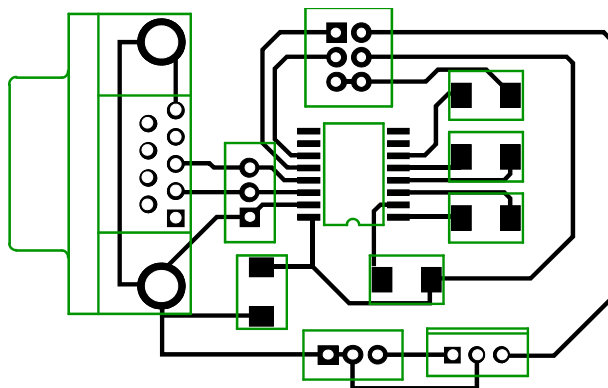


Рис. 3. Исходный вариант трассировки, экспортированный из САПР DipTrace

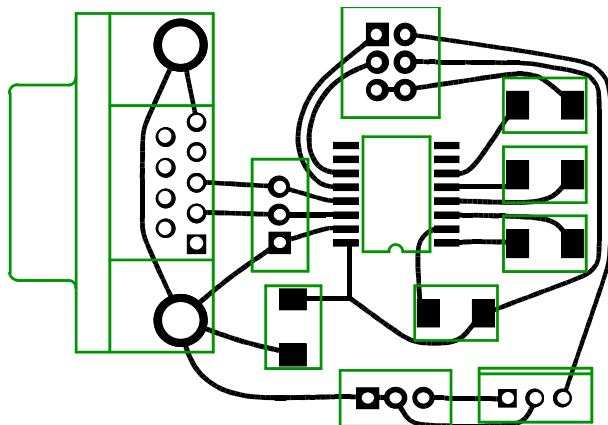


Рис. 4. Результирующая трассировка

Также стоит обратить внимание на тот факт, что поддержание заданного зазора между проводниками выполняется автоматически. За счет того, что элементы различных цепей испытывают взаимные силы отталкивания, полностью исключается не только их пересечение, но и приближение друг к другу сверх указанного расстояния.

Заключение

Укажем преимущества рассмотренного алгоритма:

1. Поскольку предлагаемый алгоритм относится к классу параллельных алгоритмов трассировки и применяется ко всем трассам схемы одновременно, потенциально получается лучший результат, чем исходный, выполненный с применением одного из стандартных алгоритмов, используемых в современных САПР (DipTrace, Altium Designer и пр.). В данной статье рассматривался типовой пример, поставляемый с САПР DipTrace. На других примерах возможны другие показатели улучшения качества трассировки.

2. Возможна модификация алгоритма, при которой под действием сил будут перемещаться не только трассы и переходные отверстия, но и сами элементы схемы, что позволит еще более сократить суммарную длину трасс и общую площадь печатной платы (за счет более компактного расположения элементов и трасс), а также учесть ограничения на взаимное расположение элементов схемы.

Список литературы

1. Ланин В. Л., Хмыль А. А. Технология производства электронных средств : учеб. пособие. Минск : Вышэйшая школа, 2019. 455 с.
2. Ларистов А. И., Лячек Ю. Т., Мусаид А. М. О., Мустафа Ахмед Б. М. Сравнение систем трассировки печатных плат // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2017). 2017. Т. 2. С. 101–105.
3. Морозов К. К., Одинокое В. Г., Курейчик В. М. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. М. : Радио и связь, 1983. 280 с.
4. Деньдобренко Б. Н., Малика А. С. Автоматизация конструирования РЭА : учебник для вузов. М. : Высшая школа, 1980. 384 с.
5. Lee C. Y. An Algorithm for Path Connections and Its Applications // IRE Transactions on Electronic Computers. 1961. Vol. EC-10, no. 3. P. 346–365.
6. Sherwani N. Algorithms for VLSI Physical Design Automation. 3d ed. New York ; Boston ; Dordrecht ; London ; Moscow : Kluwer Academic Publishers, 1998. 603 p.
7. Raith M., Bartholomeus M. A new hypergraph-based rip-up and reroute strategy // 28th ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC '91) : proceedings. New York : Association for Computing Machinery, 1991. P. 54–59.
8. De V. K. A Heuristic Global Router for Polycell Layout : PhD thesis. Durham, North Carolina : Duke University, 1986.
9. Mikami K., Tabuchi K. A computer program for optimal routing of printed circuit connectors // IFIPS Proc., H47. 1968. P. 1475–1478.
10. Hightower D. W. A solution to line-routing problem on the continuous plane // 6-th Design Automation Workshop : proceedings. 1969. P. 12–24.
11. Garey M. R., Johnson D. S. The rectilinear Steiner tree problem is NP-complete // SIAM Journal Applied Mathematics. 1977. Vol. 32. P. 826–834.

12. De Souza C. C., Ribeiro C. C. Heuristics for the minimum rectilinear Steiner tree problem: new algorithms and a computational study // *Discrete Applied Mathematics*. 1993. Vol. 45. P. 205–220.
13. Бутенин Н. В., Лунц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики : учеб. пособие для ВО : в 2 т. 12-е изд., стер. СПб. : Лань, 2020. 732 с.

References

1. Lanin V.L., Khmyl' A.A. *Tekhnologiya proizvodstva elektronnykh sredstv: ucheb. posobie = Technology of electronic means production : textbook*. Minsk: Vysheyschaya shkola, 2019:455. (In Russ.)
2. Laristov A.I., Lyachek Yu.T., Musaid A.M.O., Mustafa Akhmed B.M. Comparison of PCB tracing systems. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam (SCM'2017) = International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM'2017)*. 2017;2:101–105. (In Russ.)
3. Morozov K.K., Odinkov V.G., Kureychik V.M. *Avtomatizirovannoe proektirovanie konstruktivnykh radioelektronnoy apparatury = Automated design of radio-electronic equipment structures*. Moscow: Radio i svyaz', 1983:280. (In Russ.)
4. Den'dobrenko B.N., Malika A.S. *Avtomatizatsiya konstruirovaniya REA: uchebnik dlya vuzov = Automation of REA design : textbook for universities*. Moscow: Vysshaya shkola, 1980:384. (In Russ.)
5. Lee C.Y. An Algorithm for Path Connections and Its Applications. *IRE Transactions on Electronic Computers*. 1961;EC-10(3):346–365.
6. Sherwani N. *Algorithms for VLSI Physical Design Automation*. 3d ed. New York; Boston; Dordrecht; London; Moscow: Kluwer Academic Publishers, 1998:603.
7. Raith M., Bartholomeus M. A new hypergraph-based rip-up and reroute strategy. *28th ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC '91): proceedings*. New York: Association for Computing Machinery, 1991:54–59.
8. De V.K. *A Heuristic Global Router for Polycell Layout: PhD thesis*. Durham, North Carolina: Duke University, 1986.
9. Mikami K., Tabuchi K. A computer program for optimal routing of printed circuit connectors. *IFIPS Proc., H47*. 1968:1475–1478.
10. Hightower D.W. A solution to line-routing problem on the continuous plane. *6-th Design Automation Workshop: proceedings*. 1969:12–24.
11. Garey M.R., Johnson D.S. The rectilinear Steiner tree problem is NP-complete. *SIAM Journal Applied Mathematics*. 1977;32:826–834.
12. De Souza C.C., Ribeiro C.C. Heuristics for the minimum rectilinear Steiner tree problem: new algorithms and a computational study. *Discrete Applied Mathematics*. 1993;45:205–220.
13. Butenin N.V., Lunts Ya.L., Merkin D.R. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki: ucheb. posobie dlya VO: v 2 t. 12-e izd., ster. = Course of theoretical mechanics: textbook. manual for military education : in 2 vols. 12th ed., ster.*. Saint Petersburg: Lan', 2020:732. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Александр Моисеевич Бершадский
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой систем
автоматизированного проектирования,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: bam@pnzgu.ru

Alexander M. Bershadsky
Doctor of technical sciences, professor,
head of the sub-departments
of computer-aided design systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Павел Анатольевич Гудков

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры систем
автоматизированного проектирования,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: p.a.gudkov@gmail.com

Pavel A. Gudkov

candidate of technical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-departments
of computer-aided design systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Екатерина Михайловна Подмарькова

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры систем
автоматизированного проектирования,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: kalibryk.m@gmail.com

Ekaterina M. Podmar'kova

candidate of technical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-departments
of computer-aided design 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 31.05.2021

Поступила после рецензирования/Revised 24.06.2021

Принята к публикации/Accepted 12.07.2021

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАДРОВ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В. Д. Сазыкина¹, М. А. Митрохин²

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

¹ sazykinavd@yandex.ru, ² mmax83@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматриваются основные недостатки традиционных подходов к обнаружению движущихся объектов в видеопотоке. Обосновывается необходимость использования новых подходов на базе глубокого обучения. *Материалы и методы.* В качестве перспективного направления в решении задачи обнаружения движущихся объектов в видеопотоке предлагается использовать генеративную состязательную сеть. Для сохранения семантически в процессе нормализации – метод пространственно-адаптивной нормализации. Совместно с методом пространственно-адаптивной нормализации предлагается применить метод семантической сегментации и метод оценки оптического потока. *Результаты.* В результате исследования был разработан метод прогнозирования кадров. Предложено использовать блоки Multi-SPADE и повторное применение сети деформационных объемов «Devon» к спрогнозированному и реальному, смежному во времени кадрам. *Выводы.* Предложенный метод прогнозирования кадров видеопоследовательности может служить основой для построения метода обнаружения движущихся объектов.

Ключевые слова: глубокое обучение, генеративная состязательная сеть, пространственно-адаптивная нормализация, карта пространства, семантическая сегментация, сеть встраивания меток, оптический поток, сеть деформационных объемов

Для цитирования: Сазыкина В. Д., Митрохин М. А. Метод прогнозирования кадров видеопоследовательности на основе генеративных нейронных сетей // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 3. С. 91–97. doi:10.21685/2227-8486-2021-3-9

METHOD OF PREDICTION OF VIDEO SEQUENCE FRAMES BASED ON GENERATIVE NEURAL NETWORKS

V.D. Sazykina¹, M.A. Mitrokhin²

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

¹ sazykinavd@yandex.ru, ² mmax83@mail.ru

Abstract. *Background.* The main disadvantages of traditional approaches to detecting moving objects in a video stream are considered. The need for new approaches based on in-depth learning is justified. *Materials and methods.* As a promising direction in solving the problem of detecting moving objects in a video stream, the use of a generative adversarial network is proposed. To preserve semantically in the process of normalization a method

of spatial-adaptive normalization is proposed. Together with the method of spatial-adaptive normalization, it is proposed to use the method of semantic segmentation and the method of estimating optical flow. *Results.* As a result of the research, a method of forecasting video frames was developed. It is proposed to use Multi-SPADE blocks, and the repeated application of the "Devon" network of deformation volumes to the predicted frame and the real one, adjacent in time. *Conclusions.* The proposed method for predicting frames of a video sequence can be used for constructing a method for detecting moving objects.

Keywords: deep learning, generative adversarial network, spatial-adaptive normalization, space map, semantic segmentation, label embedding network, optical flow, deformable volume network

For citation: Sazykina V.D., Mitrokhin M.A. Method of prediction of video sequence frames based on generative neural networks. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2021;(3): 91–97. (In Russ.). doi:10.21685/2227-8486-2021-3-9

Введение

Традиционные подходы к обнаружению движущихся объектов в видео-поток обычно сводятся к сравнению пикселей последовательности кадров [1] и вычислению оптического потока [2]. Повысить эффективность обнаружения объектов позволяют подходы, основанные на предсказании движения пикселей в будущем кадре, предполагающие известным закон движения [3]. Одним из основных недостатков этих подходов является то, что прогнозирование движения подвержено ошибкам из-за различных факторов, таких как освещенность, нелинейность движения объектов, сложный фон и т.д. Существует ряд методов, основанных на глубоком обучении, наследующих эту идею. Глубокие сети показывают удовлетворительные результаты при обработке сложных движений в динамической сцене.

Прогнозирование не отдельных частей, а целиком кадра видеопоследовательности – это многообещающее направление исследований в области компьютерного зрения. Прогнозирование будущих кадров из набора последовательно предшествующих может использоваться для обнаружения движущихся объектов и аномальных событий. Данная задача имеет широкую прикладную ценность в таких областях, как робототехника и автономное вождение.

Материалы и методы

Основным этапом решения задачи прогнозирования кадра является выбор архитектуры нейросети.

Генеративная состязательная сеть (GAN) – это среда машинного обучения для генерации данных, обучающаяся генерировать новые данные, которые следуют распределению, аналогичному распределению в обучающих наборах. GAN включает в себя две состязательные сети, сеть генератора и сеть дискриминатора. Генератор стремится сгенерировать правдоподобный выходной сигнал, чтобы «обмануть» дискриминатор, в то время как дискриминатор пытается правильно классифицировать сгенерированные данные [4]. Классическая схема GAN-архитектуры представлена на рис. 1.

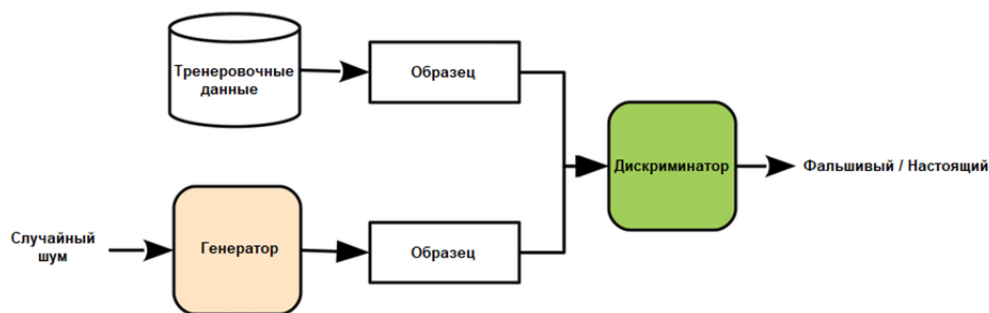


Рис. 1. Схема архитектуры GAN

Одним из самых популярных типов GAN, в частности для генерации изображений, стала архитектура глубокой сверточной генеративной состязательной сети (DCGAN) [5]. Именно данную архитектуру предлагается использовать для дальнейшего исследования. Ключевым отличием архитектуры DCGAN от GAN является применение модели сети для генератора и дискриминатора – глубоких сверточных сетей. Схемы генератора и дискриминатора DCGAN представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

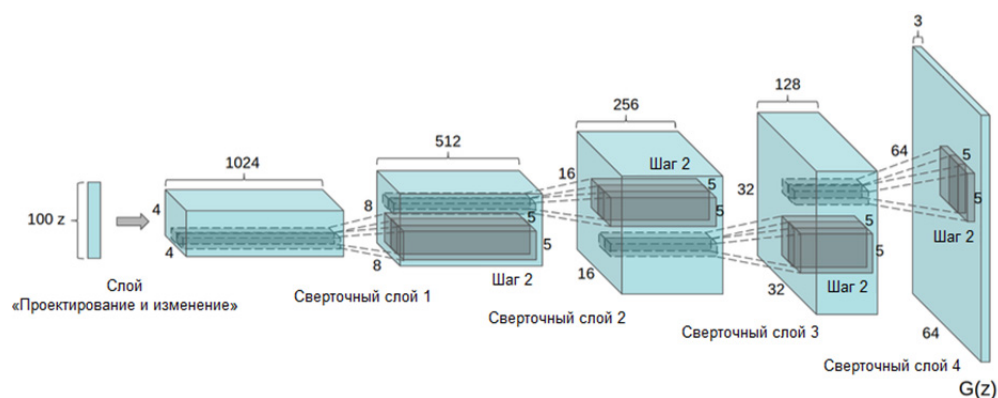


Рис. 2. Схема генератора архитектуры DCGAN

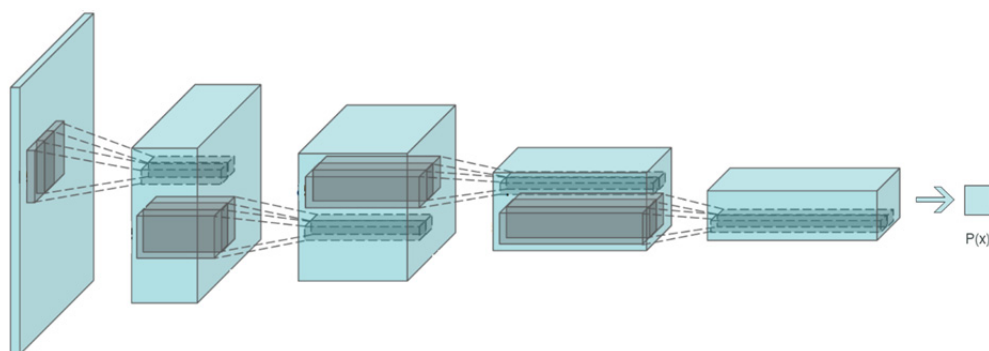


Рис. 3. Схема дискриминатора архитектуры DCGAN

В архитектуре DCGAN семантический макет напрямую передается в качестве входных данных в глубокую сеть, которые затем обрабатываются с помощью стеков слоев свертки, нормализации и нелинейности. Согласно

исследованиям [6] это не оптимально, поскольку слои нормализации имеют тенденцию «смывать» семантическую информацию. Чтобы решить эту проблему, в работе [6] предлагается использовать метод пространственно-адаптивной нормализации (SPADE), схема которого представлена на рис. 4.

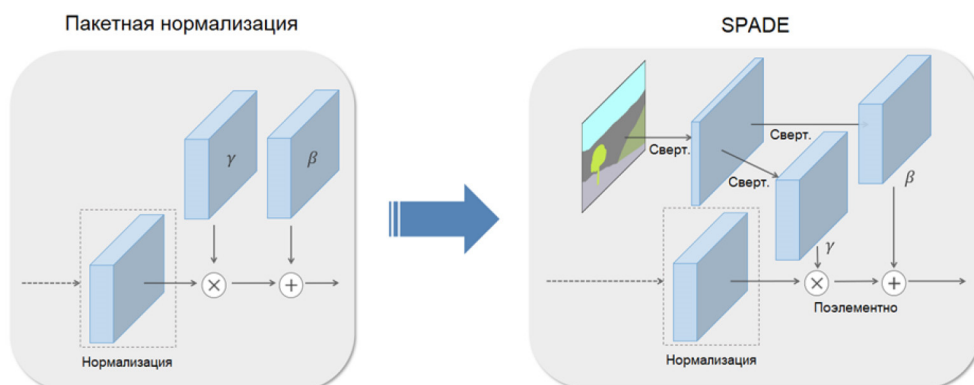


Рис. 4. Схема метода SPADE

Данный метод предполагает использование макета ввода для модуляции активаций в слоях нормализации с помощью пространственно-адаптивного, обученного преобразования. Согласно исследованию [6] применение пространственно-адаптивной нормализации позволяет синтезировать значительно лучшие результаты по сравнению с другими методами нормализации.

В качестве основного компонента генератора возможно использование блоков Multi-SPADE, каждый из которых состоит из нескольких SPADE-слоев. Предполагается, что каждый SPADE-слой принимает на вход карту пространства: семантическую сегментацию, оптическую деформацию и выход предыдущего слоя в виде оптического потока. Затем внутри слоя применяются соответствующие преобразования на промежуточных картах признаков. Схема применения Multi-SPADE блоков представлена на рис. 5.

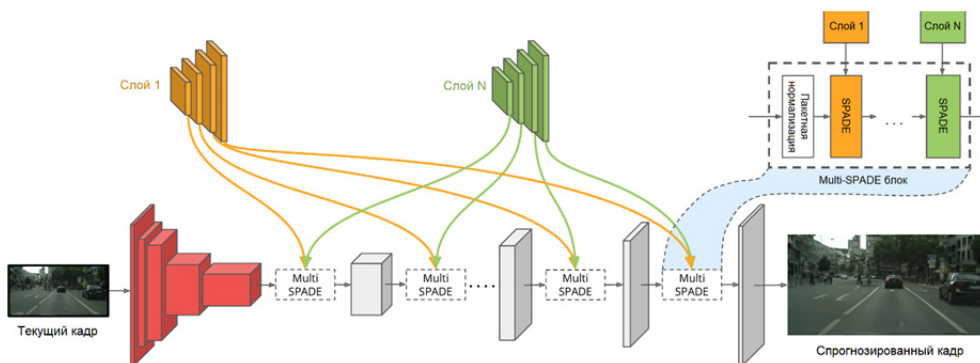


Рис. 5. Схема применения Multi-SPADE блоков

В качестве подхода семантической сегментации предлагается применить метод под названием «Label Embedding Network» [7], который может изучать представление меток (встраивание меток) в процессе обучения глубоких сетей. С помощью предлагаемого метода встраивание меток адаптивно и автоматически осуществляется посредством обратного распространения оши-

бок. Функция потерь, представленная исходным унитарным кодом, преобразуется в новую функцию потерь с «мягким» распределением, так что изначально несвязанные метки постоянно взаимодействуют друг с другом в процессе обучения. В результате обученная модель может достичь существенно более высокой точности и более высокой скорости сходимости [7]. Согласно исследованию [7] экспериментальные результаты, основанные на соревновательных задачах, демонстрируют эффективность применения данного метода.

Современные модели нейронных сетей оценивают оптический поток большого смещения в нескольких разрешениях и используют деформацию для распространения оценки между двумя разрешениями. Несмотря на их впечатляющие результаты, известно, что у этого подхода есть две проблемы. Во-первых, оценка оптического потока с несколькими разрешениями не работает в ситуациях, когда небольшие объекты движутся быстро. Во-вторых, деформация создает артефакты, когда происходит окклюзия или дисклюзия. Для решения данных проблем в качестве подхода определения деформации предлагается применить сеть деформационных объемов «Deformable Volume Network – Devon» [8], которая может оценивать разномасштабный оптический поток в едином высоком разрешении на эффективном уровне [8].

Результаты

В результате применения и объединения перечисленных подходов в контексте обнаружения движущегося объекта разработан метод прогнозирования кадра видеопоследовательности. Общая схема прогнозирования кадра видеопоследовательности с использованием всех рассмотренных подходов представлена на рис. 6.

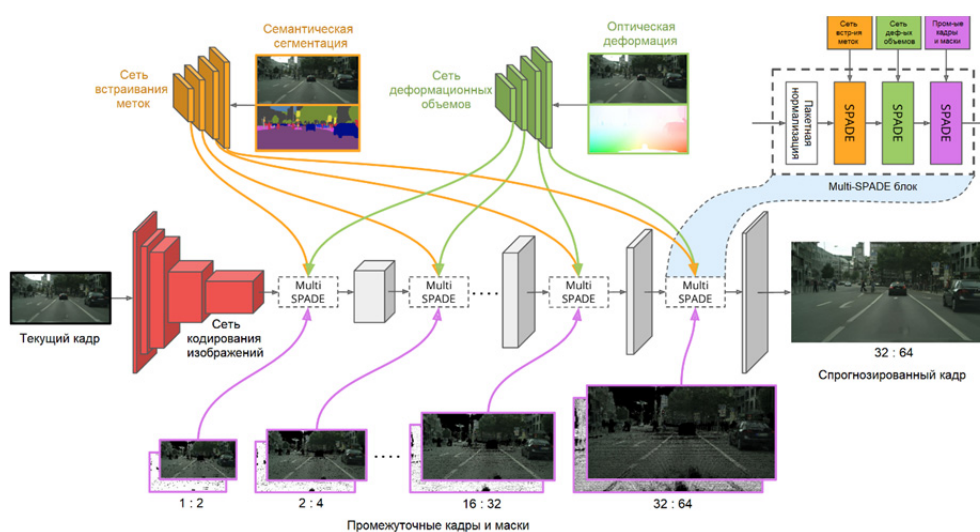


Рис. 6. Общая схема прогнозирования кадра видеопоследовательности с использованием нейронных сетей

Метод базируется на использовании блоков Multi-SPADE, слои которых последовательно принимают на вход карту пространства: семантическую сегментацию, оптическую деформацию и выход предыдущего слоя в виде оптического потока. Ключевым подходом для обнаружения движущегося объекта в видеопотоке является повторное применение сети деформацион-

ных объемов «Devon» к спрогнозированному и реальному, смежному во времени кадрам.

Реализация разработанного метода возможна с использованием таких инструментов, как кроссплатформенный фреймворк Qt, библиотека машинного обучения libtorch с поддержкой Nvidia CUDA [9, 10], а также библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения – OpenCV [1]. Дальнейшее исследование направлено на определение эффективности предлагаемого метода и конечной реализации.

Заключение

Рассмотрено применение глубокого обучения, в частности архитектуры DCGAN, в качестве подхода к обнаружению движущихся объектов в видеопотоке. Для основных компонентов архитектуры выполнен анализ современных подходов, выбраны методы и решения, позволяющие повысить эффективность обнаружения объектов. Предполагаемая эффективность базируется на результатах исследований, посвященных областям, соответствующим методам. В результате применения выбранных подходов разработан метод обнаружения движущихся объектов в видеопотоке. В качестве вектора дальнейшего исследования предложены реализация разработанного метода и получение данных, позволяющих выполнить сравнительный анализ с существующими аналогами.

Список литературы

1. Гарсия Б. Г., Суарес Д. О., Аранда Э. Л. [и др.]. Обработка изображений с помощью OpenCV. М. : ДМК, 2016. 210 с.
2. Fleet D. J., Weiss Y. Optical Flow Estimation // Handbook of Mathematical Models in Computer Vision, 2006. URL: <https://www.cs.toronto.edu/~fleet/research/Papers/flowChapter05.pdf> (дата обращения: 08.07.2021).
3. Сазыкина В. Д., Митрохин М. А. Обработка изображений с динамическим фоном // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XVI Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 27–29 ноября 2019 г.). Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. 312 с.
4. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., Xu B. Generative Adversarial Networks, 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.2661> (дата обращения: 08.07.2021).
5. Radford A., Metz L., Chintala S. Unsupervised Representation Learning With Deep Convolutional Generative Adversarial Networks, 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1511.06434> (дата обращения: 08.07.2021).
6. Park T., Liu M., Wang T., Zhu J. Semantic Image Synthesis with Spatially-Adaptive Normalization (SPADE), 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1903.07291> (дата обращения: 08.07.2021).
7. Sun X., Wei B., Ren X., Ma S. Label Embedding Network: Label Embedding Network: Learning Label Representation For Soft Training Of Deep Networks, 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1710.10393> (дата обращения: 08.07.2021).
8. Lu Y., Valmadre J., Wang H. [et all.]. Devon: Deformable Volume Network for Learning Optical Flow, 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/1802.07351> (дата обращения: 08.07.2021).
9. Макмахан Б., Рао Д. Знакомство с PyTorch. СПб. : Питер, 2020. 256 с.
10. PyTorch C++ API. URL: <https://pytorch.org/cppdocs/> (дата обращения: 08.07.2021).

References

1. Garsiya B.G., Suares D.O., Aranda E.L. [et al.]. *Obrabotka izobrazheniy s pomoshch'yu OpenCV = Image processing with OpenCV*. Moscow: DMK, 2016:210. (In Russ.)
2. Fleet D.J., Weiss Y. Optical Flow Estimation. *Handbook of Mathematical Models in Computer Vision, 2006*. Available at: <https://www.cs.toronto.edu/~fleet/research/Papers/flowChapter05.pdf> (accessed 08.07.2021).
3. Sazykina V.D., Mitrokhin M.A. Image processing with dynamic background. *Novye informatsionnye tekhnologii i sistemy: sb. nauch. st. XVI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (g. Penza, 27–29 noyabrya 2019 g.) = New information technologies and systems : collection of scientific Articles XVI Inter-dunar. scientific-technical. conf. Penza: Izd-vo PGU, 2019:312*. (In Russ.)
4. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., Xu B. *Generative Adversarial Networks, 2014*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1406.2661> (accessed 08.07.2021).
5. Radford A., Metz L., Chintala S. *Unsupervised Representation Learning With Deep Convolutional Generative Adversarial Networks, 2015*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1511.06434> (accessed 08.07.2021).
6. Park T., Liu M., Wang T., Zhu J. *Semantic Image Synthesis with Spatially-Adaptive Normalization (SPADE), 2019*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1903.07291> (accessed 08.07.2021).
7. Sun X., Wei B., Ren X., Ma S. *Label Embedding Network: Label Embedding Network: Learning Label Representation For Soft Training Of Deep Networks, 2017*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1710.10393> (accessed 08.07.2021).
8. Lu Y., Valmadre J., Wang H. [et al.]. *Devon: Deformable Volume Network for Learning Optical Flow, 2020*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1802.07351> (accessed 08.07.2021).
9. Makmakhan B., Rao D. *Znakomstvo s PyTorch = Acquaintance with PyTorch*. Saint Petersburg: Piter, 2020:256. (In Russ.)
10. *PyTorch C++ API*. Available at: <https://pytorch.org/cppdocs/> (accessed 08.07.2021).

Информация об авторах / Information about the authors

Валерия Дмитриевна Сазыкина
аспирант,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: sazykinavd@yandex.ru

Valeriya D. Sazykina
Postgraduate student,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Максим Александрович Митрохин
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
вычислительной техники,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: mmax83@mail.ru

Maxim A. Mitrokhin
Doctor of technical sciences, professor,
head of the sub-department
of computer engineering,
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 30.04.2021

Поступила после рецензирования/Revised 26.06.2021

Принята к публикации/Accepted 12.07.2021

**ПОЗДРАВЛЯЕМ НАШЕГО ПАРТНЕРА,
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ, С 30-ЛЕТИЕМ
НЕЗАВИСИМОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**CONGRATULATIONS TO OUR PARTNER,
KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER
AL-FARABI, WITH THE 30th ANNIVERSARY
OF INDEPENDENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

На протяжении всей своей истории Пензенский государственный университет уделяет особое внимание кооперации и сотрудничеству с ведущими зарубежными университетами. По вопросам образования и науки ПГУ взаимодействует с более чем ста вузами по всему миру, активно позиционируя себя в глобальном мировом пространстве. В их числе и Казахский национальный университет имени Аль-Фараби. Наши ученые работают над совместными исследованиями, осуществляют экспертную деятельность, организуют международные научно-практические конференции и публикуют результаты проведенных исследований на страницах журнала «Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе».

В этом году празднуется 30-летие независимости Республики Казахстан. 16 декабря 1991 г. был принят Конституционный закон «О государственной независимости Республики Казахстан». За годы суверенного развития Казахстан вошел в число 50 самых развитых стран мира, досрочно реализовал Стратегию-2030, начал осуществление Стратегии-2050, Плана нации «100 конкретных шагов: современное государство для всех».

Казахский национальный университет имени аль-Фараби является одним из ключевых вузов страны, внесших огромный вклад в формирование корпуса конкурентоспособных специалистов с современным элитным высшим образованием, ориентированных на решение проблем интенсивного развития важнейших направлений экономики, науки и общественной жизни страны. С получением независимости Казахский государственный институт имени С. М. Кирова был переименован в университет и ему было присвоено имя великого казахского энциклопедиста и ученого, мыслителя Востока – Абу Насыр аль-Фараби.

Сегодня Казахский национальный университет имени аль-Фараби является единственным вузом в Казахстане, который вошел в топ-200 лучших университетов мира в глобальном рейтинге QS, поднявшись на 175 позицию. Тем самым ведущее высшее учебное заведение Казахстана успешно выполнило задачу, поставленную Президентом Н. А. Назарбаевым и заложенную в Госпрограмме развития образования и науки Республики Казахстан по вхождению к 2020 г. как минимум двух казахстанских вузов в топ-200 лучших университетов мира. КазНУ подтвердил свое соответствие высокому уровню в мировом научно-образовательном пространстве.

Об особом международном признании научно-технологического потенциала университета свидетельствует создание в КазНУ учебно-научных центров и лабораторий всемирно известных компаний Hewlett-Packard, Cisco, Intel, Konica minolta, Microsoft. Совместно с зарубежными партнерами из России, США, Великобритании, Китая, Германии, Финляндии, Японии и других стран

выполняются 56 крупных международных научных проектов, финансируемых ИНТАС, МАГАТЭ, ЕС, НАТО, Всемирным банком, ЮНЕСКО.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби включает 16 факультетов естественно-научного, инженерно-технического и социально-гуманитарного направлений. Научная система насчитывает 8 научно-исследовательских институтов и 29 научных центров. Здесь действуют свыше 140 научных и учебно-исследовательских лабораторий. В кампусе университета функционируют медицинский диагностический центр, дворец студентов, центр обслуживания студентов, спортивно-оздоровительный лагерь.

Наука является стратегически важной сферой человеческой деятельности, основополагающим ресурсом страны, который во многом обеспечивает ее экономический рост. В связи с этим в большинстве стран мира уделяют огромное внимание развитию научной сферы, повышению ее результативности. Университет активно участвует не только в казахстанских, но и в крупных международных проектах. В вузе реализуется около 500 научных проектов с общим бюджетом более 18 млн долл. США по наиболее важным направлениям научно-технического развития страны. Учеными университета получено более 400 патентов и авторских свидетельств. Кроме того, ученые-физики выполняют совместные международные научные проекты с крупнейшей в мире лабораторией физики высоких энергий Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN), Институтом ядерной физики и Национальным ядерным центром. В рамках таких проектов преподаватели и студенты имеют возможность пройти стажировки, выполнить свои экспериментальные работы на базе этих лабораторий. Реализуется очень серьезный проект по разработке искусственного спутника земли. В открытый космос уже запущены два наноспутника, которые содействуют решению актуальных вопросов сельского хозяйства и экологии. Выполняемые научные проекты по наночастицам имеют весомые результаты. Университет признан лидером среди вузов страны по количеству публикаций в ведущих журналах по версии двух международных баз данных – Web of Science и Scopus. Каждая пятая публикация казахстанских авторов в высокорейтинговых научных изданиях – это вклад ученых КазНУ.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби принимает активное участие в защите экологии и окружающей среды, ведет исследования и разрабатывает проекты альтернативных и возобновляемых источников энергии, проводит работу по продвижению идей устойчивого развития. КазНУ занимает лидирующую позицию в работе глобального хаба ООН по устойчивому развитию (UNAI). Университет активно продвигает принципы и глобальные инициативы ООН и ЮНЕСКО в рамках научных проектов, многие из которых реализуются студентами университета, осуществляет деятельность в области устойчивого развития.

Сегодня КазНУ успешно сотрудничает более чем с 300 крупнейшими университетами мира, является членом Международной, Европейской и Евразийской ассоциаций университетов, Всемирного консорциума университетов и т.д. КазНУ продолжает деятельность в рамках консорциума двух международных сетевых университетов – университета Шанхайской организации сотрудничества (УШОС) и сетевого Открытого университета Содружества Независимых Государств. КазНУ активно развивает с ведущими вузами мира двудипломное образование. Ежегодно более тысячи иностранных

студентов и преподавателей выбирают этот университет для обучения и прохождения научных стажировок.

Таким образом, Казахский национальный университет имени аль-Фараби – один из наиболее динамично развивающихся научно-образовательных центров страны. Основная миссия университета заключается в становлении его как глобального центра образования и науки. Формирование креативной, научной, инновационной среды, а также подготовка исследователей и специалистов, ярких и успешных членов общества, способных в совместной работе решать важнейшие научно-технологические задачи на благо всего человечества, являются основными задачами, которые стоят перед университетом.