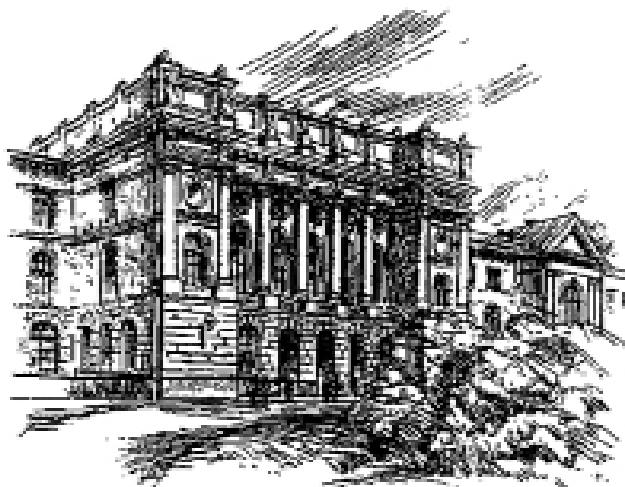


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ISSN 2782-6015

π -ECONOMY

Том 17, № 1, 2024

Санкт-Петербург
2024

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акаев А.А., иностр. член РАН, д-р физ.-мат. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

Квинт В.Л., иностр. член РАН, д-р экон. наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

Клейнер Г.Б., чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия;

Окрепилов В.В., академик РАН, д-р экон. наук, профессор, Институт проблем региональной экономики РАН, Санкт-Петербург, Россия;

Смешко О.Г., д-р экон. наук, Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Глухов В.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;

Заместитель главного редактора – Бабкин А.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;

Адаменко А.А., д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры теории бухгалтерского учета Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия;

Басарева В.Г., д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник, Сибирский Федеральный Научный Центр Агробиотехнологий РАН, Краснообск, Россия;

Булатова Н.Н., д-р экон. наук, профессор, Восточно-Сибирский гос. университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия;

Буркальцева Д.Д., д-р экон. наук, профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия;

Бухвальд Е.М., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики РАН, Москва, Россия;

Васильева З.А., д-р экон. наук, профессор, директор Института управления бизнес-процессами, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия;

Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор, Курский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Курск, Россия;

Гамидуллаева Л.А., д-р экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Менеджмент и государственное управление» Пензенского государственного университета, Пенза, Россия;

Журавлев Д.М., д-р экон. наук, директор НИИ Социальных систем Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

Ильина И.Е., д-р экон. наук, Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере, Москва, Россия;

Качалов Р.М., д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия;

Корягин С.И., д-р техн. наук, профессор, Инженерно-технический институт Балтийского федерального университета имени И. Канта, Калининград, Россия;

Лычагин М.В., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики и организации производства СО РАН, Новосибирск, Россия; Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия;

Мальшев Е.А., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет / SMTU, Санкт-Петербург, Россия;

Мамраева Д.Г., канд. экон. наук, Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан;

Махмудова Г.Н., д-р экон. наук, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан;

Мерзликина Г.С., д-р экон. наук, профессор, Волгоградский гос. технический университет, Волгоград, Россия;

Нехорошева Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Белорусский гос. экономический университет, Минск, Республика Беларусь;

Очилов А.О., д-р экон. наук, профессор, Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан;

Писарева О.М., канд. экон. наук, Институт информационных систем, Государственный университет управления, Москва, Россия;

Плотников В.А., д-р экон. наук, профессор кафедры общей экономической теории и истории Санкт-Петербургского государственного экономического университета, Санкт-Петербург, Россия;

Пшеничников В.В., канд. экон. наук, доцент, Воронежский гос. аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, Россия;

Тренина И.А., д-р экон. наук, доцент, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия;

Устинова Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Российская государственная академия интеллектуальной собственности, Москва, Россия;

Чупров С.В., д-р экон. наук, профессор, Байкальский гос. университет, Иркутск, Россия;

Юдина Т.Н., д-р экон. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Сетевое издание публикует научные статьи и обзоры на русском и английском языках в области региональной и отраслевой экономики, управления экономическими системами, математических методов экономики.

С 2002 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, где публикуются основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Сетевое издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-52146 от 11 декабря 2012 г.

Сведения о публикациях представлены в Реферативном журнале ВИНТИ РАН, в международной справочной системе «Ulrich's Periodical Directory», в базах данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), Google Scholar, EBSCO, ProQuest, ROAD, DOAJ.

Учредитель и издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

Редакция журнала

д-р экон. наук, профессор В.В. Глухов – председатель редколлегии; д-р экон. наук, профессор А.В. Бабкин – зам. председателя редколлегии;

А.А. Родионова – секретарь редакции; А.А. Кононова – компьютерная вёрстка; Д.Ю. Алексеева – редактирование английского языка.

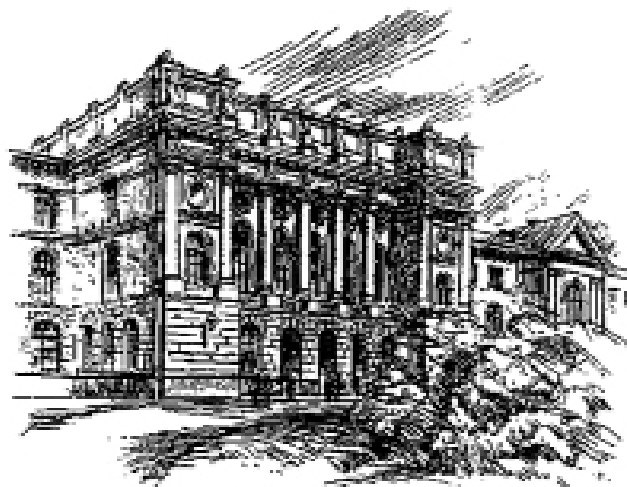
Адрес редакции: Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

Телефон редакции: +7 (812) 552-62-16, e-mail редакции: economy@spbstu.ru

Дата выхода: 29.02.2024

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION



ISSN 2782-6015

π -ECONOMY

Vol. 17, no. 1, 2024

Saint Petersburg

2024

π -ECONOMY

EDITORIAL COUNCIL

A.A. Akaev – foreign member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc. (phys.-math.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
G.B. Kleiner – corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Central Economics and Mathematics Institute Russian Academy of Sciences, Russia;
V.L. Kvint – foreign member of the Russian Academy of Sciences (USA), Lomonosov Moscow State University, Russia;
V.V. Okrepilov – full member of the Russian Academy of Sciences, Institute for Problem Regional Economics RAS, Russia;
O.G. Smeshko – Dr.Sc. (econ.), St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, Russia.

EDITORIAL BOARD

V.V. Gluhov – Dr.Sc. (econ.), prof., head of the editorial board, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;
A.V. Babkin – Dr.Sc. (econ.), prof., deputy head of the editorial board, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;
A.A. Adamenko – Dr.Sc. (econ.), prof., Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia;
V.G. Basareva – Dr.Sc. (econ.), prof., Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia;
E.M. Buhval'd – Dr.Sc. (econ.), prof., Institute of Economics Russian Academy of Sciences, Russia;
N.N. Bulatova – Dr.Sc. (econ.), prof., East-Siberian State University of Technology and Management, Russia;
D.D. Burkaltseva – Dr.Sc. (econ.), V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia;
S.V. Chuprov – Dr.Sc. (econ.), prof., Baikal State University, Russia;
L.A. Gamidullaeva – Dr.Sc. (econ.), Penza State University, Russia;
I.E. Ilina – Dr.Sc. (econ.), Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology, Russia;
R.M. Kachalov – Dr.Sc. (econ.), prof., Central Economics and Mathematics Institute Russian Academy of Sciences, Russia;
S.I. Koryagin – Dr.Sc. (tech.), prof., Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia;
M.V. Lychagin – Dr.Sc. (econ.), prof., Novosibirsk State University, Russia;
G.N. Makhmudova – Dr.Sc. (econ.), National university of Uzbekistan, Uzbekistan;
E.A. Malyshev – Dr.Sc. (econ.), prof., SMTU, Russia;
D.G. Mamraeva – Assoc. Prof. Dr., PhD, Karaganda University named after academician Y.A. Buketov, Kazakhstan;
G.S. Merzlikina – Dr.Sc. (econ.), prof., Volgograd State Technical University, Russia;
L.N. Nehorosheva – Dr.Sc. (econ.), prof., Belarus State Economic University, Republic of Belarus;
A.O. Ochilov – Dr.Sc. (econ.), prof., Karshi State University, Uzbekistan;
O.M. Pisareva – Assoc. Prof. Dr., State University of Management, Russia;
V.A. Plotnikov – Dr.Sc. (econ.), prof., St. Petersburg State University of Economics, Russia;
V.V. Pshenichnikov – Assoc. Prof. Dr., Voronezh State Agricultural University, Russia;
I.A. Tronina – Dr.Sc. (econ.), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S., Russia;
L.N. Ustinova – Dr.Sc. (econ.), prof., Russian State Academy of Intellectual Property, Russia;
Z.A. Vasilyeva – Dr.Sc. (econ.), prof., Siberian Federal University, Russia;
U.V. Vertakova – Dr.Sc. (econ.), prof., Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia;
D.M. Zhuravlev – Dr.Sc. (econ.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
T.N. Yudina – Dr.Sc. (econ.), Lomonosov Moscow State University, Russia.

The online journal publishes research papers and reviews in Russian and English on regional and industrial economics, management of economic systems, mathematical methods in economics.

The journal is included in the List of Leading Peer-Reviewed Scientific Journals and other editions to publish major findings of PhD theses for the research degrees of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences.

The publications are presented in the VINITI RAS Abstract Journal and Ulrich's Periodical Directory International Database, EBSCO, ProQuest, Google Scholar, ROAD, DOAJ.

The journal is registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR). Certificate ПИ № ФС77-52146 issued December 11, 2012.

Editorial office

Dr.Sc., Professor V.V. Gluhov – Head of the editorial board, Dr.Sc., Professor A.V. Babkin – Deputy head of the editorial board; A.A. Rodionova – editorial manager; A.A. Kononova – computer layout; D.Yu. Alekseeva – English translation.

Address: 195251 Polytekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

+7 (812) 552-62-16, e-mail: economy@spbstu.ru

Release date: 29.02.2024

© Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2024

Содержание

Цифровая экономика: теория и практика

Фролов К.В., Бабкин А.В., Фролов А.К. Понятие и сущность цифровизации и цифровой трансформации на основе фундаментальных и прикладных аспектов системно-кибернетической теории.....	7
Мян В.И. Модели прогнозирования с применением искусственного интеллекта в отраслевой экономике.....	27
Булатова Н.Н., Дугина Е.Л., Доржиева Е.В. Цифровое развитие региональной транспортно-логистической инфраструктуры.....	41

Региональная и отраслевая экономика

Глухов В.В., Логинов А.Е. Оценка влияния телекоммуникационной инфраструктуры на рост национальной экономики.....	55
Гамидуллаева Л.А. Региональная экономическая устойчивость: библиометрический анализ исследований.....	70

Управление инновациями

Кирильчук С.П., Морозова И.А. Форсайт инновационных процессов в энвиронике производственных систем.....	88
Самайбекова З.К. «Доковидные» и «постковидные» тренды развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах.....	103
Балабенко Е.В., Бородацкая А.В., Брайла Н.В. Методика оценки строительного комплекса: корпоративный уровень.....	113

Экономическая безопасность

Солобнева М.В., Сащенко А.Ю. Совершенствование методов обеспечения экономической безопасности рыбной промышленности.....	126
--	-----

Contents

Digital economy: theory and practice

Frolov K.V., Babkin A.V., Frolov A.K. Concept and essence of digitalization and digital transformation based on fundamental and applied aspects of the systems-cybernetic theory.....	7
Myan V.I. Forecasting models using artificial intelligence in sectoral economy.....	27
Bulatova N.N., Dugina E.L., Dorgieva E.V. Digital development of regional transport infrastructure...	41

Regional and branch economy

Glukhov V.V., Loginov A.E. Assessing the impact of telecommunications infrastructure on the growth of national economy.....	55
Gamidullaeva L.A. Regional economic resilience: bibliometric analysis of the research.....	70

Innovations management

Kirilchuk S.P., Morozova I.A. Foresight of innovative processes in the environs of production systems.....	88
Samaibekova Z.K. Pre- and post-Covid trends in the development of strategic HR management in innovative business structures.....	103
Balabenko E.V., Borodatskaya A.V., Braila N.V. Methodology for assessing construction industry: corporate level.....	113

Economic safety

Solobneva M.V., Sashchenko A.Yu. Improving methods and mechanisms for ensuring economic security of the fishing industry.....	126
--	-----

Цифровая экономика: теория и практика Digital economy: theory and practice

Обзорная статья

УДК 65.011.56

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17101>



ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТОВ СИСТЕМНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

К.В. Фролов , А.В. Бабкин , А.К. Фролов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

frolov_ak@spbstu.ru

Аннотация. Цифровизация, явление, которое продолжает активно развиваться в мире, сталкивается с отсутствием четкого, методологически консолидированного определения в литературных источниках. Несмотря на его долгий путь развития, понятие цифровизации и тесно связанного с ним термина «цифровая трансформация» на сегодняшний день не имеют единого, научно-прикладного определения. В одной из статей приводится следующее определение цифровизации: «Цифровизация — это о системах взаимодействия и системах понимания оцифрованных данных». В этом контексте также упоминается интерпретация Гартнера, где под цифровизацией понимается воздействие на бизнес-модель компании и её эффективность. Авторы статьи предлагают более полное определение понятий «цифровизация», а также «цифровая трансформация» (которые неразрывно связаны друг с другом), основанное на базовых понятиях системно-кибернетической теории и общей методологии архитектуры предприятия. Отсутствие четкого определения цифровизации не препятствует её развитию, поскольку понятие интуитивно понятно, и специалисты находят общий язык. Тем не менее, отсутствие логически структурированного подхода к определению данного понятия и смежных терминов является препятствием для развития методологии, таксономий и коммуникации между специалистами. Это влияет на скорость, эффективность и безопасность развития цифровизации и связанных с ней направлений в науке и инженерии. Решение этой проблемы станет ключевым фактором для более успешного и устойчивого развития цифровизации в будущем. Вниманию читателя предлагается подход, основанный на анализе сложившейся практики автоматизации в его эволюционном аспекте, выполненный с привлечением базовых понятий системно-кибернетической теории, общей методологии архитектуры предприятия (Enterprise Architecture). Анализ цифровизации с использованием упомянутых инструментов поможет сформировать научно обусловленный, структурированный взгляд на данное понятие и сформулировать некоторые элементы таксономии в этой области. Применяя полученный метод, авторами предложено понятие «цифровизация», а также «цифровая трансформация» (которая неразрывно связана с предыдущим понятием). В статье авторы ограничили область, в которой анализируется цифровизация, корпоративным сектором.

Ключевые слова: цифровизация, архитектура предприятия, прикладные системно-кибернетические знания, таксономия цифровой сферы, корпоративный сектор

Благодарности: Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 23-28-01316 «Стратегическое управление эффективным устойчивым ESG-развитием многоуровневой киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа в циркулярной экономике на основе концепции Индустрия 5.0: методология, инструментарий, практика», <https://rscf.ru/project/23-28-01316>

Для цитирования: Фролов К.В., Бабкин А.В., Фролов А.К. (2024) Понятие и сущность цифровизации и цифровой трансформации на основе фундаментальных и прикладных аспектов системно-кибернетической теории. П-Economy, 17 (1), 7–26. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17101>



CONCEPT AND ESSENCE OF DIGITALIZATION AND DIGITAL TRANSFORMATION BASED ON FUNDAMENTAL AND APPLIED ASPECTS OF THE SYSTEMS-CYBERNETIC THEORY

K.V. Frolov , A.V. Babkin , A.K. Frolov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation

frolov_ak@spbstu.ru

Abstract. Digitalization, a phenomenon that continues to actively develop in the world, is faced with the lack of a clear, methodologically consolidated definition in literary sources. Despite its long development path, the concept of digitalization and the closely related term “digital transformation” currently do not have a single scientific and applied definition. One of the articles provides the following definition of digitalization: “Digitalization is about the systems of interaction and the systems of understanding digitized data”. In this context, Gartner’s interpretation is also mentioned, where digitalization refers to the impact on the company’s business model and its effectiveness. The authors of the article propose a more complete definition of the concepts of “digitalization” and “digital transformation” (which are inextricably linked to each other), based on the basic concepts of systems-cybernetic theory and the general methodology of enterprise architecture. The lack of a clear definition of digitalization does not hinder its development, since the concept is intuitively understandable, and specialists find a common language. Nevertheless, the lack of a logically structured approach to the definition of this concept and related terms is an obstacle to the development of methodology, taxonomies and communication between specialists. This affects the speed, efficiency and security of the development of digitalization and related areas in science and engineering. Solving this problem will be a key factor for a more successful and sustainable development of digitalization in the future. The reader is offered an approach based on the analysis of the current practice of automation in its evolutionary aspect, performed using the basic concepts of systems-cybernetic theory, the general methodology of enterprise architecture. The analysis of digitalization using these tools will help to form a scientifically based, structured view of this concept and formulate some elements of taxonomy in this area. Applying the obtained method, the authors proposed the concept of “digitalization”, as well as “digital transformation” (which is inextricably linked with the previous concept). In the article, the authors limited the area in which digitalization is analyzed to the corporate sector.

Keywords: digitalization, enterprise architecture, applied systems and cybernetic knowledge, taxonomy of the digital sphere, corporate sector

Acknowledgements: The research was carried out within the framework of the Russian Science Foundation grant No. 23-28-01316 “Strategic management of effective sustainable ESG development of a multi-level cyber-social industrial ecosystem of a cluster type in a circular economy based on the concept of Industry 5.0: methodology, tools, practice”, <https://rscf.ru/project/23-28-01316>

Citation: Frolov K.V., Babkin A.V., Frolov A.K. (2024) Concept and essence of digitalization and digital transformation based on fundamental and applied aspects of the systems-cybernetic theory. *П-Economy*, 17 (1), 7–26. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17101>

Введение

Актуальность исследования

Вычислительные машины начали активно использоваться с 1960-х годов и тогда в литературе уже использовался термин digitization (оцифровка), но никакого отношения к современной семантике «цифровизации» он не имел. Несмотря на то, что цифровое представление данных уже тогда было очевидно для всех, кто имел хоть какое-то отношение к вычислительной технике, до первого упоминания цифровизации прошло более 30 лет. В 1995 году специалистом из Массачусетского университета Николасом Негропonte был предложен термин «цифровая экономика»,



которым он обозначил технологическую возможность уменьшения транзакционных издержек за счет использования коммуникационных возможностей интернета, реализуемых за счет обмена данными [1]. По другим источникам первое упоминание о цифровой экономике сделал канадский предприниматель и консультант Дон Тэпскотт в своей книге «Цифровая экономика» [2]. Прошло несколько лет, прежде чем цифровизация как термин стал широко используемым, он даже получил множество определений, каждое из которых раскрывает определенный аспект явления, например, определение, авторство которого признается за Всемирным Банком: «Цифровая экономика — система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий»¹.

Однако, несмотря на активное использование термина «цифровизация» в современной литературе, отсутствие общепризнанного научно-прикладного определения данного понятия и его связанного термина «цифровая трансформация» остается заметным. Эта недостаточная четкость методологической базы исследования оказывает влияние на эффективность и безопасность развития цифровизации, а также на прозрачность коммуникации и взаимодействия специалистов в данной области. В связи с этим возникает потребность в разработке структурированного подхода, который позволит выработать общепонятное определение цифровизации и ее компонентов, особенно в применении к корпоративному сектору. Для достижения этой цели необходимо обратиться к анализу эволюции практики автоматизации, системно-кибернетической теории и методологии архитектуры предприятия. Данный подход позволит создать основу для формирования устойчивого взгляда на цифровизацию и ее роль в современном бизнесе. Важно отметить, что анализ будет сфокусирован на корпоративном секторе, где цифровизация играет значительную роль в трансформации бизнес-процессов.

Литературный обзор

Несмотря на широкое использование термина «цифровизация», в настоящее время не сложилось единого понимания того, что представляет собой «цифровая экономика». Это отражает анализ определений, приведенных в научной литературе, в документах стратегического планирования, законодательных актах и иных источниках. В частности в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. N 203, программе «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. N 1632, а также зарубежной практике (Всемирный банк, Организация экономического сотрудничества и развития (36 стран) и др.) под цифровой экономикой понимают следующее:

- 1) «глобальная сеть экономических и социальных видов деятельности, которые поддерживаются благодаря таким платформам, как интернет, а также мобильные и сенсорные сети» (Правительство Австралии);
- 2) «экономика, которая главным образом функционирует за счет цифровых технологий, особенно электронных транзакций, осуществляемых с использованием интернета» (Оксфордский словарь);
- 3) «рынки на основе цифровых технологий, которые облегчают торговлю товарами и услугами с помощью электронной коммерции в Интернете» (ОЭСР);
- 4) «система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий (Всемирный банк);
- 5) «ведение бизнеса на рынках, опирающихся на интернет и/или Всемирную паутину» (BCS, Великобритания);
- 6 «экономика, способная предоставить высококачественную ИКТ-инфраструктуру и мобилизовать возможности ИКТ на благо потребителей, бизнеса и государства» (Исследовательский центр журнала «Economist» и компания IBM);

¹ World Development Report 2016: Digital Dividends (2016) The World Bank. [online] Available at: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr>

7) «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг» (Стратегия развития информационного общества РФ на 2017–2030 годы).

Сложности в формировании понятия и сущности цифровой экономики обусловлены ее особенностями и отличительными чертами по сравнению с традиционной индустриальной экономикой.

Особенности цифровой экономики [27–31]

Формирование цифровой экономики, цифровизация бизнес-процессов, цифровая трансформация промышленных предприятий и сервисных организаций обуславливает возникновение ряда особенностей:

1. Повышение эффективности экономических процессов. Увеличивая производительность труда (на 45–55%), применение новых технологий одновременно сокращает расходы на обслуживание оборудования (на 10–40%) и время простоя техники (на 30–50%), повышает показатели качества (на 10–20%) и уменьшает складские расходы (на 20–50%). Срок вывода новых товаров на рынок сжимается на 20–50%, точность прогнозирования продаж повышается до уровня 85% и выше.

2. Конкурентные преимущества. Поведение хозяйствующего субъекта становится массовым способом получения конкурентного преимущества, которое достигается за относительно короткий срок и удерживается относительно долго: рынок нового товара сегодня может быть создан за 3–10 лет и может удерживаться в почти монопольном состоянии десятилетие.

3. Изменение структуры занятости. Формирование и внедрение в экономику новых цифровых технологий приведет к сокращению рутинных рабочих мест и появлению вакансий в новых высокотехнологичных областях экономики.

4. Перераспределение экономического влияния стран на мировых рынках. С развитием «цифровой экономики» (прежде всего информационных технологий и сети Интернет) массовый характер приобретает конкуренция, которая экономистами середины XX века характеризовалась как «конкуренция за рынок» и, которая противопоставлялась ими «конкуренции на рынке» как явлению широко распространенному и общеизвестному. «Конкуренция за рынок» сводится к стремлению создать и ввести в оборот принципиально новый товар, который сделал бы ненужным ряд существующих товаров, функционально сходных с новым товаром, но проигрывающих ему по всем качественным и количественным характеристикам (иногда — просто несравнимый с существующими товарами). В настоящее время осуществляется переход от конкуренции на рынках к конкуренции за рынки.

5. Синергетический эффект. Существенное изменение воздействия барьеров входа (например, наличия на рынке сетевого эффекта) на конкуренцию на товарном рынке.

6. Развитие цифровых платежных систем и электронных денежных средств.

7. Активное расширение сфер реализации цифровой экономики. В настоящее время можно выделить наиболее развитые следующие: электронный бизнес (цифровые платформы): интернет-банкинг; образование; медицина; социальная сфера; промышленность — концепция Индустрия; телекоммуникации; информационные системы и технологии.

Отметим, что наличие сетевого эффекта буквально до начала нынешнего десятилетия XXI в. рассматривалось как почти непреодолимый барьер для входа конкурентов на рынок и даже давало возможность относить рынок к естественным монополиям, на котором частная экономическая власть рассматривалась в качестве неизбежного зла. Новые информационные технологии практически устраняют этот барьер: во-первых, они создают возможность конкуренции сетей, поскольку делают нулевой стоимость скоординированного перехода пользователя и группы его



абонентов из одной сети в другую сеть; во-вторых, они позволяют одному пользователю одновременно пользоваться несколькими сетями.

Отличительные черты цифровой экономики [27, 32, 33]

1. Виртуальность цифровой экономики. Цифровая экономика может существовать, только в виртуальном мире, представляя собой набор электрических сигналов, и данных, хранимых на различных носителях информации.

2. Зависимость от телекоммуникационных сетей и компьютерной техники. Данное отличие является ключевым между цифровой экономикой и реальной. При исчезновении телекоммуникационных сетей и компьютерной техники цифровая экономика становится невозможна, так как на их базе и строятся все формы виртуальной хозяйственной деятельности.

3. Непосредственное взаимодействие производителей и потребителей. Развитие информационных и коммуникационных технологий позволяет «состыковать» производителя с каждым конечным потребителем. Оказывается, возможным сократить длинные цепочки посредников, в том числе и институциональных за счет формирования цифровых платформ.

4. Персонифицированность. Цифровая экономика позволяет производить товары и оказывать услуги, которые отвечают требованиям и нуждам не среднестатистического потребителя, а каждого конкретного клиента.

5. Высокие темпы роста. Благодаря Интернету товары и услуги стали более доступны. Это привело к востребованию продуктов и росту развития цифровой экономики.

При формировании цифровой экономики можно выделить следующие тенденции (направления развития), которые также отражают современные особенности цифровой экономики [30, 35]:

В технологичном аспекте:

- социальные сети (социальные медиа);
- развитие и практическое применение мобильных технологий;
- бизнес-аналитика;
- использование новых современных технологий — облачные вычисления, большие данные, интернет вещей, искусственный интеллект, дополненная реальность и т.д.;
- информационная безопасность.

В правовом аспекте:

- совершенствование нормативно-правовой и законодательной базы (пример, применение криптовалют, цифровых финансовых активов, использование искусственного интеллекта и др.).

В институциональном:

- регулирование цифровой экономики;
- функции государства;
- органы \ институты управления цифровой экономикой.

В инфраструктурном:

- неравномерность развития отраслевых цифровых систем (банковский сектор, медицина, образование, транспорт — быстро развиваются; машиностроение, металлургия, ЖКХ, строительство — более медленно);
- региональные цифровые системы;
- системы и сети связи — разработка структуры, новые технологии (5 G);
- электронные услуги органов законодательной и исполнительной государственной власти и управления;
- производство телекоммуникационного и компьютерного оборудования;
- национальные базовые центры хранения, обработки и преобразования информации;
- центры передачи информации, — протоколы обмена данными;
- программное обеспечение.

Перечисленные особенности, отличительные черты, тенденции развития цифровой экономики отражают проблемы формирования и развития цифровой экономики в России, которые также сказываются на формировании единого терминологического аппарата [27, 30, 35]:

1. Отсутствие в полной мере разработанной законодательной и нормативно-правовой базы.
2. Необходимость формирования институциональной инфраструктуры.
3. Значительный разрыв в уровне развития и применения цифровых технологий в различных отраслях и регионах экономики (цифровое неравенство).
4. Информационная безопасность государства, бизнеса, граждан.
5. Структурные изменения и последствия внутреннего и внешнего рынков труда.
6. Система подготовка квалифицированных кадров.

С учетом изложенного выделим следующие определения «цифровая экономика»:

Цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме, и способствует формированию информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, развитию информационной инфраструктуры РФ, созданию и применению российских ИТ технологий, а также формированию новой технологической основы для социальной и экономической сферы²;

в узком смысле слова [27, 30]

1) Это тип экономики, характеризующийся активным внедрением и практическим использованием цифровых технологий сбора, хранения, обработки, преобразования и передачи информации во всех сферах человеческой деятельности.

Цифровая экономика — это то, как мы создаем, передаем, собираем, храним данные, защищаем их, а самое главное — анализируем и на основе этих данных принимаем такие решения, которые делают нашу экономику эффективнее.

в широком смысле слова [27, 30]

Это система социально-экономических и организационно-технических отношений, основанных на использовании цифровых информационно-телекоммуникационных технологий.

Изложенные понятия, отражающие сущность цифровой экономики, ее особенности, отличительные черты и проблемы реализации позволяют авторам перейти к обсуждению вопроса о терминологии основных дефиниций цифровой экономики во временной динамике: «оцифровка» (пер. как «digitization») и «цифровизация» (пер. как «digitalization») — так как нам важно показать постепенное разделение смыслов этих понятий с течением лет, а также «цифровая трансформация» (пер. как «digital transformation») — так как оно неразрывно связано с понятием «цифровизация» в рамках перехода к новому технологическому укладу.

Первое упоминание рассматриваемых понятий появляется в 60-х годах вместе с появлением мейнфреймов, популяризированных благодаря открытой архитектуре IBM. Тогда под «оцифровкой» понималось преобразование аналоговых сигналов в цифровые, как например компрессия и преобразование речи в цифровой формат для дальнейшего ее анализа [3]. В понятие «цифровизация» вкладывался следующий смысл: преобразование аналоговых систем управления в цифровые, что приводило к получению гибридных аналогово-цифровых систем. Примером такого использования служит использование данного понятия в статье, описывающей гибридную систему управления пусками боеголовок [4]. Под «цифровой трансформацией» понималось преобразование аналоговых сигналов в цифровые и их последующая обработка, к примеру — увеличение точности ядерной спектроскопии с помощью преобразования полученных результатов в цифровой вид [5]. Как мы видим, рассматриваемые понятия используются в основном в контексте научного и военного использования. Вероятно потому, что данным группам был упрощен доступ к технологиям мейнфреймов.

² Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р



С приходом 80-х годов появляются персональные рабочие станции, к примеру IBM PC, появляется World Wide Web, формируются локальные сети. Это создает условия для распространения компьютерных технологий в новых отраслях, а значит им находят новые применения. «Оцифровка» теперь используется в основном в контексте переноса аналоговой информации в цифровую и ее хранение на новых типах носителей, вроде перевода музыкальных композиций и фильмов на цифровые носители [6]. Под «digitalization» объединены разные понятия: это и развертывание локальных сетей [7], и оцифровка телевизионного сигнала [8], и массовая оцифровка слепков зубов граждан на национальном уровне [9]. Как мы видим, смысл обоих понятий сливается. «Цифровая трансформация» все так же применяется для описания преобразования аналогового сигнала в цифровой, как например запись сигнала на кассеты или использование цифровой обработки сигнала для создания новых музыкальных инструментов [10]. Понятия чаще упоминаются в применении к гражданским отраслям, и все так же в науке.

В 2000-х годах начинается бум доткомов — появляются новые цифровые сервисы, предоставляемые напрямую через Интернет. В литературе начинается подробное изучение процессов и методов оцифровки. «Оцифровка» определяется как «...конверсия объекта — напечатанного текста, манускрипта, изображения, или звука, пленки и видеозаписи — из одного формата (обычно печатного или аналогового) в цифровой» [11] и в основном применяется в контексте оцифровки текстовой информации [12]. «Цифровизация» рассматривается как «интеграция цифровых технологий в повседневную жизнь и в основном изучается в глобальном контексте [13]. «Цифровая трансформация» начинает использоваться в привычном для нас смысле — как трансформация и автоматизация бизнес-процессов с применением цифровых технологий [14, 15].

2015–2020 годы знаменуют активную фазу новой, зародившейся в 2011 году в Германии, четвертой промышленной революции и последующий переход к формированию Индустрии 5.0 [35, 36]. Начинается роботизация, цифровые системы автономно взаимодействуют друг с другом — появляется Интернет Вещей. Все больше применений находят методам машинного обучения (ИИ). Появляется четкая граница между «оцифровкой» и «цифровизацией» [16]. Ее описывают следующим образом: «оцифровка влечет за собой переход от аналоговых данных к цифровым для оптимизации существующих процессов, таких как построение операционной системы или внедрение ERP-систем посредством стандартизированного процесса, в котором известно конечное состояние. Напротив, цифровизация относится к предложениям цифровой ценности, которые требуют постоянного и итеративного тестирования и пересмотра предложений на рынке, поскольку конечное состояние неизвестно» [17]. Однако в части исследований термин «оцифровка» используют несколько по-другому, не проводя явного различия с «цифровизацией» [18]. Хотя «цифровизация» и связана с определением «Digital Economy» (пер. Цифровая экономика) с 1990х, но до сих пор не получила устоявшееся определение понятия [19, 34]. Понятие «Цифровая трансформация» также используется в литературе длительное время, но так и не приобрело собственного понятия [20, 25, 37].

Проведенный анализ, а также отмеченные выше аспекты показали, что существующие литературные источники не предоставляют стройного и непротиворечивого научно-прикладного определения цифровизации и связанного с ней термина «цифровая трансформация». Это обуславливает необходимость проведения исследований по определению данных дефиниций, а также позволяют сформулировать объект, предмет, цель и задачи исследования.

Объектом исследования является терминологический аппарат в области цифровизации, цифровой трансформации экономических агентов цифровой экономики.

Предмет исследования — процессы цифровизации и цифровой трансформации, таксономии цифровых сервисов, архитектурных особенностей их реализации в ИТ ландшафте корпоративных приложений в терминах и контексте системно-кибернетических представлений.

Цель исследования заключается в определении понятий и сущности «цифровизация» и «цифровая трансформация» в контексте развития корпоративного сектора для улучшения коммуникации между специалистами, а также для унификации в создании методологических подходов.

Задачи исследования:

уточнить терминологический аппарат в области цифровизации и цифровой трансформации экономических агентов;

предложить подход к определению цифровизации, основанный на системно-кибернетической теории и архитектуре предприятия. Для формирования предложенного подхода предлагается опираться на практику автоматизации и эволюционный аспект автоматизации.

Методы и материалы

Исследование опирается на Архитектуру предприятия (Enterprise Architecture, EA), а именно — представление, предложенное NIST (National Institute of Standards and Technology, США). Здесь мы не ставим перед собой задачу глубокого погружения в описание приведенной архитектуры; достаточно отметить наиболее важные элементы, имеющие отношение к достижению поставленной нами цели. Для более подробного описания можно обратиться к многочисленным источникам, например, к стандарту ISO 15704. Также мы применяем положения системно-кибернетической теории.

Результаты и обсуждение

Краткое описание предприятия в терминах Архитектуры предприятия в докомпьютерный период

Между условными 1960м и 1995м годами существует множество предприятий, в деятельности которых используется вычислительная техника с прикладным программным обеспечением (ПО) и применимым термином является «оцифровка», но цифровизация как термин не употребляется.

Попробуем описать предприятие в «доцифровизационную» эпоху (до 1995 года) в терминах Архитектуры предприятия, которая, к слову, начала формироваться как прикладное направление только в середине 80-х годов XX века. Цель такого упражнения достаточно проста: EA является общепризнанным, научно-прикладным инструментом, методологически стройно позволяющим описать предприятие, в архитектуре которого присутствует программная компонента, к которой мы будем апеллировать в поисках цифровизации.

Если следовать наиболее общему подходу описания архитектуры предприятия, то она может быть представлена в виде схемы, показанной на рис. 1 (без уровней, имеющих отношение к автоматизации, о которых речь пойдет позже).

Отметим, что представление архитектуры предприятия, предложенное NIST, и которое мы используем, не может претендовать на абсолютную истину: существуют альтернативные представления референтного предприятия, однако, практический опыт общения с бизнес заказчиками, со студентами и учеными коллегами показывает, что предложенная NIST конструкция является наиболее сбалансированной с точки зрения универсальности, наглядности и соответствия методологическим принципам Архитектуры предприятия, раскрываемым в альтернативных источниках.

Мы оставляем за рамками данной работы детали содержания каждого из уровней, сосредоточившись лишь на элементах, имеющих, по нашему мнению, непосредственное отношение к обозначенной теме.

Несмотря на то, что данная конструкция соответствует статическому слепку абстрактного предприятия, рассмотрение его как динамической системы, т.е. системы, которая удовлетворяет принципу причинности [21], соответствует природе реального бизнеса. Являясь динамической системой, такая система стремится сохранить свою устойчивость — комплексное свойство системы сохранять основные характеристики, свое поведение в условиях возмущающих воздействий



Рис. 1. Представление предприятия в терминах архитектуры предприятия (без автоматизации)

Fig. 1. Enterprise representation in terms of enterprise architecture (without automation)

различного рода [22]. Мы будем исходить из того, что экономическая эффективность предприятия является следствием достижения им целевых уровней устойчивости.

Для достижения целевой устойчивости предприятие организует слой управления, который в управленческой иерархии получил в терминологии Архитектуры предприятия (согласно NIST) название «бизнес архитектуры». В западной традиции с этим слоем связывают организацию так называемого C-Level уровня управления: CFO (Chief Financial Officer), CEO (Chief Executive Officer), CIO (Chief Informational Officer) и т.д. Задача этого уровня управления — обеспечить принятие управленческих решений, имеющих стратегический, долгосрочный характер, принимая во внимание текущие и будущие неопределенности, имеющие различную природу и анализируемые различными методами, например, сценарного моделирования. Характер взаимодействия между элементами, формирующими содержание данного уровня — большая степень свободы в выборе формата и порядка информационного обмена; важно, что именно на этом уровне ставится задача долгосрочного консенсус планирования, суть которого соответствует принципу Парето: «Всякое изменение, которое никому не приносит убытков, а некоторым людям приносит пользу, является улучшением. Значит, признаётся право на все изменения, которые не приносят никому дополнительного вреда». Для измерения пользы или вреда используются показатели, закрепляемые за каждым из элементов (C-Manager) бизнес-архитектуры.

На следующем уровне (согласно структуре, предложенной NIST) — информационной архитектуры — решается задача достижения частных показателей эффективности деятельности, установленной для элементов этого уровня вышестоящим руководителем (C-Manager). Например, для представителя уровня бизнес-архитектуры, отвечающего за производство, подчиненными элементами могут быть начальник отдела контроля качества, главный технолог, начальник отдела производственной логистики, главный энергетик и т.д. — состав и наименование позиций на данном уровне произволен и зависит как от индустриальной специфики, так и от специфики конкретного предприятия. Элементы данного уровня обмениваются с информацией друг с другом, следуя установленному регламенту (кто, с кем, о чем, когда, в каком формате), докладывают о результатах своим руководителям. На данном уровне осуществляется планирование в среднесрочном горизонте, поскольку многокритериальная суть планирования сохраняет свою актуальность, здесь также применим принцип Парето, как и на уровне бизнес-архитектуры.

На уровне ниже в управленческой иерархии — архитектуры информационной системы — здесь реализуются четкие предписания, утвержденные руководством с уровня информационной архитектуры. В бизнес-практике такие предписания получили устоявшийся термин бизнес-процесс:

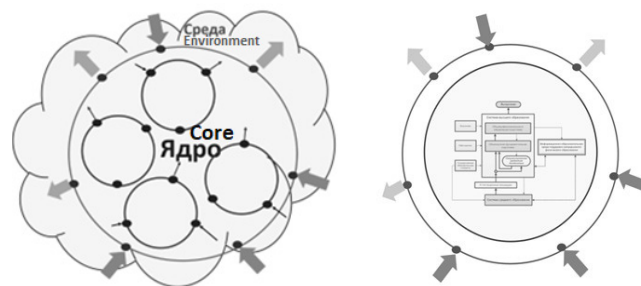


Рис. 2. Представление уровня информационной архитектуры в терминах системно-кибернетической теории, акцент на детерминизм логики исполнения бизнес-процесса

Fig. 2. Presentation of the level of information architecture in terms of systems-cybernetic theory, emphasis on the determinism of the logic of business process execution

несколько связанных работ или процедур, в совокупности реализующих конкретную цель текущей деятельности в рамках существующей организационной структуры [23]. Возражения к сути наполнения содержанием данного уровня отнесем к терминологической двусмысленности: в настоящее время с информационной системой, как правило, связывают организацию деятельности, в которой компьютерная техника используется по умолчанию. Возразим, используя простой аргумент: представим себе, что мы, вооруженные современным знанием, отправились на машине времени лет на 80 назад, в докомпьютерную эпоху, изучать работу большого предприятия. Мы увидим четкую работу исполнителей операций, супервизоров и учетчиков, между которыми установлено четкое информационное взаимодействие, задачей которого является обеспечение исполнения бизнес-процесса.

Отметим несколько существенных для темы работы замечаний, имеющих непосредственное отношение к данному уровню:

- Логика исполнения действий в рамках бизнес-процессов детерминирована: исполнителям операций выдаются четкие инструкции, регламентирующие их действия;
- Несмотря на заявленный детерминизм, неопределенность всегда имеет место при исполнении бизнес-процессов. Задача управления — минимизировать риски от наступления событий, которые не учтены в плане, но отражены в сценарных вариантах исполнения бизнес-процесса в виде вариантов исполнения операций;
- В терминах системно-кибернетической теории (очень упрощенная интерпретация) логика исполнения операций бизнес-процесса соответствует решению одной из двух задач: формирования программного управления (план сформирован и мы не отклоняемся от него) или задача синтеза управления (сценарные условия сформированы, в соответствии с ними реализованы варианты бизнес процессов, каждый из которых выбирается для исполнения в зависимости от наступления событий, связанных с конкретными сценарными условиями);
- В стандарте ISO 9000 бизнес-процесс определен следующим образом: это совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы. Это определение однозначно коррелирует с фундаментальным системно-кибернетическим представлением [24], в котором в системе выделяются ядро и полюса — входные и выходные, через которые система взаимодействует со средой.

Итак, на уровне архитектуры информационной системы реализуется система бизнес-процессов, логика которых детерминирована и сформирована на основании сценарных условий, определенных с учетом факторов неопределенности, способных повлиять на исполнение бизнес-процессов. Данный слой взаимодействует с внешней средой через подмножество полюсов (входов и выходов, если использовать терминологию стандарта ISO 9000, см. рис. 2). В систему входит



подмножество подсистем, организованных таким образом, что другие подсистемы рассматриваются как элементы среды.

Для более четкого восприятия обозначенного подхода приведем пример, взяв за основу абстрактное предприятие, специализирующееся на производстве велосипедов. Процесс создания добавленной стоимости на предприятии построен как логически упорядоченная последовательность операций, объединенных в категории (проектирование изделия и технологического процесса, производственное снабжение и производство (согласно с-MES), сбытовая логистика, сервис и обслуживание производственных активов). На предприятии организован процесс распределения готовой продукции, продаж и маркетинга (исполнение процесса реализации ценности), а также обеспечивающие процессы — управление персоналом, финансами, охраной труда и окружающей среды. Элементами среды для такого предприятия являются государственные органы (требования в части налогов, охраны труда и окружающей среды, соблюдение технических регламентов, гарантии разрешения споров и т.д.), конкурирующие компании, контрагенты (поставщики материалов, товаров, услуг, покупатели), окружающая среда (землетрясения, ливни, пожары и т.п.), домашние хозяйства (продавцы рабочей силы, генераторы мнений о продукции). Взаимодействие с элементами внешней среды осуществляется как в формате, который был заранее оговорен (например, формат заказа на продажу, покупку, налоговая декларация) или имеет место взаимодействие, формат которого никак не определен (например, аналитическая записка конкурентной разведки, мнение никнейма о качестве товара, прогноз погодной обстановки и т.д.). За взаимодействие с элементами внешней среды отвечают специальные службы предприятия: налоговая служба в составе финансовой дирекции, служба технического аудита, отдел закупок, отдел продаж, конкурентная разведка и т.п. Анализируя структуру предприятия более детально, обнаружим, что для подразделений предприятия, классифицируемых как его подсистемы, элементами внешней среды могут выступать другие подразделения: например, отдел промышленной безопасности является элементом внешней среды для цеха сборки и окраски.

Архитектурное представление предприятия с уровнями автоматизации

Появление компьютерной техники в корпоративном секторе расширило модель представления деятельности компаний в терминах Архитектуры предприятия: в общей методологии архитектуры в модели NIST, представленной на рис. 3, добавилось 2 дополнительных уровня: уровень архитектуры данных и уровень ИТ архитектуры, который отражает программное обеспечение (ПО) различного назначения — от операционных систем до прикладного ПО.

Оставим за рамками данной работы содержание уровня архитектуры данных, отметив лишь, что авторы разделяют концепцию, отраженную в пирамиде DIKW по Аккоффу³. Это существенное замечание, на которое мы будем ссылаться в последующих работах.

Несколько более детально рассмотрим нижний уровень — ИТ архитектуру. Предположив, что структурная устойчивость всей архитектурной конструкции, изображенной на рис. 3, достигается при выполнении множества условий, одна из которых — структурное подобие представления подсистем, каждая из которых соответствует своему уровню Архитектуры (от верхнего — Бизнес, до нижнего — ИТ). При этом, логично предположить, что для рассматриваемой предметной области имеет место изоморфизм подсистем: действительно, логика исполнения бизнес-процесса, место которого на уровне Архитектуры информационной системы, должна поддерживаться прикладным ПО, которое закреплено за уровнем ИТ Архитектуры, но при этом состав этих уровней различается. Допустив структурное подобие подсистем, мы не ошибемся, если в качестве фундаментальной конструкции для представления ИТ архитектуры будем использовать структуру, показанную на рис. 2; в ней по-прежнему есть ядро, граница со средой и полюса. Внутри ядра логика исполнения операций детерминирована и задача ядра — поддержать исполнение операций на различных уровнях Архитектуры. Не вдаваясь в детали концептуального различия поддержки

³ Калинин В.Н. Теоретические основы системных исследований: учебник для адъюнктов. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2016. 293 с.

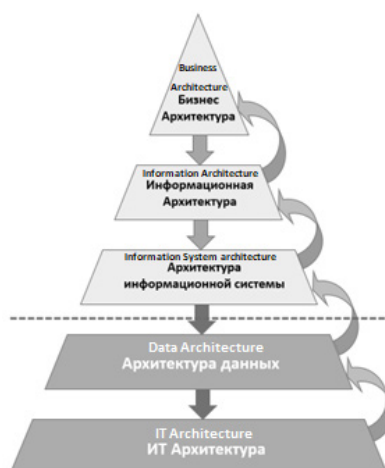


Рис. 3. Современное представление Архитектуры предприятия согласно NIST
Fig. 3. Modern representation of the enterprise Architecture according to NIST

активностей на различных уровнях, отметим: несмотря на то, что поддержку получают все уровни, наибольшие усилия в части функционального наполнения ИТ архитектуры в «доцифровизационную» эпоху тратились на поддержку операций бизнес-процессов, соответствующих уровню Архитектуры информационной системы. Несмотря на мощный рывок в развитии ПО для корпоративных заказчиков, этот уровень по-прежнему потребляет основные усилия разработчиков корпоративного ПО.

Не будем подвергать сомнению, что цифровизация в корпоративном секторе ассоциируется с программными решениями. Попробуем проанализировать, в чем отличия этих решений в период «до цифровизации» и после ее объявления.

Итак, следуя системному представлению, показанному на рис. 2, программные компоненты ядра системы поддерживают выполнение операций бизнес-процессов, причем логика работы этих компонент детерминирована, а факторы неопределенности, неизбежные в корпоративной деятельности, учитываются при анализе сценарных условий для разработки логики программного обеспечения. При этом, несмотря на технологические различия, концептуальная идея, лежащая в основе разработки компонент ядра программных решений, осталась неизменной. А вот поддержка действий, ассоциируемых с полюсами системы (см. рис. 2), претерпела существенные изменения.

Представление уровня Программных решений в системно-кибернетических терминах

В ПО, которое мы не рассматриваем как решение с элементами цифровизации, действия на полюсах системы выполнялись, в основном, вручную или с поддержкой простых программных решений. Например, представление декларации в фискальный орган — распечатанные отчеты, ввод заказа поставщику — выходной документ заданного формата, отправляемого электронной почтой вручную, фиксация пробы для оценки качества — ввод с клавиатуры, создание нового материала в программном решении — вручную с клавиатуры. Примеров много, но общее у них одно — взаимодействие с внешней средой — вне зависимости, это внешнее окружение для всего предприятия или для подразделения внутри него — осуществляется с использованием простых средств (мышь, клавиатура, сканер с инструментами ручного ввода) при ручных операциях.

Информационное давление на бизнес и технологические возможности, позволяющие этому давлению противостоять, привели общество в цифровую эпоху. Основное изменение, которое стало характерным для ПО, ассоциируемым с цифровизацией — взаимодействие с внешней средой осуществляется с помощью нового поколения программных технологий, которые минимизируют или исключают участие в них человека — см. рис. 4.

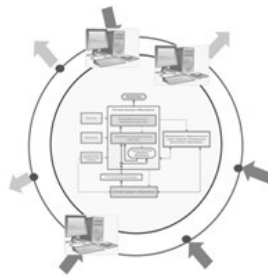


Рис. 4. Взаимодействие с внешней средой без участия человека или с минимальным его участием
Fig. 4. Interaction with the external environment without human involvement or with minimal human involvement

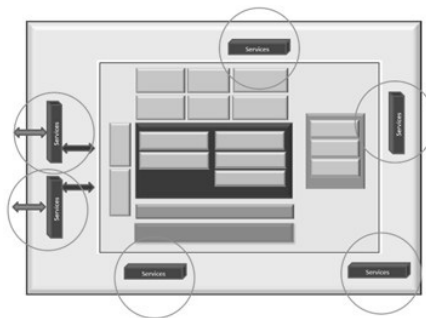


Рис. 5. Процессно-сервисный подход к представлению исходной архитектуры корпоративного ПО
Fig. 5. Process-service approach to the presentation of the initial architecture of corporate software

Именно это имел в виду Негропonte, формулируя в 1995 г. тезис о сокращении транзакционных решений в коммуникационном звене взаимодействия предприятия с контрагентами [1], подразумевая практическое применение интернета для этих задач.

Как можно классифицировать программные решения, обеспечивающие взаимодействие с внешней средой? Очевидно, что их задачей не является непосредственная поддержка операций бизнес-процесса, эту задачу выполняют специализированные процессные компоненты ПО. Логичным было бы классифицировать такие решения как сервисы, задачей которых является расширение возможностей процессных компонент в части взаимодействия с внешней средой, см. рис. 5.

Таксономия сервисов программных решений для взаимодействия со средой

С целью предложить таксономию сервисов, полезным было бы рассмотреть классы задач, решение которых поддерживается ими. Для этого будем исходить из того, что основная задача — информационно-коммуникационная с целью расширить применение процессных компонент ПО.

Имея в виду классические задачи, выполняемые в полюсах динамической системы (см. рис. 6.), обратимся к соответствующим разделам системно-кибернетической теории.

В теории выделяются следующие классы задач:

- Идентификация информации, определение ее ценности для использования;
- Преобразование информации (уровень данных преобразует данные в информацию (по Аккоффу) и обратно) в формат, соответствующий логике ее обработки системой-получателем;
- Мониторинг информационного потока, прогнозирование его свойств и интенсивности для подготовки к будущей обработке;
- Администрирование информации с целью извлечения и обработки по запросу системы потребителя информации.

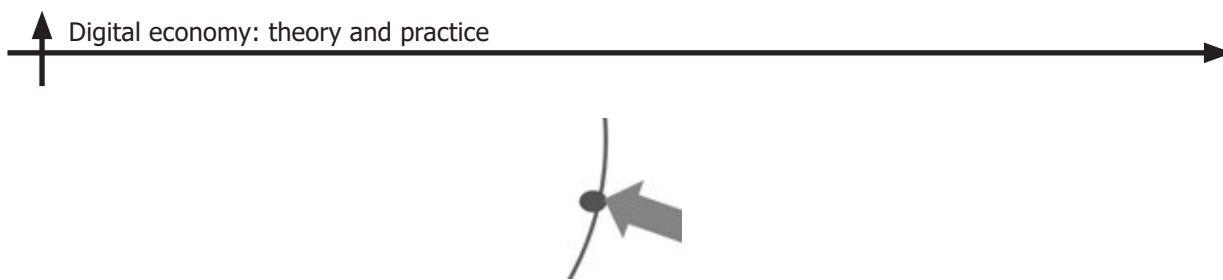


Рис. 6. Полюс системы
Fig. 6. Pole of the system

Интерпретируем каждый из предложенных классов задач, поддерживаемых сервисами, которые мы теперь будем называть цифровыми.

1. Идентификация информации, определение ее ценности для использования: интернет-технологии (к ним относится и интранет), позволяющие извлекать из общего потока только те данные, которые имеют отношение к ожидаемой получателем. Например, технологии Интернета вещей, извлекающие из общего потока данных только те данные, значение параметра в которых больше определенного уровня: температура выше порога, превышено время ожидания, понижена точность местоопределения, уменьшена вязкость рабочего тела и т.д.; игнорирование ложной информации (блокчейн).

2. Преобразование информации в формат, соответствующий логике ее обработки системой-получателем: распознавание образа (очки дополненной или виртуальной реальности, распознавание или синтез голоса, анализ текстов отзывов покупателей в массмедиа, распознавание текстов документов для обработки в системе получателя, формирование цифровых двойников.

3. Мониторинг информационного потока, прогнозирование его свойств и интенсивности для подготовки к будущей обработке: машинное обучение с целью поиска корреляций данных для получения новых ценностных характеристик (механизм, с которого снимаются данные, сломается через 3 дня — нужна реакция для уменьшения плохих последствий), необходимость расширения канала передачи данных и вычислительных мощностей ЦОД для обработки данных ввиду роста интенсивности их поступления.

4. Администрирование информации с целью извлечения и обработки по запросу системы потребителя информации: формирование озер данных для расширения массивов с целью повышения достоверности прогнозов как результат машинного обучения.

Какие классы контрагентов следует рассматривать в контексте обозначенных задач? Очевидно, что мы должны рассматривать простые классы и более сложные, представляющие собой комбинации простых сущностей:

- Человек, как элемент внешней среды (например, пациент медицинского учреждения, покупатель);
- Контрагент (предприятие-контрагент, предприятие-конкурент);
- Государство, как объект, формирующий фискальные правила;
- Природа, воздействующая на нормальный режим работы предприятия.

Определения цифровизации и цифровой трансформации

Использованные нами аргументы позволяют предложить следующее определение цифровизации, опирающееся на фундаментальные и прикладные (архитектура предприятия) положения системно-кибернетической теории:

Цифровизация в корпоративном секторе — использование программного обеспечения, архитектура которого включает компоненты для поддержки выполнения бизнес-процессов (процессные компоненты), функциональные компоненты для поддержки принятия решений и сервисы, расширяющие возможности процессных и функциональных компонент для их взаимодействия с внешней средой, минимизирующие участие человека в этом взаимодействии, которое включает коммуникативную, административную, предсказательную функции и функции безопасности.

На основании предложенного определения логичным выглядит определение цифровой трансформации:

Цифровая трансформация — процесс обновления программных решений для корпоративного сектора, в которых функции обеспечения взаимодействия процессных компонент и компонент, поддерживающих принятие управленческих решений с внешней средой выполняются программными сервисами, интегрированными с ними.

Комментарии о корпоративных и некорпоративных сервисах

В контексте предложенного подхода следует дать комментарий относительно интерпретации отдельных сервисов как корпоративных или невозможности такой интерпретации. Вполне очевидно, что сервисы, включенные в ландшафт корпоративной информационной системы и непосредственно используемые подразделениями предприятия должны рассматриваться как корпоративные сервисы. Например, такими могут быть сервисы интернета вещей для мониторинга производственного оборудования, очки дополненной реальности администратора производственной безопасности, машинное обучение для мониторинга состояния оборудования по косвенным измерениям и прогнозирование будущего состояния [26]. Может ли рассматриваться, например, сервис вызова такси как корпоративный? Наш вариант ответа — да, должен, поскольку такой сервис связывает предприятие (таксомоторную компанию) с ее клиентом. Похожие аргументы применимы к банковскому ПО, аренде транспорта, онлайн мониторинга состояния здоровья лечебным учреждением. А вот мониторинг содержимого холодильника, контроль умных устройств в доме к корпоративным сервисам не относятся, хотя и могут инициировать процессные компоненты корпоративного ПО, однако процессные компоненты не являются первичным элементом, определяющим требования к сервисам. Иными словами, сервис первичен; какое предприятие, с каким ПО будет обрабатывать потребность — решает владелец сервиса. В этом случае, несмотря на неоднозначность, мы придерживаемся позиции о классификации таких сервисов как некорпоративных. Ну а сервисы самоконтроля, карманные переводчики, несмотря на их разработку предприятием не могут считаться корпоративными без вариантов, поскольку они не предъявляют требования к обязательности использования корпоративного ИТ ландшафта.

Заключение

В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

1. Уточнен терминологический аппарат в области цифровизации и цифровой трансформации экономических агентов цифровой экономики на основе системно-кибернетической теории и архитектуры предприятия. Новизной представленных определений является то, что они позволяют более структурированно рассматривать явление цифровизации в контексте корпоративного сектора и более точно анализировать его воздействие на бизнес-модели и эффективность компаний.

Предложенные определения помогут исследователям и практикам более глубоко понять и оценить изменения, вызванные цифровой трансформацией, и сформировать стратегические решения на основе более точного понимания этого феномена в корпоративной среде.

2. Предложен подход к определению цифровизации, основанный на системно-кибернетической теории и архитектуре предприятия. Для формирования предложенного подхода предлагается опираться на практику автоматизации и эволюционный аспект автоматизации.

Направления дальнейших исследований

Использование и развитие цифровых сервисов является определяющим в эволюции корпоративных ИТ систем. С момента объявления перехода к цифровым технологиям новые поколения корпоративных ИТ систем появляются со скоростью, невиданной ранее: если между ERP 1-го поколения и 2-го прошло около 25 лет, то ERP 3-го поколения появилось уже через 15 лет после предшественника, а еще через 10 — первые представители 4-го поколения. И всего несколько лет

понадобилось на определение четких контуров 5-го поколения. И всему причиной — цифровые сервисы.

Получается, что сложившаяся динамика развития корпоративных ИТ-систем, особенно в контексте влияния цифровых сервисов, предоставляет обширные перспективы для дальнейших исследований. В ходе последних лет наметилось несколько ключевых направлений, которые заслуживают более глубокого анализа.

Поэтому следующий этап наших исследований будет посвящен детальному рассмотрению воздействия цифровых сервисов на процессные компоненты корпоративных ИТ-систем. Хотя сервисы и оказывают мощное влияние на процессные компоненты, но последние остаются наиболее консервативной частью в корпоративном ИТ ландшафте.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Shkolnyk I., Semenog A. (2019) Formation of the digital economy theory in the works of N. Negroponte and D. Tapscott. In: *Business Risk in Changing Dynamics of Global Village 2*. Publishing House of University of Applied Sciences in Nysa, 472–483.
2. Tapscott Don (1995) *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, McGraw-Hill, 18.
3. Dudley H., & ITT Communication Systems Inc Paramus Nj. (1964). *State Of the Art, Speech Compression and Digitization*.
4. Breuer M.A. (1965) Digitalization of continuous control systems. *Simulation*, 5 (5), 329–337.
5. Bonačić V., Souček B., Čuljat K. (1968) Pseudo-random digital transformation. *Nuclear Instruments and Methods*, 66 (2), 213–223.
6. Cameron L., Bazelon C. (2013). *The Impact of digitization on business models in copyright-driven industries: a review of the economic issues*. Legal Studies.
7. Habara K., Aratani T. (1980) Toward local network digitalization: The view from Japan. *IEEE Transactions on Communications*, 28 (7), 956–966.
8. Tomlinson D.E. (1989). One Technological Step Forward and Two Legal Steps Back: Digitalization and Television Newspictures as Evidence and as Libel. *Loy. Ent. LJ*, 9, 237.
9. Keiser-Nielsen S. (1982) Digitalization of dental recording. *Forensic Science International*, 20 (2), 153–161.
10. Lane J. (2013) *Development of a Low-Cost Digital Sampling and Processing System for Musical Instrument Application*. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3333.4489>
11. Parekh H. (2001) *Digitization: an overview of issues*. [online] Available at: <https://ir.inflibnet.ac.in/handle/1944/79> [Accessed 31.03.2023]
12. Bingham A. (2010) The digitization of newspaper archives: Opportunities and challenges for historians. *Twentieth Century British History*, 21 (2), 225–231.
13. Billon M., Lera-Lopez F., Marco R. (2010) Differences in digitalization levels: a multivariate analysis studying the global digital divide. *Review of World Economics*, 146, 39–73.
14. Andal-Ancion A., Cartwright P.A., Yip G.S. (2003) The digital transformation of traditional business. *MIT Sloan Management Review*.
15. Zhu K., Dong S., Xu S.X., Kraemer K.L. (2006) Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies. *European journal of information systems*, 15, 601–616.
16. Ritter T., Pedersen C.L. (2020) Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future. *Industrial Marketing Management*, 86, 180–190.
17. Ross J.W., Beath C.M., Mocker M. (2019) Creating digital offerings customers will buy. *MIT Sloan management review*, 61 (1), 64–69.
18. Coreynen W., Matthyssens P., Van Bockhaven W. (2017) Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers. *Industrial marketing management*, 60, 42–53.



19. Mentsiev A.U., Engel M.V., Tsamaev A.M., Abubakarov M.V., Yushaeva R.S. (2020) The concept of digitalization and its impact on the modern economy. In *International Scientific Conference "Far East Con" (ISCFEC 2020)*, 2960–2964.
20. Kraus S., Jones P., Kailer N., Weinmann A., Chaparro-Banegas N., Roig-Tierno N. (2021) Digital transformation: An overview of the current state of the art of research. *Sage Open*, 11 (3), 21582440–211047576.
21. Никитская Е.Ф., Валишвили М.А., Афонина В.Е. (2021) Цифровизация в глобальном мире: международная практика и российский опыт. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 10 (2), 150–159. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1881>
22. Калинин В.Н. (2013) Морфологический анализ проблематики теории системных исследований. *Труды СПИИРАН*, 1 (24), 89–107.
23. Mesarovic M.D., Takahara Y. (1975) *General systems theory: Mathematical foundations*. N.Y.: Academic Press, 268.
24. Ямалиев Р.Р., Зайнуллин Р.Ш. (2016) Оптимизация бизнес-процессов: интеграция и управление. *Economics*, 6 (15), 31–35.
25. Гилева Т.А., Бабкин А.В., Гилёв Г.А. (2020) Разработка стратегии цифровой трансформации предприятия с учетом возможностей бизнес-экосистем. *Экономика и управление*, 26 (6), 629–642.
26. Городецкий В.И. (2022) Наука о данных: методология, основные направления, проблемы и перспективы. *Искусственный интеллект и принятие решений*, 3, 3–20. DOI: <https://doi.org/10.14357/20718594220301>
27. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. (2017) Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 10 (3), 9–25.
28. Турко Л.В. (2019) Сущность феномена цифровой экономики, анализ определений понятия «Цифровая экономика». *Российский экономический интернет-журнал*, 2, 88.
29. Вилькен В.В. (2019) Цифровая экономика: возможности и угрозы для регионов России. *Российский экономический интернет-журнал*, 2, 19.
30. Бабкин А.В., Алексеева Н.С. (2019) Тенденции развития цифровой экономики на основе исследования наукометрических баз данных. *Экономика и управление*, 6 (164), 16–25.
31. Гелисханов И.З., Юдина Т.Н., Бабкин А.В. (2018) Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 11 (6), 22–36.
32. Лутошкин И.В., Парамонова А.А. (2019) Анализ влияния цифровых технологий на развитие национальной экономики. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 12 (4), 20–31. DOI: [10.18721/JE.12402](https://doi.org/10.18721/JE.12402)
33. Балашова Е.С., Майорова К.С. (2020) Анализ направлений внедрения цифровых технологий в промышленный комплекс. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 13 (2), 18–29. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.13202>
34. Babkin A., Tashenova L., Mamrayeva D., Shkarupeta Y., Pulyaeva V., Leifei C. (2022) Digitalization of Industry in Russia and Kazakhstan: the Best Practices. *International Journal of Technology*, 13 (7), 1568–1577. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6200>
35. Babkin A., Shkarupeta E., Kabasheva I., Rudaleva I., Vicentiy A.A. (2022) Framework for Digital Development of Industrial Systems in the Strategic Drift to Industry 5.0. *International Journal of Technology*, 13 (7), 174–182. DOI: <http://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6193>
36. Babkin A., Tashenova L., Mamrayeva D., Shkarupeta E. (2023) Industry 5.0 and Digital Ecosystems: Scientometric Research of Development Trends Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure & Service. *DTMIS 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, 684.
37. Шкарупета Е.В., Гамидуллаева Л.А., Тарасов А.В. (2020) Концептуальные положения цифровой трансформации промышленных экосистем. В книге: *Цифровизация экономических систем: теория и практика* (под ред. А.В. Бабкина), СПб: Политех-пресс, 136–154.
38. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>

REFERENCES

1. Shkolnyk I., Semenog A. (2019) Formation of the digital economy theory in the works of N. Negroponte and D. Tapscott. In: *Business Risk in Changing Dynamics of Global Village 2*. Publishing House of University of Applied Sciences in Nysa, 472–483.
2. Tapscott Don (1995) *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, McGraw-Hill, 18.
3. Dudley H., & ITT Communication Systems Inc Paramus Nj. (1964). *State Of the Art, Speech Compression and Digitization*.
4. Breuer M.A. (1965) Digitalization of continuous control systems. *Simulation*, 5 (5), 329–337.
5. Bonačić V., Souček B., Čuljat K. (1968) Pseudo-random digital transformation. *Nuclear Instruments and Methods*, 66 (2), 213–223.
6. Cameron L., Bazelon C. (2013) *The Impact of digitization on business models in copyright-driven industries: a review of the economic issues*. Legal Studies.
7. Habara K., Aratani T. (1980) Toward local network digitalization: The view from Japan. *IEEE Transactions on Communications*, 28 (7), 956–966.
8. Tomlinson D.E. (1989) One Technological Step Forward and Two Legal Steps Back: Digitalization and Television Newspictures as Evidence and as Libel. *Loy. Ent. LJ*, 9, 237.
9. Keiser-Nielsen S. (1982) Digitalization of dental recording. *Forensic Science International*, 20 (2), 153–161.
10. Lane J. (2013) *Development of a Low-Cost Digital Sampling and Processing System for Musical Instrument Application*. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3333.4489>
11. Parekh H. (2001) *Digitization: an overview of issues*. [online] Available at: <https://ir.inflibnet.ac.in/handle/1944/79> [Accessed 31.03.2023]
12. Bingham A. (2010) The digitization of newspaper archives: Opportunities and challenges for historians. *Twentieth Century British History*, 21 (2), 225–231.
13. Billon M., Lera-Lopez F., Marco R. (2010) Differences in digitalization levels: a multivariate analysis studying the global digital divide. *Review of World Economics*, 146, 39–73.
14. Andal-Ancion A., Cartwright P.A., Yip G.S. (2003) The digital transformation of traditional business. *MIT Sloan Management Review*.
15. Zhu K., Dong S., Xu S.X., Kraemer K.L. (2006) Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies. *European journal of information systems*, 15, 601–616.
16. Ritter T., Pedersen C.L. (2020) Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future. *Industrial Marketing Management*, 86, 180–190.
17. Ross J.W., Beath C.M., Mocker M. (2019) Creating digital offerings customers will buy. *MIT Sloan management review*, 61 (1), 64–69.
18. Coreynen W., Matthyssens P., Van Bockhaven W. (2017) Boosting servitization through digitization: Pathways and dynamic resource configurations for manufacturers. *Industrial marketing management*, 60, 42–53.
19. Mentsiev A.U., Engel M.V., Tsamaev A.M., Abubakarov M.V., Yushaeva R.S. (2020) The concept of digitalization and its impact on the modern economy. In *International Scientific Conference "Far East Con" (ISCFEC 2020)*, 2960–2964.
20. Kraus S., Jones P., Kailer N., Weinmann A., Chaparro-Banegas N., Roig-Tierno N. (2021) Digital transformation: An overview of the current state of the art of research. *Sage Open*, 11 (3), 21582440211047576.
21. Nikitskaya E.F., Valishvili M.A., Afonina V.E. (2021) Tsifrovizatsiya v global'nom mire: mezhdunarodnaya praktika i rossiiskii opyt. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 10 (2), 150–159. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1881>
22. Kalinin V.N. (2013) Morfologicheskii analiz problematiki teorii sistemnykh issledovani. *Trudy SPIIRAN*, 1 (24), 89–107.
23. Mesarovic M.D., Takahara Y. (1975) *General systems theory: Mathematical foundations*. N.Y.: Academic Press, 268.
24. Yamaliev R.R., Zainullin R.Sh. (2016) Optimizatsiya biznes-protsessov: integratsiya i upravlenie. *Economics*, 6 (15), 31–35.
25. Gileva T.A., Babkin A.V., Gilev G.A. (2020) Razrabotka strategii tsifrovoy transformatsii predpriyatiya s uchetom vozmozhnostei biznes-ekosistem. *Ekonomika i upravlenie*, 26 (6), 629–642.



26. Gorodetskii V.I. (2022) Nauka o dannykh: metodologiya, osnovnye napravleniya, problemy i perspektivy. *Iskusstvennyi intellekt i prinyatie reshenii*, 3, 3–20. DOI: <https://doi.org/10.14357/2071-8594220301>
27. Babkin A.V., Burkal'tseva D.D., Kosten' D.G., Vorob'ev Yu.N. (2017) Formirovanie tsifrovoi ekonomiki v Rossii: sushchnost', osobennosti, tekhnicheskaya normalizatsiya, problemy razvitiya. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki*, 10 (3), 9–25.
28. Turko L.V. (2019) Sushchnost' fenomena tsifrovoi ekonomiki, analiz opredelenii ponyatiya «Tsifrovaya ekonomika». *Rossiiskii ekonomicheskii internet-zhurnal*, 2, 88.
29. Vil'ken V.V. (2019) Tsifrovaya ekonomika: vozmozhnosti i ugrozy dlya regionov Rossii. *Rossiiskii ekonomicheskii internet-zhurnal*, 2, 19.
30. Babkin A.V., Alekseeva N.S. (2019) Tendentsii razvitiya tsifrovoi ekonomiki na osnove issledovaniya naukometricheskikh baz dannykh. *Ekonomika i upravlenie*, 6 (164), 16–25.
31. Geliskhanov I.Z., Yudina T.N., Babkin A.V. (2018) Tsifrovye platformy v ekonomike: sushchnost', modeli, tendentsii razvitiya. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki*, 11 (6), 22–36.
32. Lutoshkin I.V., Paramonova A.A. (2019) Analiz vliyaniya tsifrovyykh tekhnologii na razvitie natsional'noi ekonomiki. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki*, 12 (4), 20–31. DOI: [10.18721/JE.12402](https://doi.org/10.18721/JE.12402)
33. Balashova E.S., Maiorova K.S. (2020) Analiz napravlenii vnedreniya tsifrovyykh tekhnologii v promyshlennyi kompleks. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki*, 13 (2), 18–29. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.13202>
34. Babkin A., Tashenova L., Mamrayeva D., Shkarupeta Y., Pulyaeva V., Leifei C. (2022) Digitalization of Industry in Russia and Kazakhstan: the Best Practices. *International Journal of Technology*, 13 (7), 1568–1577. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6200>
35. Babkin A., Shkarupeta E., Kabasheva I., Rudaleva I., Vicentiy A. A. (2022) Framework for Digital Development of Industrial Systems in the Strategic Drift to Industry 5.0. *International Journal of Technology*, 13 (7), 174–182. DOI: <http://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6193>
36. Babkin A., Tashenova L., Mamrayeva D., Shkarupeta E. (2023) Industry 5.0 and Digital Ecosystems: Scientometric Research of Development Trends Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure & Service. *DTMIS 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, 684.
37. Shkarupeta E.V., Gamidullaeva L.A., Tarasov A.V. (2020) Kontseptual'nye polozheniya tsifrovoi transformatsii promyshlennykh ekosistem. V knige: *Tsifrovizatsiya ekonomicheskikh sistem: teoriya i praktika* (pod red. A.V. Babkina), SPb: Politekh-press, 136–154.
38. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Tsifrovaya transformatsiya promyshlennykh predpriyatii v usloviyakh novoi real'nosti. *π -Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ФРОЛОВ Константин Владимирович

E-mail: frolov_kv@spbstu.ru

Konstantin V. FROLOV

E-mail: frolov_kv@spbstu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1341-2288>

БАБКИН Александр Васильевич

E-mail: al-vas@mail.ru

Aleksandr V. BABKIN

E-mail: al-vas@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0941-6358>

ФРОЛОВ Александр Константинович

E-mail: frolov_ak@spbstu.ru

Aleksandr K. FROLOV

E-mail: frolov_ak@spbstu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7892-3083>

Поступила: 19.01.2024; Одобрена: 27.02.2024; Принята: 28.02.2024.

Submitted: 19.01.2024; Approved: 27.02.2024; Accepted: 28.02.2024.

Научная статья

УДК 338.27

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17102>



МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОТРАСЛЕВОЙ ЭКОНОМИКЕ

В.И. Мян

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алма-Ата, Казахстан

beromyan@gmail.com

Аннотация. Инструменты экономического регулирования оказывают значительное влияние в управлении социальным уровнем жизни в стране и в мировом сообществе. Одним из приоритетных направлений экономического менеджмента является отраслевая экономика. На сегодняшний день существует достаточно большое количество методов прогнозирования в экономике и, в частности, в отраслевой экономике. Методы варьируются согласно целям прогнозирования и входным данным. Наиболее популярными считаются статистически-эконометрические методы и методы искусственного интеллекта. Данная статья посвящена прогнозированию в сельскохозяйственной отрасли экономики с применением методов искусственного интеллекта. Рассматриваются несколько подходов, состоящих из прогнозного блока и комбинации эмпирического и прогнозного блоков. В качестве эмпирического блока используется система имитационного моделирования продукционного процесса сельскохозяйственного посева AGROTOOL. В прогножном блоке используются три метода машинного обучения: Алгоритм случайного леса (Random Forest algorithm), Гребневая регрессия (Ridge Regression method) и Лассо-регрессия (Lasso Regression method). Данные методы машинного обучения были выбраны в связи с мультиколлинеарностью данных. Соответственно, алгоритм случайного леса рассматривался в двух вариациях: с использованием метода главных компонент (Principal Component Analysis) и без метода главных компонент. В данной работе помимо анализа прогнозных моделей также был проведен анализ по подбору ключевых параметров методов Random Forest PCA и Ridge Regression – $n_components$ и α соответственно. По итогам численных экспериментов можно сделать вывод о том, что в зависимости от подаваемых на вход прогнозного блока данных, которыми могут быть значения природных факторов (влагозапас почвы, температура, солнечная радиация, среднесуточная удельная влажность воздуха, удельная влажность насыщения листа и др.), либо результаты формульных вычислений, наиболее эффективными методами машинного обучения являются Random Forest и Ridge Regression. Таким образом, применение метода Ridge Regression наиболее эффективно с данными, пред обработанными AGROTOOL, тогда как с помощью метода Random Forest маленькая доля погрешности была получена при прогнозировании без применения AGROTOOL и с объединенными данными.

Ключевые слова: прогнозирование в экономике, искусственный интеллект, Агротул, случайный лес, метод главных компонент, ридж-регрессия, лассо-регрессия

Для цитирования: Мян В.И. (2024) Модели прогнозирования с применением искусственного интеллекта в отраслевой экономике. П-Economy, 17 (1), 27–40. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17102>



FORECASTING MODELS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SECTORAL ECONOMY

V.I. Myan ✉

Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, Alma-Ata, Kazakhstan

✉ beromyan@gmail.com

Abstract. The instruments of economic regulation have a significant impact in managing the social standard of living in the country and in the global community. One of the priority areas of economic management is the sectoral economy. To date, there are quite a large number of forecasting methods in the economy and, in particular, in the sectoral economy. The methods vary according to the forecasting objectives and input data. Statistical econometric methods and artificial intelligence methods are considered the most popular. This article is devoted to forecasting in the agricultural sector of the economy using artificial intelligence methods. Several approaches are considered, consisting of a predictive block and a combination of empirical and predictive blocks. The system of crop simulation AGROTOOL is used as an empirical block. The predictive block uses three machine learning methods: the Random Forest algorithm, Ridge Regression method, and Lasso Regression method. These machine learning methods were chosen due to the multicollinearity of the data. Thus, the random forest algorithm was considered in two variations: with and without the Principal Component Analysis (PCA) method. In this paper, in addition to analyzing predictive models, the author also analyzed the selection of key parameters of the random forest PCA and ridge regression: $n_{\text{components}}$ and α methods, respectively. Based on the results of numerical experiments, it can be concluded that depending on the input of the forecast block of data, which may be the values of natural factors (soil moisture content, temperature, solar radiation, average daily specific humidity, specific humidity of leaf saturation, etc.), or the results of formula calculations, the most effective methods of machine learning are random forest and ridge regression. The use of the ridge regression method is most effective with the data preprocessed by AGROTOOL. At the same time, the random forest method produced a small fractional error when forecasting without AGROTOOL and with the combined data.

Keywords: forecasting in economics, artificial intelligence, AGROTOOL, random forest, principal component method, ridge regression, lasso regression

Citation: Myan V.I. (2024) Forecasting models using artificial intelligence in sectoral economy. *П-Economy*, 17 (1), 27–40. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17102>

Введение

Экономическое регулирование является необходимым аспектом в области управления социальным уровнем жизни в стране и в мире. Одним из ключевых направлений экономического менеджмента является отраслевая экономика. Важно подчеркнуть значимость влияния каждой отрасли на социально-экономическое развитие в целом.

Актуальность исследования

Поэтому применение современных методов искусственного интеллекта для прогнозирования экономического развития отрасли является чрезвычайно актуальной задачей. Учитывая особую значимость сельскохозяйственной отрасли, как одну из первостепенных, напрямую влияющей на формирование цен на продукты потребления, в данной работе анализируется эффективность прогнозных моделей машинного обучения в отраслевой экономике на примере прогнозирования урожайности пшеницы. Согласно [1] прогнозирование цены на зерно сильно коррелирует с величиной урожайности.

Литературный обзор

Методы прогнозирования урожайности весьма разнообразны. Часто урожайность прогнозируется на основе исторических и временных данных с использованием статистических методов [2].



Иногда используются данные, полученные со спутников [3]. На сегодняшний день перспективным считается использование искусственного интеллекта в качестве инструмента прогнозирования урожайности [4]. Однако, не все методы искусственного интеллекта можно считать эффективными для решения большинства проблем, связанных с урожайностью пшеницы. Это объясняется тем фактом, что на качество прогноза сильно влияет правильный подбор данных и методов.

В своем исследовании авторы [5] продемонстрировали, что процесс прогнозирования пшеницы более эффективен при использовании данных из нескольких источников. Однако уровень точности зависит от сорта пшеницы, местоположения и временных параметров процесса обучения модели.

Наиболее популярным типом данных, используемым для прогнозирования урожайности, являются климатические данные. Например, авторы [6] в качестве входных данных для экспериментальной части загружают метеорологические данные. Популярность метеорологических данных обусловлена частотой их появления, объемом данных и доступностью.

Рассматривая методы искусственного интеллекта, такие как нейронные сети, следует отметить, что этот тип методов, как правило требует достаточно большой объем данных подаваемых на вход [7]. Однако, в данном исследовании, в силу того, что процесс созревания пшеничного зерна достаточно продолжителен по времени [8], нет большого объема данных.

Поэтому для прогнозирования урожайности было решено использовать методы машинного обучения, которые позволяют работать с небольшим объемом данных и делать достаточно точные прогнозы [9]. Согласно [10], основными методами машинного обучения являются регрессия, классификация и кластеризация, которые могут быть выбраны в зависимости от области исследования и поставленной задачи.

Поскольку желаемым результатом исследования является конкретное значение спрогнозированной урожайности, выбор пал на регрессию (а не на кластеризацию или классификацию). По мнению авторов [11], наиболее популярными и эффективными методами машинного обучения с использованием регрессии являются Neural Network Regression [12], ElasticNet [13], Random Forest Regression [14], LASSO [15] и Ridge Regression [16].

Прогнозирование урожайности пшеницы за счет использования методов машинного обучения является не только актуальным направлением, но, прежде всего, помогает улучшить качество прогноза будущего урожая. Помимо прочего, сравнение нескольких методов машинного обучения показало, что правильно подобранный метод и параметры метода, относительно ряда данных, положительно влияют на эффективность прогнозирования, как в комбинации с другими методами, так и по отдельности.

Цель исследования

Цель данного исследования заключается в разработке моделей прогнозирования с применением искусственного интеллекта для оценки урожайности пшеницы.

Объектом исследования являются методы машинного обучения, используемые для прогнозирования на примере оценки урожайности пшеницы.

Ключевые вопросы данного исследования следующие:

- Какой из рассмотренных методов машинного обучения наиболее эффективен?
- Является ли гибридная модель эффективнее отдельно взятых методов?
- Какие значения параметров методов машинного обучения являются оптимальными для обеспечения хорошего прогноза урожайности пшеницы?

По мнению автора, новизна данного исследования заключается в реализации методов машинного обучения с данными, которые предварительно обрабатываются прикладными математическими формулами, представленными в виде AGROTOOL. Результаты исследования автор в дальнейшем планирует использовать для прогнозирования цен на пшеничное зерно.

Методы и материалы

Данная работа предполагает два подхода к решению поставленной задачи.

Первый подход основан на применении следующих методов машинного обучения:

- Алгоритм случайного леса (Random Forest algorithm),
- Гребневая регрессия (Ridge Regression method),
- Лассо-регрессия (Lasso-Regression method).

Каждый алгоритм применяется отдельно и называется прогнозным блоком.

Второй подход подразумевает комбинацию прогнозного блока и эмпирического блока, где инструментом выступает программное обеспечение AGROTOOL.

Прогнозный блок

В прогнозном блоке рассматривается три метода машинного обучения: Алгоритм случайного леса (Random Forest algorithm), Гребневая регрессия (Ridge Regression method) и Лассо-регрессия (Lasso-Regression method). Наряду с алгоритмом случайного леса также применена его модификация с предобработкой метода главных компонент (англ. principal component analysis, PCA).

Алгоритм машинного обучения Случайный лес (англ. Random Forest) впервые был представлен в статье Лео Бреймана в 2001 году [17]. Позже, исследования были продолжены Адель Катлер в работе [18], где Random Forest определен, как ансамбль из деревьев решений, в котором каждое такое дерево решений зависит от набора случайных величин. Следовательно, Случайный лес обладает низкой вероятностью переобучения модели, даже в случае превышения количества признаков над количеством наблюдений, что положительно сказывается на точности прогноза [19].

Используемые природные данные (влагозапас почвы, температура, солнечная радиация и др.) сильно коррелированы между собой. Учитывая эту особенность, важно выделить основные компоненты без больших потерь данных. Одним из способов такой предобработки данных является Метод главных компонент (англ. principal component analysis, PCA), который был введен английским математиком Карлом Пирсоном в 1901 году. Идея метода состоит в ортогональном преобразовании коррелированных переменных в набор линейно некоррелированных переменных, то есть главных компонент. Главный компонент представляется в виде линейной комбинации взвешенных исходных переменных. Таким образом, каждый последующий компонент имеет максимально возможную дисперсию, не учитываемую предыдущими главными компонентами, при условии ортогональности, что и приводит к нулевой корреляции главных компонент между собой [20].

Гребневая регрессия (англ. Ridge Regression) впервые была представлена Hoerl и Kennard в 1970 году [21]. Метод гребневой регрессии является одним из методов линейной регрессии, применяемый в случае мультиколлинеарности регрессионной модели. Данный метод позволяет регулировать параметры, тем самым, способствуя уменьшению дисперсии прогноза, и, как следствие, увеличению точности прогнозной модели [22].

Лассо-регрессия (англ. LASSO, Least Absolute Shrinkage and Selection Operator – Regression) действует по аналогичному принципу с гребневой регрессией, за исключением того, что значения коэффициентов Лассо-регрессии могут быть максимально уменьшены или приравнены нулю, тем самым признаки с нулевыми значениями могут просто исключаться из модели [23].

Эмпирический блок

Эмпирический блок реализован за счет программного обеспечения AGROTOOL.

Программный комплекс AGROTOOL создан Агрофизическим научно-исследовательским институтом (АФИ). По определению, взятому из документации программы, AGROTOOL является системой имитационного моделирования продукционного процесса сельскохозяйственного посева [24]. Данная модель разработана на основе эмпирических формул и нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, и, как следует из Информационное обеспечение модели [25], формально может быть записана в виде системы конечно-разностных уравнений:

$$x(k+1) = f(x(k), a, w(k), u(k)),$$

$$x(0) = x_0, k = 0, 1, \dots, T,$$

где k – номер шага (номер суток), $x(k)$, $x(k+1)$ – векторы состояния модели на двух соседних шагах, a – вектор параметров модели, $w(k)$ – вектор неконтролируемых внешних воздействий (погода), $u(k)$ – вектор управляющих воздействий (агротехника), x_0 – начальное условие, а T – время окончания процесса моделирования, совпадающее с днём уборки урожая.

На вход программы AGROTOOL подаются значения начальных параметров, которые описывают состояние природных факторов, таких как среднесуточная удельная влажность воздуха, максимальная и минимальная температуры воздуха, коэффициент ослабления радиации, среднесуточная скорость ветра и другие.

AGROTOOL выдает результат урожайности, в виде переменной Yield, что происходит на этапе окончания процесса моделирования. Однако, помимо результата урожайности, AGROTOOL сохраняет ежедневные результаты процесса моделирования таких факторов, например, как биомасса корня, листовой индекс, суммарные температура воздуха и радиация.

Следует отметить, что параметры системы AGROTOOL изменяются с шагом в 1 день [24], что позволяет отслеживать развитие растения в динамике, улучшая качество прогноза даже в случае различных природных катаклизмов.

Численные эксперименты

В данной работе было проведено 12 численных экспериментов, которые были поделены на 3 группы согласно данным, подаваемым на вход:

- Прогнозирование с помощью методов машинного обучения;
- Прогнозирование с помощью комбинации методов машинного обучения и эмпирического блока;
- Прогнозирование на основе объединенных данных.

Прогнозирование с помощью методов машинного обучения. В данной группе экспериментов на вход подавались значения природных факторов, в количестве 47 переменных (табл. 1), которые генерировались внутри интерфейса программы AGROTOOL [25].

**Таблица 1. Природные факторы для прогнозирования с помощью первого подхода:
применение методов машинного обучения**

Table 1. Natural factors for forecasting using the first approach: application of machine learning methods

Description (English) – Описание		Имя поля
Biomass of the generative organs	Биомасса генеративного органа	Ebiom#1
Daily average air humidity	Среднесуточная удельная влажность воздуха	Qavg
Specific saturation humidity of the leaf	Удельная влажность насыщения листа	Qleaf
Linearization coefficient in the Magnus formula	Коэффициент линеаризации в формуле Магнуса	BTair
Vapor pressure deficit	Дефицит давления пара	Def
Air heat conductivity (above soil)	Проводимость приземного слоя воздуха по температуре	DsoilT
Air moisture conductivity (above soil)	Проводимость приземного слоя воздуха по влажности	DsoilQ
Heat conductivity of the air layer at soil surface	Проводимость припочвенного слоя воздуха по теплу	ResTemp
Long-wave radiation balance	Баланс длинноволновой радиации	Rnl
Day length	Длина дня	DayLength
The ratio of total precipitation to total transpiration (moisture ratio)	Отношение суммарных осадков к суммарной транспирации (коэффициент увлажнения)	SPR_STR
Air temperature, min	Минимальная температура воздуха	Tmin

Окончание таблицы 1

Description (English) – Описание		Имя поля
Air temperature, max	Максимальная температура воздуха	Tmax
Relative humidity	Относительная влажность воздуха	Q
Attenuation coefficient (of solar radiation)	Коэффициент ослабления радиации	Kex
Daily average wind speed	Среднесуточная скорость ветра	WindSpeed
Crop absorbed Shortwave Radiation	Поглощенная посеvom KBP	RshPlant
Crop projectivity	Коэффициент проективного покрытия	crop
Nitrogen uptake by roots	Поглощение азота корнями	NRUpt
Development Stage Number	Текущая фаза	Ifase
Leaf water potential	Водный потенциал листа	PLeaf_list
Cumulative water storage (of meter thick layer) of soil	Суммарный влагозапас метрового слоя почвы	WS100
Infiltration of water beyond a meter thick layer of soil	Инфильтрация воды за пределы метрового слоя	Infiltration
Ammonium concentration in soil (total)	Концентрация аммония в почве (всего)	N_am_Total
Concentration of nitrogen in soil (total)	Концентрация азота в почве (всего)	N_nit_Total
Concentration of minerals in soil (total)	Концентрация минералов в почве (всего)	N_min_Total
Concentration of humidity in soil (total)	Концентрация влажности в почве (всего)	C_hum_Total
Soil absorbed Shortwave Radiation	Поглощенная почвой KBP	RshSoil
Soil temperature	Температура почвы	TSoil_0
Volumetric soil water content (in the layer)	Объемная влажность слоя	WW_iter_1
The water flow through the lower boundary of the layer	Поток воды через нижнюю границу слоя	DownFlow_iter_1
Soil water potential	Водный потенциал слоя	WPot_iter_1
Soil temperature (layers)	Температура почвы (слои)	TSoil_iter_1
Water Storage (1m)	Влагозапас слоя	WS_iter_1
Concentration of humidity in the layer	Концентрация влажности в слое	C_hum_iter_1
Microorganisms' biomass in the layer	Биомасса микроорганизмов в слое	MBiom_iter_1
Ammonium concentration in the layer	Концентрация аммония в слое	N_am_iter_1
Concentration of nitrogen in the layer	Концентрация азота в слое	N_nit_iter_1
Volumetric soil water content (in the layer)	Объемная влажность слоя	WW_iter_2
The water flow through the lower boundary of the layer	Поток воды через нижнюю границу слоя	DownFlow_iter_2
Soil water potential	Водный потенциал слоя	WPot_iter_2
Soil temperature (layers)	Температура почвы (слои)	TSoil_iter_2
Water Storage (1m)	Влагозапас слоя	WS_iter_2
Concentration of humidity in the layer	Концентрация влажности в слое	C_hum_iter_2
Microorganisms' biomass in the layer	Биомасса микроорганизмов в слое	MBiom_iter_2
Ammonium concentration in the layer	Концентрация аммония в слое	N_am_iter_2
Concentration of nitrogen in the layer	Концентрация азота в слое	N_nit_iter_2

Для сбора данных, генерируемых внутри AGROTOOL была использована версия программного обеспечения AGROTOOL V.4. Система программного обеспечения осуществляла работу в DOS-режиме. Схема модели построена в среде визуального программирования Rational Rose. Динамическая модель реализована на объектно-ориентированном языке Turbo Pascal в нотации

системы Delphi, что касается базы данных: стационарная база данных реализована на СУБД Access, а оперативная – в системе Excel [25].

Прогнозирование с помощью комбинации методов машинного обучения и эмпирического блока. В данной группе экспериментов на вход прогнозного блока, состоящего из методов машинного обучения, подавались данные, в количестве 23 переменных (табл. 2), содержащие результаты процесса имитационного моделирования программой AGROTOOL, то есть, данные, прошедшие предобработку программой AGROTOOL [25].

**Таблица 2. Природные факторы для прогнозирования с помощью второго подхода:
комбинация методов машинного обучения и эмпирического блока**
**Table 2. Natural factors for forecasting using the second approach:
a combination of machine learning methods and an empirical block**

Description (English) – Описание		Имя поля
Biomass of the generative organs	Биомасса генеративного органа	Ebiom#1
Leaf biomass	Биомасса листьев	Lbiom
Biomass of stems	Биомасса стеблей	Sbiom
Total aboveground biomass	Суммарная надземная биомасса	SumBiom
Root biomass	Биомасса корней	Rbiom
Physiological time	Физиологическое время	Ph_Time
Leaf index	Листовой индекс	LAI
The assimilates that accumulated during a single model step	Ассимилянты, накопленные за шаг модели	PrimAss
Average daily temperature	Среднесуточная температура воздуха	Tavg
Accumulated radiation	Суммарная радиация	SumRad
Accumulated precipitation	Суммарные осадки	SumPrec
Root Depth	Глубина проникновения корней	HRoot
Water reserves in the meter layer	Влагозапас в метровом слое	WCSoil
Transpiration	Транспирация растением	Eplant
Evaporation	Испарение из почвы	Esoil
The ratio of total precipitation to total transpiration	Отношение суммарных осадков к суммарной транспирации	SumPr/SumE
Biological Time	Биологическое время	BioTime
Storage Pool of Nitrogen	Пул запасного азота	SNPool
The proportion of primary assimilates directed to the root	Доля первичных ассимилянтов, идущих в корень	CRS
Total nitrogen level	Уровень суммарной концентрации азота	SumNLow
The total amount of nitrogen in the plant	Суммарное количество азота в посеве	SumNPlant
Water potential of the soil at the depth of seeding	Водный потенциал почвы на глубине заделки семян	WPotSeed
Soil temperature at the depth of seeding	Температура почвы на глубине заделки семян	TPotSeed

Прогнозирование на основе объединенных данных. Под объединенными данными мы подразумеваем, слияние двух баз данных:

- 1) данные, генерируемые внутри программы AGROTOOL;
- 2) данные, выраженные в виде результатов имитационного моделирования программой AGROTOOL, таким образом, общее количество переменных, полученных объединением данных из табл. 1 и табл. 2, составило 70, но, с учетом повторяющейся переменной Y – Ebiom вышло 69 переменных.

Следовательно, основной целью на выходе каждого эксперимента были предсказанные результаты биомассы колоса (Ebiom).

Описание выполненных численных экспериментов

Все эксперименты были реализованы по следующему алгоритму:

1. Загрузка основных библиотек: Pandas, Numpy, Matplotlib и Scikit Learn;
2. Загрузка данных;
3. Распределение данных в качестве Y и X;
4. Разбиение данных на тестовые и тренировочные, где $test_size = 0.5$ и $random_state = 0$;
5. Стандартизация данных;
6. Реализация методов машинного обучения: Random Forest, Random Forest PCA, Ridge Regression, LASSO;
7. Оценка результатов обучения посредством MAE, MSE, RMSE и R^2 .

Технические сведения

Для реализации методов прогнозного блока были использованы язык Python и блокнот Jupyter из Anaconda Navigator версии Anaconda 3 (64-bit) от 20 октября 2021 года. В свою очередь, блокнот Jupyter использовался посредством веб-браузера Google Chrome версии 100.0.4896.88.

Касательно технической базы, эксперименты проводились на ноутбуке изготовителя Lenovo с оперативной памятью 8,00 ГБ, с 64-разрядным процессором и операционной системой Windows 11.

Подбор параметров для методов Random Forest PCA и Ridge Regression

Надо заметить, что для методов Random Forest PCA и Ridge Regression некоторые ключевые параметры, а именно, $n_components$ и α соответственно, подбирались опытным путем. При этом параметр α в LASSO был одинаков для всех экспериментов и равен 0.1.

Так, параметр $n_components$ определяет количество ключевых компонентов, которые необходимо учитывать при реализации Random Forest PCA, в случае, если не задавать параметр вручную, будут учитываться все компоненты, подаваемые на вход. В свою очередь параметр α в методах Ridge Regression и LASSO отвечает за регуляризацию параметров, накладывая верхний порог на значения входных данных, α варьируется от 0 до бесконечности.

В связи с тем, что данные параметры являются опциональными, одна из важных задач данного исследования заключалась в определении значений параметров $n_components$ и α , при которых будут получены наиболее эффективные результаты прогнозирования.

Таким образом, были проанализированы варианты прогнозирования урожайности пшеницы методом Random Forest PCA для 1-ой группы экспериментов с данными, исключаящими комбинацию с эмпирическим блоком; для 2-ой группы экспериментов, состоящей из комбинации методов машинного обучения и эмпирического блока; и для 3-ей группы экспериментов, реализуемых на основе объединенных данных.

В экспериментах с параметрами были рассмотрены $n_components$ равные 6, 9, 12 и 15.

В 1-ой группе экспериментов:

- при $n_components$ равному 6 Mean Absolute Error составил 0.228, Root Mean Squared Error – 0.483, Mean Squared Error – 0.233 и $R^2 = 0.767$;
- при $n_components$ равному 9 Mean Absolute Error составил 0.236, Root Mean Squared Error – 0.486, Mean Squared Error – 0.237 и $R^2 = 0.764$;
- при $n_components$ равному 12 Mean Absolute Error составил 0.229, Root Mean Squared Error – 0.511, Mean Squared Error – 0.261 и $R^2 = 0.739$;
- при 15 $n_components$ Mean Absolute Error составил 0.233, Root Mean Squared Error – 0.512, Mean Squared Error – 0.262 и $R^2 = 0.738$.

В результате можно однозначно сказать, что для метода Random Forest PCA в 1-ой группе экспериментов наиболее оптимальным количеством главных компонент является $n_component$ равный 6.



Во 2-ой группе экспериментов результаты были следующими:

- при $n_components$ равному 6: Mean Absolute Error составил 0.304, Root Mean Squared Error – 0.563, Mean Squared Error – 0.317 и R^2 – 0,683;
- при $n_components$ равному 9: Mean Absolute Error составил 0.307, Root Mean Squared Error – 0.580, Mean Squared Error – 0.336 и R^2 – 0,664;
- при $n_components$ равному 12: Mean Absolute Error составил 0.306, Root Mean Squared Error – 0.578, Mean Squared Error – 0.334 и R^2 – 0,666;
- при $n_components$ равному 15: Mean Absolute Error составил 0.317, Root Mean Squared Error – 0.574, Mean Squared Error – 0.329 и R^2 – 0,671.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальным параметром для метода Random Forest PCA в экспериментах с комбинацией методов машинного обучения и эмпирического блока является $n_components$ равный 6.

В 3-ей группе экспериментов был проведен аналогичный анализ по подбору наилучшего параметра $n_components$. Результаты анализа отображены ниже:

- при $n_components$ равному 6: Mean Absolute Error равен 0.421, Root Mean Squared Error – 0.777, Mean Squared Error – 0,604 и R^2 – 0.396;
- при $n_components$ равному 9: Mean Absolute Error равен 0.402, Root Mean Squared Error – 0.737, Mean Squared Error – 0,544 и R^2 – 0.456;
- при $n_components$ равному 12: Mean Absolute Error равен 0.392, Root Mean Squared Error – 0.722, Mean Squared Error – 0,522 и R^2 – 0.479;
- при $n_components$ равному 15: Mean Absolute Error равен 0.395, Root Mean Squared Error – 0.734, Mean Squared Error – 0,538 и R^2 – 0.462.

Согласно вышеописанным результатам, применение параметра $n_components$ равного 12 является оптимальным решением для эффективной реализации метода Random Forest PCA с объединенными данными.

Подобное сравнение параметров было проведено и для метода Ridge Regression с параметром α , из которого можно сделать вывод, что наиболее эффективным значением параметра α с данными из 1-ой группы экспериментов будет α равный 1.0:

- при α равному 0.5: Mean Absolute Error равен 0.190, Root Mean Squared Error – 0.256, Mean Squared Error – 0.066 и R^2 – 0.934;
- при α равному 1.0: Mean Absolute Error равен 0.181, Root Mean Squared Error – 0.246, Mean Squared Error – 0.060 и R^2 – 0.940;
- при α равному 6.0: Mean Absolute Error – 0.197, Root Mean Squared Error – 0.272, Mean Squared Error – 0.074 и R^2 – 0.926;
- при α равному 9.0: Mean Absolute Error – 0.213, Root Mean Squared Error – 0.289, Mean Squared Error – 0.084 и R^2 – 0.916.

Подбор α для 2-ой группы экспериментов, для прогнозирования посредством комбинации методов машинного обучения и эмпирического блока осуществлялся на основе следующих результатов:

- при α равному 0.5: Mean Absolute Error – 0.139, Root Mean Squared Error – 0.201, Mean Squared Error – 0.041 и R^2 – 0.959;
- при α равному 1.0: Mean Absolute Error – 0.150, Root Mean Squared Error – 0.219, Mean Squared Error – 0.048 и R^2 – 0.952;
- при α равному 6.0: Mean Absolute Error – 0.164, Root Mean Squared Error – 0.251, Mean Squared Error – 0.063 и R^2 – 0.937;
- при α равному 9.0: Mean Absolute Error – 0.173, Root Mean Squared Error – 0.267, Mean Squared Error – 0.071 и R^2 – 0.929.

Итог анализа показал, что наиболее эффективным является α со значением 0.5.

С 3-ей группой экспериментов был проведен анализ аналогичным способом на основе результатов, приведенных ниже:

- при α равному 0.5: Mean Absolute Error – 0.167, Root Mean Squared Error – 0.215, Mean Squared Error – 0.046 и R^2 – 0.954;
- при α равному 1.0: Mean Absolute Error – 0.166, Root Mean Squared Error – 0.220, Mean Squared Error – 0.049 и R^2 – 0.951;
- при α равному 6.0: Mean Absolute Error – 0.174, Root Mean Squared Error – 0.241, Mean Squared Error – 0.058 и R^2 – 0.942;
- при α равному 9.0: Mean Absolute Error – 0.179, Root Mean Squared Error – 0.249, Mean Squared Error – 0.062 и R^2 – 0.938.

Так, α равный 0.5 является наилучшим параметром для применения метода Ridge Regression для объединенных данных.

Результаты численных экспериментов

В данном разделе представлены результаты численных экспериментов по прогнозированию урожайности пшеницы.

Для численного сравнения полученных результатов использовался открытый исходный код документа Scikit-learn Regression metrics [26], с помощью которого были вычислены средняя абсолютная ошибка (MAE), среднеквадратическая ошибка (MSE), среднеквадратическое отклонение (RMSE) и коэффициент детерминации R^2 .

В связи с проведением нескольких групп экспериментов результаты по оценке качества численных экспериментов также были ранжированы соответственно группам.

Таким образом при вычислении средней абсолютной ошибки (MAE) выяснилось, что при прогнозировании с помощью:

- 1-го подхода применение методов машинного обучения с использованием метода Random Forest показала долю погрешности равную 0.095, Random Forest PCA – 0.228, погрешность при прогнозировании Ridge Regression равна 0.181 и LASSO – 0.208. 2-го подхода комбинация методов машинного обучения и эмпирического блока при реализации метода Random Forest была равна 0.104, Random Forest PCA – 0.317, Ridge Regression – 0.139 и LASSO – 0.178.
- доля MAE в 3-ей группе экспериментов прогнозирование на основе объединенных данных с применением метода Random Forest составила 0.092, Random Forest PCA – 0.392, Ridge Regression – 0.167 и LASSO – 0.179.

Анализируя полученные результаты средней абсолютной ошибки (MAE), можно заметить, что в 1-ой, 2-ой и 3-ей группах экспериментов наименьшую погрешность показал метод Random Forest.

Однако, для данных, прошедших обработку программой AGROTOOL, можно утверждать, что более эффективным является метод Ridge Regression по результатам MSE, RMSE и R^2 . Такая разница MAE с остальными показателями, вероятно, возникла по той причине, что метод оценки прогнозирования среднеквадратической ошибкой (MSE) позволяет исключать результаты измерений с большими погрешностями [27], помогая наиболее точно оценить качество прогноза при более детальном сравнении.

Так, среднеквадратическая ошибка (MSE) для групп экспериментов имеет следующие значения:

- прогнозирование с помощью 1-го подхода применение методов машинного обучения с использованием метода Random Forest показало долю MSE равную 0.028, Random Forest PCA – 0.233, Ridge Regression – 0.060 и LASSO – 0.115.
- прогнозирование с помощью 2-го подхода комбинация методов машинного обучения и эмпирического блока при реализации метода Random Forest выдало долю ошибки равную 0.047, Random Forest PCA – 0.317, Ridge Regression – 0.041 и LASSO – 0.085.



– доля среднеквадратической ошибки в 3-ей группе экспериментов прогнозирования на основе объединенных данных с применением метода Random Forest составила 0.027, Random Forest PCA – 0.522, Ridge Regression – 0.046 и LASSO – 0.088.

Данные результаты указывают на то, что для 1-ой и 3-ей группы экспериментов наилучшим методом прогнозирования является Random Forest, тогда как для 2-ой – Ridge Regression.

Следовательно, как и MSE, RMSE также остро реагирует на большие ошибки, исключая их из результатов измерений. При применении метода машинного обучения Random Forest среднеквадратическое отклонение равно 0.169, при Random Forest PCA – 0.483, Ridge Regression – 0.246 и при реализации LASSO – 0.339.

Прогнозирование вторым подходом комбинация методов машинного обучения и эмпирического блока выдало следующие значения RMSE: Random Forest – 0.218, Random Forest PCA – 0.563, Ridge Regression – 0.201 и LASSO – 0.292.

В случае прогнозирования на основе объединенных данных среднеквадратическое отклонение в Random Forest составило долю, равную 0.164, Random Forest PCA – 0.722, Ridge – Regression – 0.215 и LASSO – 0.296.

Таким образом видно, что для 1-ой группы экспериментов применение методов машинного обучения и для 3-ей группы прогнозирования на основе объединенных данных наименьшая погрешность у Random Forest, для 2-ой группы комбинация методов машинного обучения и эмпирического блока – Ridge Regression.

В свою очередь, рассматривая коэффициент детерминации, необходимо было учитывать, что значение R^2 увеличивается с добавлением новых переменных [28], а значит нижеприведенные результаты можно интерпретировать таким образом, что наилучшим методом прогнозирования для 1-ой группы применение методов машинного обучения и для 3-ей группы прогнозирования на основе объединенных данных будет Random Forest, когда для 2-ой группы комбинация методов машинного обучения и эмпирического блока, наилучшим оказался метод Ridge Regression.

Результаты коэффициента детерминации для 1-ой группы экспериментов составили следующие значения: Random Forest – 0.972, Random Forest PCA – 0.767, Ridge Regression – 0.940 и LASSO – 0.885. Во 2-ой группе экспериментов R^2 вышел со следующими результатами: Random Forest – 0.953, Random Forest PCA – 0.683, Ridge Regression – 0.959 и LASSO – 0.915. При прогнозировании, основанном на объединенных данных, результаты коэффициента детерминации были следующими: Random Forest – 0.973, Random Forest PCA – 0.479, Ridge Regression – 0.954 и LASSO – 0.912.

Заключение

Результаты численных экспериментов данного исследования оценивались посредством показателей погрешности прогноза – MAE, MSE и RMSE, и коэффициента детерминации – R^2 :

1. Прогнозирование с помощью методов машинного обучения

- Random Forest (MAE: 0.095, MSE: 0.028, RMSE: 0.169, R^2 : 0.972)
- Random Forest PCA (MAE: 0.228, MSE: 0.233, RMSE: 0.483, R^2 : 0.767)
- Ridge Regression (MAE: 0.181, MSE: 0.060, RMSE: 0.246, R^2 : 0.940)
- LASSO (MAE: 0.208, MSE: 0.115, RMSE: 0.339, R^2 : 0.885)

2. Прогнозирование с помощью комбинации методов машинного обучения и эмпирического блока

- Random Forest (MAE: 0.104, MSE: 0.047, RMSE: 0.218, R^2 : 0.953)
- Random Forest PCA (MAE: 0.317, MSE: 0.317, RMSE: 0.563, R^2 : 0.683)
- Ridge Regression (MAE: 0.139, MSE: 0.041, RMSE: 0.201, R^2 : 0.959)
- LASSO (MAE: 0.178, MSE: 0.085, RMSE: 0.292, R^2 : 0.915)

3. Прогнозирование на основе объединенных данных

- Random Forest (MAE: 0.092, MSE: 0.027, RMSE: 0.164, R2: 0.973)
- Random Forest PCA (MAE: 0.392, MSE: 0.522, RMSE: 0.722, R2: 0.479)
- Ridge Regression (MAE: 0.167, MSE: 0.046, RMSE: 0.215, R2: 0.954)
- LASSO (MAE: 0.179, MSE: 0.088, RMSE: 0.296, R2: 0.912).

Согласно вышеуказанным результатам, выяснилось, что прогнозирование урожайности пшеницы методом Random Forest наиболее эффективно с данными без эмпирической основы (без Agrotool) и с объединенными данными. В то время, как прогнозирование, основанное на комбинации искусственного интеллекта и эмпирического блока (с обработкой Agrotool) имеет наименьшую погрешность с методом Ridge – Regression.

Таким образом, результаты исследования подтверждают эффективность и значимость применения искусственного интеллекта в области отраслевой экономики и, в частности, в сельскохозяйственной отрасли.

Направление дальнейших исследований

Учитывая результаты исследования по прогнозированию урожайности пшеницы, изложенного в данной статье, автор планирует продолжить работу в области прогнозирования цен на пшеничное зерно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Амирова Э.Ф., Сафиуллин И.Н., Губанова Е.В., Ханнанов М.М. (2023) Особенности ценообразования на рынке зерна. *Аграрная наука*, 7, 163–167.
2. Воротников И.Л., Розанов А.В., Богатырев С.А., Ключиков А.В. (2022) Методологические особенности долгосрочного прогнозирования урожайности зерновых культур. *Аграрный научный журнал*, 11, 34–37.
3. Андреев К.П., Аникин Н.В., Бышов Н.В., Терентьев В.В., Шемякин А.В. (2019) Внедрение системы точного земледелия. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*, 2 (42), 74–80.
4. Medar R., Rajpurohit V.S., Shweta S. (2019) Crop yield prediction using machine learning techniques. In: *2019 IEEE 5th international conference for convergence in technology (I2CT)*, 1–5.
5. Han J., Zhang Z., Cao J., Luo Y., Zhang L., Li Z., Zhang J. (2020) Prediction of winter wheat yield based on multi-source data and machine learning in China. *Remote Sensing*, 12 (2), 236.
6. Gümüşçü A., Tenekeci M.E., Bilgili A.V. (2020) Estimation of wheat planting date using machine learning algorithms based on available climate data. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 28, 100308.
7. Алиева З. (2023). Искусственный интеллект и нейронные сети. *Scientific Collection InterConf*, 176, 193–198.
8. Жананов Б.Х., Эшонкулов Н.С., Вафоева М.Б. (2020) Вегетационный период формирования элементов урожая и показателей урожайности сортов яровой пшеницы. *Academy*, 12 (63), 28–32.
9. Васильченко А.М. (2023) Решение задач анализа данных на основе машинного обучения. *Universum: технические науки*, 9–1 (114), 50–54.
10. Palanivel K., Surianarayanan C. (2019). An approach for prediction of crop yield using machine learning and big data techniques. *International Journal of Computer Engineering and Technology*, 10 (3), 110–118.
11. Mohd T., Jamil N.S., Johari N., Abdullah L., Masrom S. (2020) An overview of real estate modelling techniques for house price prediction. In: *Charting a Sustainable Future of ASEAN in Business and Social Sciences: Proceedings of the 3rd International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA) 2019*, 1, 321–338.
12. Chen C.H., Lai J.P., Chang Y.M., Lai C.J., Pai P.F. (2023) A Study of Optimization in Deep Neural Networks for Regression. *Electronics*, 12 (14), 3071.
13. Han H., Dawson K.J. (2021) Applying elastic-net regression to identify the best models predicting changes in civic purpose during the emerging adulthood. *Journal of Adolescence*, 93, 20–27.



14. Tzenios N. (2020) Examining the Impact of EdTech Integration on Academic Performance Using Random Forest Regression. *Researchberg Review of Science and Technology*, 3 (1), 94–106.
15. Ranstam J., Cook J.A. (2018) LASSO regression. *Journal of British Surgery*, 105 (10), 1348–1348.
16. Carneiro T.C., Rocha P.A., Carvalho, P.C., Fernández-Ramírez L.M. (2022) Ridge regression ensemble of machine learning models applied to solar and wind forecasting in Brazil and Spain. *Applied Energy*, 314, 118936.
17. Breiman L. (2001) Random forests. *Machine learning*, 45, 5–32.
18. Cutler A., Cutler D.R., Stevens J.R. (2012) Random forests. *Ensemble machine learning: Methods and applications*, 157–175. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-9326-7_5
19. Чистяков С.П. (2013) Случайные леса: обзор. *Труды Карельского научного центра Российской академии наук*, (1), 117–136.
20. Shlens J. (2014) *A tutorial on principal component analysis*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1404.1100>
21. Kidwell J.S., Brown L.H. (1982) Ridge regression as a technique for analyzing models with multicollinearity. *Journal of Marriage and the Family*, 287–299.
22. Melkumova L.E., Shatskikh S.Y. (2017) Comparing Ridge and LASSO estimators for data analysis. *Procedia engineering*, 201, 746–755.
23. Hastie T., Tibshirani R., Wainwright M. (2015) *Statistical learning with sparsity: the lasso and generalizations*. NY: CRC press, 367. DOI: <https://doi.org/10.1201/b18401>
24. Poluektov R.A., Fintushal S.M., Oparina I.V., Shatskikh D.V., Terleev V.V., Zakharova E.T. (2002) Agrotol—a system for crop simulation. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 48 (6), 609–635.
25. Баденко В.Л., Топаж А.Г., Якушев В.В., Миршель В., Нендель К. (2017). Имитационная модель агроэкосистемы как инструмент теоретических исследований. *Сельскохозяйственная биология*, 52 (3), 437–445.
26. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O. Duchesnay É. (2011) Scikit-learn: Machine learning in Python. *The Journal of machine learning research*, 12, 2825–2830.
27. Avila J., Hauck T. (2017) *Scikit-learn cookbook: over 80 recipes for machine learning in Python with scikit-learn*. Packt Publishing Ltd.
28. Джеймс Г., Уиттон Д., Хасты Т., Тибширани Р. (2016) *Введение в статистическое обучение с примерами на языке R*. М.: ДМК Пресс, 456.

REFERENCES

1. Amirova E.F., Safiullin I.N., Gubanova E.V., Khannanov M.M. (2023) Osobennosti tsenoobrazovaniya na rynke zerna. *Agrarnaya nauka*, 7, 163–167.
2. Vorotnikov I.L., Rozanov A.V., Bogatyrev S.A., Klyuchikov A.V. (2022) Metodologicheskie osobennosti dolgosrochnogo prognozirovaniya urozhainosti zernovykh kul'tur. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 11, 34–37.
3. Andreev K.P., Anikin N.V., Byshov N.V., Terent'ev V.V., Shemyakin A.V. (2019) Vnedrenie sistemy tochnogo zemledeliya. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*, 2 (42), 74–80.
4. Medar R., Rajpurohit V.S., Shweta S. (2019) Crop yield prediction using machine learning techniques. In: *2019 IEEE 5th international conference for convergence in technology (I2CT)*, 1–5.
5. Han J., Zhang Z., Cao J., Luo Y., Zhang L., Li Z., Zhang J. (2020) Prediction of winter wheat yield based on multi-source data and machine learning in China. *Remote Sensing*, 12 (2), 236.
6. Gümüşçü A., Tenekeci M.E., Bilgili A.V. (2020) Estimation of wheat planting date using machine learning algorithms based on available climate data. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 28, 100308.
7. Alieva Z. (2023). Iskusstvennyi intellekt i neironnye seti. *Scientific Collection InterConf*, 176, 193–198.
8. Zhananov B.Kh., Eshonkulov N.S., Vafoeva M.B. (2020) Vegetatsionnyi period formirovaniya elementov urozhaya i pokazatelei urozhainosti sortov yarovoi pshenitsy. *Academy*, 12 (63), 28–32.
9. Vasil'chenko A.M. (2023) Reshenie zadach analiza dannykh na osnove mashinnogo obucheniya. *Universum: tekhnicheskie nauki*, 9–1 (114), 50–54.

10. Palanivel K., Surianarayanan C. (2019). An approach for prediction of crop yield using machine learning and big data techniques. *International Journal of Computer Engineering and Technology*, 10 (3), 110–118.
11. Mohd T., Jamil N.S., Johari N., Abdullah L., Masrom S. (2020) An overview of real estate modelling techniques for house price prediction. In: *Charting a Sustainable Future of ASEAN in Business and Social Sciences: Proceedings of the 3rd International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA) 2019*, 1, 321–338.
12. Chen C.H., Lai J.P., Chang Y.M., Lai C.J., Pai P.F. (2023) A Study of Optimization in Deep Neural Networks for Regression. *Electronics*, 12 (14), 3071.
13. Han H., Dawson K.J. (2021) Applying elastic-net regression to identify the best models predicting changes in civic purpose during the emerging adulthood. *Journal of Adolescence*, 93, 20–27.
14. Tzenios N. (2020) Examining the Impact of EdTech Integration on Academic Performance Using Random Forest Regression. *Researchberg Review of Science and Technology*, 3 (1), 94–106.
15. Ranstam J., Cook J.A. (2018) LASSO regression. *Journal of British Surgery*, 105 (10), 1348–1348.
16. Carneiro T.C., Rocha P.A., Carvalho P.C., Fernández-Ramírez L.M. (2022) Ridge regression ensemble of machine learning models applied to solar and wind forecasting in Brazil and Spain. *Applied Energy*, 314, 118936.
17. Breiman L. (2001) Random forests. *Machine learning*, 45, 5–32.
18. Cutler A., Cutler D.R., Stevens J.R. (2012) Random forests. *Ensemble machine learning: Methods and applications*, 157–175. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-9326-7_5
19. Chistyakov S.P. (2013) Sluchainye lesa: obzor. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, (1), 117–136.
20. Shlens J. (2014) *A tutorial on principal component analysis*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1404.1100>
21. Kidwell J.S., Brown L.H. (1982) Ridge regression as a technique for analyzing models with multicollinearity. *Journal of Marriage and the Family*, 287–299.
22. Melkumova L.E., Shatskikh S.Y. (2017) Comparing Ridge and LASSO estimators for data analysis. *Procedia engineering*, 201, 746–755.
23. Hastie T., Tibshirani R., Wainwright M. (2015) *Statistical learning with sparsity: the lasso and generalizations*. NY: CRC press, 367. DOI: <https://doi.org/10.1201/b18401>
24. Poluektov R.A., Fintushal S.M., Oparina I.V., Shatskikh D.V., Terleev V.V., Zakharova E.T. (2002) Agrotool—a system for crop simulation. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 48 (6), 609–635.
25. Badenko V.L., Topazh A.G., Yakushev V.V., Mirshel' V., Nendel' K. (2017). Imitatsionnaya model' agroekosistemy kak instrument teoreticheskikh issledovaniy. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 52 (3), 437–445.
26. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O. Duchesnay É. (2011) Scikit-learn: Machine learning in Python. *The Journal of machine learning research*, 12, 2825–2830.
27. Avila J., Hauck T. (2017) *Scikit-learn cookbook: over 80 recipes for machine learning in Python with scikit-learn*. Packt Publishing Ltd.
28. Dzheims G., Uiton D., Khasti T., Tibshirani R. (2016) *Vvedenie v statisticheskoe obuchenie s primeryami na yazyke R*. M.: DMK Press, 456.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

МЯН Вероника Игоревна
 E-mail: beromyan@gmail.com
Veronika I. MYAN
 E-mail: beromyan@gmail.com

Поступила: 17.12.2023; Одобрена: 12.02.2024; Принята: 12.02.2024.
Submitted: 17.12.2023; Approved: 12.02.2024; Accepted: 12.02.2024.

Научная статья

УДК 338.49

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17103>



ЦИФРОВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Н.Н. Булатова  , Е.Л. Дугина, Е.В. Доржиева

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ, Российская Федерация

 bulatova_nad@mail.ru

Аннотация. Необходимым условием реализации процессов трансформации региональных экономических систем, интенсивно происходящих в последние годы, является цифровое преобразование транспортно-логистической инфраструктуры, поскольку именно цифровой транспорт является ключевым элементом новой архитектуры взаимоотношений, диктуемых соответствующими как цифровыми преобразованиями во всех отраслях, так и необходимостью встраивания РФ и ее регионов в новую схему миропорядка. Научная значимость процесса информатизации заключается как в реализации приоритетного направления развития цифровых транспортных систем, принятых Стратегией научно-технологического развития РФ до 2035 года при их переходе на очередной технологический уклад, так и значимостью разработок теоретико-методологических основ стратегии цифровых преобразований. Задачей цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры по мнению авторов, заключается в разработке концептуальных основ построения организационно-функциональной структуры цифровой интегрированной платформы, являющейся информационно-аналитическим ядром транспортно-логистической экосистемы, посредством которой осуществляется управление информационными потоками всех ее субъектов. В данной статье предложен авторский подход к формированию модели цифровой платформы, логическая последовательность и описание ее построения изложено в составленной авторами цифровой повестки, элементы которой представлены в виде целевых программ, в своей совокупности раскрывающие теоретико-методологические основы функционирования цифровой платформы с учетом требований цифровизации транспортной отрасли. Цифровой виртуальный контур модели цифровой интегрированной платформы формируется за счет ключевых архитектурных решений, к которым можно отнести построение портала «Государственное управление», портала мировых стандартов информационного взаимодействия, формирования информационный инфраструктуры, в своей совокупности представляющий цифровой актив, являющийся основой цифровых преобразований на транспорте. Архитектура цифровой информационной платформы ТЛИ выстроена за счет совокупности взаимодействия ряда цифровых площадок: базовой, аккумулирующей массив данных участников ТЛИ, технологической, как портфель информационных инструментов, прикладной площадки, которая за счет интеграции двух предыдущих платформ и с учетом изменения логистических перспектив разрабатывает сценарии цифровых решений. При этом поставленные задачи цифрового преобразования транспортно-логистической инфраструктуры разбиваются на долгосрочную, среднесрочную и краткосрочную перспективу. В условиях долгосрочного периода реализации поставленных задач обеспечивает построение каркаса, виртуального контура ЦИП; задачи среднесрочного периода представляют собой проектные решения; задачи краткосрочного периода — это подготовительный период, необходимый для формирования фундамента будущих разработок. Реализация предложенного варианта формирования цифровой платформы на основе цифровых решений и программного обеспечения позволит создать единое цифровое информационное транспортно-логистическое пространство, объединяющее различные звенья логистической цепи, соответствующие как реальным потребностям транспортно-логистического обслуживания, так и современному и перспективному уровню развития цифровых технологий на транспорте.

Ключевые слова: транспортно-логистическая инфраструктура, цифровая трансформация, цифровая платформа, транспортно-логистическая экосистема

Для цитирования: Булатова Н.Н., Дугина Е.Л., Доржиева Е.В. (2024) Цифровое развитие региональной транспортно-логистической инфраструктуры. *П-Еconomy*, 17 (1), 41–54. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17103>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17103>



DIGITAL DEVELOPMENT OF REGIONAL TRANSPORT INFRASTRUCTURE

N.N. Bulatova , E.L. Dugina, E.V. Dorgieva

East-Siberian State University of Technology and Management,
Ulan-Ude, Russian Federation

 bulatova_nad@mail.ru

Abstract. A necessary condition for the implementation of the transformation processes of regional economic systems, which have been intensively occurring in recent years, is the digital transformation of the transport and logistics infrastructure. Digital transport is a key element of the new architecture of relationships driven by the corresponding digital transformations in all industries and the need to integrate the Russian Federation and its regions into a new world order. The scientific significance of the informatization process lies both in the implementation of the priority direction for the development of digital transport systems adopted by the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation until 2035 during their transition to the next technological structure, and in the significance of the development of the theoretical and methodological foundations of the digital transformation strategy. The task of the digital transformation of the transport and logistics infrastructure, according to the authors, is to develop a conceptual framework for constructing the organizational and functional structure of a digital integrated platform, which is the information and analytical core of the transport and logistics ecosystem, through which the information flows of all its subjects are managed. This article proposes the authors' approach to the formation of a digital platform model. The logical sequence and description of its construction are outlined in the digital agenda compiled by the authors: its elements are presented in the form of target programs, which together reveal the theoretical and methodological foundations of the functioning of the digital platform, taking into account the requirements of digitalization of the transport industry. The digital virtual outline of the digital integrated platform model is formed through key architectural decisions, which include the Public Administration portal, a portal of world standards of information interaction, the formation of an information infrastructure, which in its entirety represents a digital asset, which is the basis of digital transformations in transport. The architecture of the digital information platform of the transport and logistics infrastructure is built through the combination of interactions between a number of digital platforms. They include the base platform, which accumulates an array of data from the transport and logistics infrastructure participants, the technological platform, as a portfolio of information tools, and the application platform, which, through the integration of the two previous platforms and taking into account changing logistics prospects, develops scenarios for digital solutions. At the same time, the set tasks for the digital transformation of transport and logistics infrastructure are divided into long-term, medium-term and short-term perspectives. In the long-term conditions, the implementation of the assigned tasks ensures the construction of a framework, a virtual outline of the digital information platform; the tasks of the medium-term period represent design solutions, while the short-term tasks are the preparatory period necessary to form the foundation for future developments. The implementation of the proposed option for the formation of a digital platform based on digital solutions and software will make it possible to create a unified digital information transport and logistics space. This space will unite various links in the logistics chain that meet both the real needs of transport and logistics services and the current and future level of development of digital technologies in transport.

Keywords: transport and logistics infrastructure, digital transformation, digital platform, transport and logistics ecosystem

Citation: Bulatova N.N., Dugina E.L., Dorgieva E.V. (2024) Digital development of regional transport infrastructure. *П-Еconomy*, 17 (1), 41–54. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17103>



Введение

Актуальность исследования

В условиях новой реальности, связанной с масштабным переходом на восточный вектор внешнеэкономической политики России, и формированием новой схемы транспортно-логистических каналов, захватывающих значительную часть восточной территории России, особое значение при этом, приобретает Республика Бурятия (РБ), выступающая с учетом ее географического расположения транзитным мостом между Европой и Азией, главным транспортным узлом на востоке России. Обеспечение РБ особого статуса как надежного связующего звена Европа — Азия и создание на этой основе новой матрицы торгово-экономических связей России с восточными странами невозможно без надежной транспортно-логистической инфраструктуры (ТЛИ), инфраструктурной связности, соответствующего качества транспортных услуг. ТЛИ являясь системообразующей отраслью региональной экономики во многом определяет темпы интенсивности экономического роста [21]. Поэтому, обязательным условием эффективности влияния процессов транспортно-логистического обслуживания на экономическую трансформацию региона будет являться цифровизация транспортной отрасли, и формирование на этой основе цифровой экосистемы транспортной инфраструктуры (ТЛЭ) платформенного типа. Именно цифровая информационная платформа (ЦИП), являясь основой ТЛЭ позволяет создать и реализовать эффективные различные формы транспортной кооперации, сотрудничества, представляющие собой совершенно новые модели взаимоотношений всех заинтересованных участников транспортно-логистических процессов. В этих условиях актуальность решения данных цифровых проектов развития транспортно-логистической инфраструктуры не вызывает сомнения.

Литературный обзор

В настоящий момент существуют большое количество разработок по цифровизации транспортной инфраструктуры, к которым можно отнести зарубежные работы Abdallah F.B., Manyika C., Meddeb A, и отечественные работы В.И. Сергеева, Т.А. Прокофьевой, Е.С. Акоповой, А.Е. Архипова, Г.В. Бубновой, Г.В. Зубакова, В.Ю. Ланцевой, О.Н. Куприяновского, А.Н. Ларина, М.В. Панычева, С.Г. Пьянковой и др., в которых отражены вопросы цифровой трансформации транспортной инфраструктуры, начиная с исследования вопросов понятийного аппарата транспортной отрасли, проблем ее управления, трендов цифровой логистики, реализации процесса построения экосистем на транспорте, оценки их эффективности [2, 3, 5, 9, 10, 18, 19, 20, 24]. В работе Г.В. Бубновой, например, отмечается высокая значимость процессов цифровизации в транспортном комплексе, отмечается что уровень эффективности транспортной организации будет определяться уровнем цифровых преобразований всех сфер ее деятельности [10]. В работе Ларина А.Н. освещаются вопросы применения экономико-математического моделирования при проведении цифровой трансформации на транспорте, как одного из основных ее инструментов [20]. Проблемы, перспективы и преимущества цифровизации транспортной инфраструктуры рассматривались в работах Гутковской А.И., Гашковой Л.В., Пьянковой С.Г. [14, 15, 22–23]. Тем не менее, несмотря на научную значимость перечисленных исследований, отсутствует полная картина эффективности эксплуатации ТЛИ в современных условиях нового технологического уклада на базе цифровых информационных технологий¹. В данных условиях повышается актуальность обстоятельного изучения процессов цифровизации ТЛИ и формирования на этой основе цифровой экосистемы платформенного типа, позволяющей обеспечить эффективность транспортной инфраструктуры, и тем самым, подтвердить состоятельность ее влияния на экономику региона с одной стороны, так и геополитические интересы России особенно в условиях новых реалий.

¹ Выгоды от цифровизации транспортной инфраструктуры ЕАЭС. [online] Available at: <https://kapital.kz/tehnology/81824/vygody-ot-tsifrovizatsii-transportnoyinfrastruktury-yeaes.html>

Цель и задачи исследования

Цель исследования данной статьи заключается в теоретическом обосновании и исследовании цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры в экосистему платформенного типа. Задачи, решаемые в статье:

- разработка цифровой повестки включающей описание и логическую последовательность процессов внедрения информационных технологий в процедуры транспортно-логистического обслуживания;
- разработка концептуальных основ построения организационно-функциональной структуры цифровой интегрированной платформы.

Методика исследования

Успешное решение задач цифровой трансформации ТЛИ заключается в выборе наиболее рациональных методов и методик исследования, научных подходов, охватывающих широкий спектр вопросов включая сразу несколько направлений: возможность формирования цифровой интегрированной платформы, информатизации процессов транспортно-логистического обслуживания как функционала транспортной инфраструктуры и на этой основе построение цифровой экосистемы платформенного типа. В процессе исследования применяются общенаучные методы познания и анализа, методы моделирования, методы синтеза, системный и функциональный подходы, благодаря использованию которых, будет построена методологически обоснованная теория построения транспортно-логистической экосистемы платформенного типа. Именно комплексность подхода при решении поставленных задач позволяет обеспечить полноту раскрытия и его обоснованность. Ключевыми вопросами при изучении сути цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры будут являться определение целей и задач, объекта и предмета исследования. Важную роль при этом будут играть установленный регламент сферы цифровизации в программах Аналитического центра при Правительстве РФ, Ассоциации по развитию цифровых технологий транспорта «Цифровая эра транспорт» и конечно, базовым документов будет являться Стратегия развития транспортного комплекса РФ до 2030 года. Так по мнению авторов [6, 7, 11, 12], на основе ключевых аспектов методологии научного познания сути цифровой трансформации ТЛИ, комплексности подхода, можно дать определение цели данного процесса, под которой будем понимать преобразование действующего формата транспортно-логистического обслуживания на совершенно новый уровень, определяемый цифровизацией бизнес-процессов и формирования процедур информационного взаимодействия в едином информационном пространстве, что влечет за собой фундаментальные технологические изменения во всех сферах бизнеса. Объектом цифровой трансформации будет являться транспортно-логистическая инфраструктура как социально-экономическая система, которая меняет формат и концепцию своего функционирования на бизнес-модель, представляющей собой единую интегрированную информационно-коммуникационную среду информационного взаимодействия всех субъектов транспортно-логистического обслуживания. Под предметом исследования будем понимать процесс преобразования модели функционирования транспортно-логистической инфраструктуры в цифровой формат, включая освоение цифровых технологий, формирования ключевого элемента цифровой информационной платформы и дальнейшего формирования модели экосистемы, основанной на цифровом решении. Применение комплексного подхода к систематизации научных концептуальных и организационно-технологических решений позволяет разработать теорию и методологию цифрового развития транспортно-логистической инфраструктуры и обеспечить их научную обоснованность и достижимость решения.

Полученные результаты и обсуждение

Развитие транспортно-логистической инфраструктуры (ТЛИ) не возможно без учета мировых трендов, к которым можно отнести наступившую эру цифровой трансформации, ведущей



к созданию так называемых транспортно-логистических экосистем (ТЛЭ) платформенного типа, учитывающих взаимные логистические интересы участников транспортных процессов и их сопряжение, которые в корне меняют принятые подходы и формирует новую модель транспортно-логистической инфраструктуры [16].

Однако существующий уровень развития транспортной инфраструктуры недостаточно соответствует полномасштабному внедрению информационных технологий в отрасль. Так по мнению А.В. Бабкина и О.С. Ноговицыной в исследованиях, посвященных анализу состояния инфраструктуры в целом, отмечается, что «В современных российских условиях развитие инфраструктуры можно представить как процесс тиражирования инфраструктурных объектов в регионах. Вместе с тем качественная составляющая сегодня практически не учитывается» [4]. Действительно, проведенный нами анализ уровня развития бизнес-процессов на транспортных предприятиях региона показал не только недостаточный уровень качества оказываемых ими услуг, но их неоднородность, ведомственную и межотраслевую разобщенность предприятий, низкий уровень координации их деятельности со стороны органов государственного регулирования, несоответствие деловой практики уровню законодательной базы. В настоящее время на транспортном рынке России и ее регионов действуют единичные разрозненные сегменты информационных систем транспортных субъектов, формирующее их разное отношение к процессам цифровизации, все эти факторы привели к замедлению процессов внедрения информационных технологий в их бизнес [1, 17]. Изменить ситуацию в области транспортной деятельности, обеспечивая качественно новый уровень транспортных услуг, можно за счет внедрения цифровых технологий, включая строительство систем информационной логистики, цифровых платформ, изменяющих бизнес-модели деятельности всех участников транспортно-логистических процессов. Определив при этом приоритетные позиции процессов цифровой трансформации ТЛИ, с учетом влияния существующих трендов в этой области.

Ключевым элементом ТЛЭ является цифровая платформа под которой будем понимать информационную систему, аккумулирующую в своей совокупности цифровые ресурсы, программное обеспечение, цифровые сервисы, информационные технологии и за счет их объединения, создается единая интегрированная информационно-коммуникационная среда, обеспечивая информационное взаимодействие всех субъектов цифровых экосистем. Цифровая интегрированная платформа (ЦИП) — это новая бизнес-модель бесшовных взаимоотношений участников, формирующей принципиально новую форму сотрудничества в сфере выстраивания цифровых ресурсов. Конкретной задачей в рамках проблемы цифровизации транспортного комплекса будет являться разработка концептуальных и организационно-технологических решений, разработка теории и методологии, включающих установление целей, задач, подходов к формированию новой модели ТЛИ, основанной на цифровом решении.

Создание ЦИП должно происходить по четкому алгоритму. В первую очередь, необходимо выстроить «последовательность построения, функционирования и развития цифровых платформ, соответствующих как реальным потребностям транспортно-логистического обслуживания, так и современному и перспективному уровню развития цифровых технологий на транспорте» [18]. На наш взгляд, последовательность построения ЦИП за счет ключевых архитектурных решений как раз формирует ее организационно-функциональную схему или цифровой виртуальный контур. В первую очередь необходимо сформировать информационную систему государственного и муниципального управления, которая аккумулирует свои информационные ресурсы на портале «Государственное управление». Обязательным условием эффективности проведения процедур информатизации представляется использование положительного мирового опыта использования цифровых стандартов информационного взаимодействия и на этой основе создание соответствующего портала, собрав известные инструменты цифровизации. На следующем этапе необходимо сформировать цифровой актив, собрав на портале «информационная инфраструктура»

весь массив данных участников транспортно-логистического обслуживания, имеющий чисто отраслевой аспект и те инструменты, которые они могут использовать при проведении процедуры цифровой трансформации своей транспортной деятельности. Сама же цифровая интегрированная платформа, ее архитектура будет выстроена за счет совокупности взаимодействия базовой, технологической и прикладной цифровых площадок, результатом чего может явиться разработка сценария транспортных перевозок. При этом поставленные задачи цифрового преобразования транспортно-логистической инфраструктуры необходимо разбить на долгосрочную, среднесрочную и краткосрочную перспективу в зависимости от сложности процедуры выполнения и сроков их реализации. На рис. 1 представлена организационно-функциональная схема модели ЦИП.

Таблица 1. Цифровая повестка формирования ЦИП
Table 1. Digital agenda for the formation of the digital information platform

№	Задача	Расшифровка
Краткосрочный период (подготовительный период)		
1	Построение цифрового портала: «Государственное управление»	Исследование и анализ нормативно-правовой законодательной базы, обеспечивающей правовое регулирование процессов цифровизации отрасли
1.1	Исследование «Проектов Стратегии цифровых преобразований транспортного комплекса» ² как направления цифровизации	«Беспилотники для пассажиров и грузов, Зеленый цифровой коридор пассажира, Бесшовная грузовая логистика, Цифровое управление транспортной системой РФ, Цифровизация для транспортной безопасности, Цифровые двойники транспортной инфраструктуры» ³
1.2	Цифровое государственное управление и регулирование цифровой деятельности	– Законодательное определение цифровизации ТИ; – Сбор государственных информационных ресурсов, их систематизация и гармонизация, в том числе в целях мотивации внедрения и использования цифровых технологий в бизнес-модели; – Формирование единого автоматизированного портала для аккумулирования информационных ресурсов; – Трансформация и преобразование государственной и муниципальной службы на основе полной информатизации оказываемых ими услуг
2	Исследование положительного мирового опыта формирования цифровых стандартов, которые можно использовать при цифровой трансформации ТЛИ	Заслуживает внимания апробированная китайская инициатива по формированию своей национальной открытой информационной платформы для транспорта и логистики LOGINK, с помощью которой обеспечивается управление транспортными процессами на разных уровнях
Среднесрочный период (проектные решения)		
3	Построение цифрового актива (информационной инфраструктуры) базы ЦИП	Формирование – информационного портала, обеспечивающего сбор данных об участниках; – информационной среды, обеспечивающей каждого участника необходимыми информационными возможностями; – инструментально-цифрового портала, предоставляющего всем участникам информационно-консультативные услуги
Долгосрочный период (каркас ТЛЭ)		
4	Построение цифровой платформы в виде интеллектуальной виртуальной карты	Формирование: – Базовой транспортной площадки, где структурирован массив данных об участниках МТК; – Инструментальной (технологическая площадка), анализ наличия существующих информационных технологий на транспорте и возможности их использования на транспортных коридорах; – Прикладной площадки как интегратора информационных инструментов и технологий; – Определение приоритетных функций ЦИП

² Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZIOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 10.10.2022).

³ Паспорт стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации // Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11374/>



Рис. 1. Организационно-функциональная структура цифровой интегрированной платформы транспортно-логистической инфраструктуры

Fig. 1. Organizational and functional structure of the digital integrated platform of transport and logistics infrastructure

В результате мы представляем логическую последовательность процедуры цифровой трансформации ТЛИ как совокупности всестороннего описания процессов внедрения информационных технологий в транспортную отрасль в виде цифровой повестки, которая определяет круг актуальных вопросов по цифровой трансформации (табл. 1).

При этом поставленные задачи цифрового преобразования транспортно-логистической инфраструктуры разбиваются на сроки их исполнения. В условиях долгосрочного периода реализация поставленных задач обеспечивает построение каркаса, виртуального контура ЦИП, задачи среднесрочного периода представляют собой проектные решения и задачи краткосрочного периода это подготовительный период, необходимый для формирования фундамента будущих разработок.

1. Для организации национального уровня, на котором обеспечивается взаимодействие и информационный обмен между участниками необходимо рассмотреть содержание законодательной программы трансформации транспортной отрасли РФ в соответствии со стратегией развития транспортного комплекса, которая отражена в различных правовых проектах, в том числе и ведомственного проекта «Цифровой транспорт и логистика»⁴. В перечисленных проектах нормативно-законодательной базы зафиксированы приоритеты государства по цифровой трансформации транспортной инфраструктуры (табл. 2).

Таблица 2. Нормативно-правовая законодательная база
Table 2. Legal and regulatory framework

Нормативно-правовая законодательная база ⁵			
Федеральные и региональные законы и проекты	Национальные проекты и программы	Комплексные планы	Ведомственные проекты
— Информационная инфраструктура — Информационная безопасность	— Цифровая экономика Российской Федерации — Безопасные и качественные автомобильные дороги	Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года ⁶	— Цифровая платформа транспортного комплекса Российской Федерации; — Цифровой транспорт и логистика

⁴ Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZIOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 10.10.2022).

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 21.12.2021 N 3744-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_404958/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения: 27.10.2022).

⁶ Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>

На основе приведенной законодательной базы Министерством транспорта РФ⁷ разработан «Паспорт стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации»⁸, где четко определены направления по которым будет осуществляться цифровизация (табл. 1, п. 1.1.).

Стратегия цифровых преобразований по перечисленным шести направлениям определяет подходы к формированию сценариев цифрового развития транспортной инфраструктуры на долгосрочную перспективу, тем самым выстроив каркас ТЛЭ. Стоит задача: определить насколько перечисленные проекты будут адаптированы к существующему уровню и как будут работать при цифровой трансформации ТЛИ и формирования экосистемы. В этих условиях необходимо разработать на среднесрочную перспективу проектные решения, позволяющие логически выстроить порядок осуществления долгосрочных задач.

2. Поскольку цифровые преобразования требуют использование передовых информационных технологий, то необходимо исследовать и положительный мировой опыт формирования цифровых инструментов, которые можно использовать при цифровой трансформации транспортной инфраструктуры. Отвечая на вопросы: какие информационные технологии согласно мировым практикам при их использовании могут оказать влияние на эффективность транспортно-логистического обслуживания и каким образом должна происходить адаптация новых цифровых решений под существующий уровень транспортной инфраструктуры. Интерес в рамках ответов на вопросы представляет положительный опыт формирования цифровых стандартов стран Европы и Азии. Особенно заслуживает внимания китайская инициатива по формированию своей национальной открытой информационной платформы для транспорта и логистики LOGINK, с помощью которой обеспечивается управление транспортными процессами на разных уровнях [25–27].

3. В отрасли каждый день формируется и генерируется значительное количество транспортных документов разных форматов, в которых содержится огромный массив данных, обеспечивающих сопровождение перевозочного процесса. Поэтому следующим шагом будет являться перевод бумажного документооборота к электронному виду и их синхронизация. Для этого необходима разработка протокола строительства информационной инфраструктуры, в котором четко изложена стандарты сбора, обработки, хранения и передачи данных в рамках информационного взаимодействия между всеми участниками транспортно-логистических процессов (перевозочных процессов) в единой информационной среде.

Архитектура информационной инфраструктуры на основании протокола включает формирование:

- информационного портала, обеспечивающего сбор данных об участниках транспортного логистического обслуживания (ТЛО), специализированных средств. Поэтому нужно определить перечень необходимой информации и средства которые позволят ее обработать и перевести в цифровой формат;
- информационной среды, обеспечивающей каждого участника необходимыми информационными возможностями;
- информационно-инструментального портала, предоставляющего в свою очередь, информационно-консультативные услуги всем участникам. Через портал цифровых технологий, где собраны все возможные в настоящий момент информационные технологии каждый участник строит свои взаимоотношения и информационные обмены в едином информационном пространстве (табл. 3).

В целом, предложенная модель информационной инфраструктуры за счет предложенных архитектурных решений представляет собой так называемый цифровой актив, являющийся основой цифровых преобразований на транспорте.

⁷ Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11374/>

⁸ Паспорт стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации // Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11374/>

Таблица 3. Информационная инфраструктура ЦИП
Table 3. Information infrastructure of the digital information platform

1. Информационная инфраструктура ЦИП (цифровой актив)			
Информационный портал	Информационная среда	Инструментально-цифровой портал	Портал цифровых технологий
Для определения участников транспортно-логистического обслуживания и обмена информацией между ними в электронной форме: «Стейкхолдеры: Органы государственной власти, научные институты, образовательные организации, профсоюзы, местное сообщество, бизнес: «все виды транспорта, логистические центры, пункты пропуска, объекты приграничной инфраструктуры» [8]	Для формирования у всех участников ТЛО своей информационной системы: – «Организация широкополосного доступа к сети Интернет» [8], использование облачных технологий; – создание базовых информационных сред по транспортным средствам, экипажах, грузах, сопроводительных документов на всех этапах перевозочного процесса	Предоставляет всем участникам ТЛО комплекс информационно-консультативных услуг: – «общие требования к программному продукту, цифровые стандарты (язык программирования, протоколы обмена информацией и т.д.). – функционал различных цифровых каналов информационного обмена» [8] для обмена информацией между стейкхолдерами	Для обоснованного выбора, их использования в целях принятия управленческого решения: «– Большие данные – искусственный интеллект – Блокчейн технологии – Интернет Вещей – беспилотники, сенсорика – Беспроводная связь – Технологии виртуальной и дополненной реальности – 3D-печать» ^{9,10}

4. И наконец само строительство цифровой платформы, архитектура которой формируется за счет объединения ряда цифровых площадок, последовательность проведения представлена в табл. 4.

Таблица 4. Цифровая интегрированная платформа [8]
Table 4. Digital integrated platform

Цифровая интегрированная платформа		
Базовая (транспортная площадка)	Инструментальная (технологическая площадка)	Прикладная
Выполняет функции сбора и анализа данных для мониторинга состояния всех объектов транспортной инфраструктуры: состояние груза и его состава, информация о движении транспортных средств, техническое состояние объектов ТИ, наличие складских помещений для хранения и перевалки грузов, погодные условия, экологические условия, мониторинг товарно-транспортных потоков в целях обеспечения оптимизации процессов транспортно-логистического обслуживания	Предназначена для создания и использования портфеля цифровых инструментов (программных продуктов, серверов, технологий, используемых именно на транспорте): «– Электронная цифровая накладная, – «Умная дорога», – Цифровые сервисы для пассажирских и грузоперевозок, – Электронная пломба, – Внедрение беспилотников, – Глобальная спутниковая система «ЭРА-ГЛОНАСС», – Система «Платон» ¹¹	Используется для предоставления портфеля цифровых инструментов всем участникам ТЛИ в единой информационной среде, в цифровой системе сквозного обмена электронными сопроводительными документами для принятия того или иного цифрового решения

⁹ Постановление Правительства РФ от 2 марта 2019 г. N 234 "О системе управления реализацией национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/72190034/> (дата обращения: 25.10.2022).

¹⁰ Паспорт национального проекта "Национальная программа "Цифровая экономика Российской Федерации (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/ (дата обращения: 13.10.2022).

¹¹ Цифровизацию транспорта тормозит отсутствие стандартов и экономической целесообразности. URL: https://www.cnews.ru/reviews/it_v_transportnoj_otrasli_2019/articles/tsifrovizatsiya_transporta_tormozit_otсутствие_standartov_i_ekonomicheskoy (дата обращения: 10.12.2021)

Архитектура цифровой информационной платформы ТЛИ построена за счет совокупности взаимодействия ряда цифровых площадок: «базовой» (транспортной), аккумулирующей транспортные данные участников транспортно-логистического обслуживания, «инструментальной», выступающей ресурс обеспечивающей, которая на основе существующих информационных технологий, таких как большие данные и т.д. формирует портфель информационных инструментов, применимых непосредственно на транспорте, «прикладной», которая на основе интеграции двух предыдущих, разрабатывает различные цифровые сценарии, моделирует ситуации, вырабатывает оптимальные варианты проектной деятельности в области транспортно-логистического обслуживания.

Для обсуждения и детальной проработки инициатив и проектов цифровой трансформации ТЛИ, построения на этой основе бизнес- модели экосистемы платформенного типа ТЛЭ, а также подтверждения и утверждения ее окончательного формата, необходимо создание «экспертной площадки», представительства со стороны органов государственной власти, транспортных предприятий, научных организаций, поставщиков ИТ-услуг и других участников с составлением стратегической повестки, разбивающей задачи цифрового преобразования транспортной отрасли на долгосрочную, среднесрочную и краткосрочную перспективу. Обязательным условием является создание исследовательской и инновационной среды для развития новых идей по формированию, построения различных архитектурных схем, конструктивных проектных решений для технико-экономического обоснования формирования ЦИП.

Выводы

Таким образом, в работе были исследованы теоретические и методологические вопросы цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры в экосистему платформенного типа на основе построения модели цифровой интегрированной платформы, являющейся на взгляд авторов, ее ключевым звеном. Основные результаты проведенного исследования:

1. Разработана цифровая повестка, в которой определена логическая последовательность проведения цифровизации ТЛИ в виде четырехволновой процедуры: формирование портала «Государственное управление», портала «Мировой опыт информатизации ТЛИ», строительства информационной инфраструктуры (цифрового актива), построения виртуальной интеллектуальной карты ЦИП как совокупности цифровых площадок. Каждый элемент выступает в виде целевых программ, в своей совокупности раскрывающие теоретико-методологические основы формирования ЦИП с учетом требования цифровизации транспортной отрасли. В результате предложенной организационно-функциональной структуры ЦИП выстраиваются организационно-экономические отношения участников ТЛИ, и в соответствии со сценариями развития процедуры цифровизации, учитывая те или иные логистические перспективы, будет меняться и модель экосистемы в целом. Практическое значение предложенного варианта цифровой повестки заключается в возможности использования авторских предложений, направленных на формирование и эффективное функционирование цифровой транспортно-логистической инфраструктуры.

2. Решены методологические вопросы архитектурного проектирования цифровых платформ, представленных в своей совокупности в виде информационной инфраструктуры, функционал которой заключается в предоставлении портфеля цифровых инструментов, аккумулированных на уровне технологической площадки всем участникам ТЛИ в информационной среде, определяемой базовой транспортной площадкой в цифровой системе сквозного информационного обмена. Цифровая платформа в таком виде представляет собой цифровой актив, позволяющей объединить различные звенья логистической цепи в единое информационно-цифровое пространство. Предложенный вариант проведения цифровых преобразований ТЛИ позволяет качественно определить организационно-экономические основы построения экосистемы платформенного типа.



Таким образом, выдвинутые предложения по цифровой трансформации ТЛИ позволят как устранить существующий пробел в научных исследованиях, дополнить теоретико-методологическую базу и практические рекомендации в области цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры, так и предоставит инструментарий для внедрения информационных технологий в бизнес-модели ее участников.

Направления дальнейших исследований

Как мы видим за счет предложенных ключевых архитектурных решений была сформирована модель цифровой платформы и следующим шагом в долгосрочном периоде будет являться построение ТЛЭ на ее основе. Соответственно ТЛЭ можно определить как систему, объединяющую информационные системы всех участников транспортно-логистической инфраструктуры, создавая при этом единое информационное пространство, цифровые платформы, которые в своей совокупности представляют собой механизм обеспечения взаимоотношений в информационной среде по различным уровням. К задачам цифровой трансформации в последующем можно отнести построение виртуального контура ТЛЭ на базе программных архитектурных решений и цифровое преобразование деятельности транспортных предприятий, которое на этом уровне будет заключаться в их объединении, в цифровом преобразовании бизнес-процессов с использованием информационных технологий и на этой основе формирования цифровых платформ на различных отраслевых, кросс-отраслевых, национальных, межнациональных уровнях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аналитический доклад «О принципах и подходах цифровой логистики в сфере транспортных услуг государств – членов Евразийского экономического союза» (2020) [online] Available at: https://eesc.eaeunion.org/upload/medialibrary/289/AD-O-printsipakh-i-podkhodakh-tsifrovoy-logistiki-v-sfere-transportnykh-uslug-gosudarstv-_chlenov-EAES.pdf [Accessed 10.12.2021]
2. Аكوпова Е.С., Пиливанова Е.К., Самыгин С.И. (2021) Мировая транспортно-логистическая инфраструктура: цифровая трансформация 2020 года. *Государственное и муниципальное управление. Ученые записки*, 1, 87–92. DOI: <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2021-1-1-87-92>
3. Архипов А.Е., Ряписов А.Е. (2020) Трансформация транспортной отрасли России под влиянием цифровых технологий. *Экономика и бизнес: теория и практика*, 4–1 (62), 22–24. DOI: <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2020-10249>
4. Бабкин А.В., Ноговицына О.С. (2012) Научно- методические аспекты оценки эффективности инновационной инфраструктуры промышленного комплекса региона. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 1 (139), 56–61.
5. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. (2023) Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0. *π-Econoty*, 16 (5), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
6. Баранов Д.Н. (2018) Сущность и содержание категории «цифровая экономика». *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Сер. 1, Экономика и управление*, 2 (25), 15–23. DOI: <https://doi.org/10.21777/2587-554X-2018-2-15-23>
7. Булатова Н.Н., Бабкин А.В. (2019) Перспективы формирования транспортно-технологических логистических систем региона (на примере Республики Бурятия). *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент*, 9, 2 (31), 106–120.
8. Булатова Н.Е., Алексеев А.В., Головунин Г.Г. (2021) К вопросу цифровизации транспортно-логистической системы региона. *Управление экономикой: методы, модели, технологии: материалы XXI Международной научной конференции. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа: УГАТУ*, 22–28.
9. Бубнова Г.В., Борейко А.Е. (2022) Концептуальные и организационно-технологические решения по формированию цифровых платформ управления перевозками по международным транспортным коридорам. *Мир транспорта*, 4 (101), 20, 86–97.

10. Бубнова Г.В., Левин Б.А. (2017) Цифровая логистика — инновационный механизм развития и эффективного функционирования транспортно-логистических систем и комплексов. *International Journal of Open Information Technologies*, 5 (3), 73–74.
11. Василенок В.Л., Круглова А.И., Алексашкина Е.И. и др. (2020) Основные тренды цифровой логистики. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*, 1, 69–78.
12. Волкова А.А., Плотников В.А., Рукинов М.В. (2019) Цифровая экономика: сущность явления, проблемы и риски формирования и развития. *Управленческое консультирование*, 4, 38–49.
13. Казаковцева М.В. (2015) Разработка механизмов управления транспортной инфраструктурой регионов как основа обеспечения их устойчивого финансового развития. *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*, 1 (1), 59–62.
14. Гашкова Л.В., Морозова О.Ю. (2022) Понятие и сущность цифровизации в транспортно-логистических процессах. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 4 (1), 44–51.
15. Гутковская А.И., Гутковская Е.А. (2018) Развитие цифровой экономики на железнодорожном транспорте. *Огарёв-online. Экономические науки*, 1. [online] Available at: <https://journal.mrsu.ru/arts/razvitie-cifrovoj-ekonomiki-na-zheleznodorozhnom-transporte> [Accessed 10.12.2021]
16. Дадабаева З.А. (2018) Трансформация логистических рынков на евразийском пространстве в условиях внедрения цифровых технологий. *Экономика и управление*, 8, 29–36.
17. Федянин А.А., Грунин А.А., Карасев О.И. и др. (2020) *Индекс развития транспортного комплекса: аналитический доклад*. М: МГУ им. М.В. Ломоносова, 116.
18. Зубаков Г.В., Проценко О.Д. (2019) Цифровая платформа транспортного комплекса Российской Федерации. Некоторые аспекты реализации. *Creative Economy*, 13 (3), 407–410.
19. Ланцева В.Ю., Кутало Я.Д. (2019) Концептуальные основы управления развитием транспортной инфраструктуры Российской Федерации. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Юридические науки*, 5 (71), 3, 3–11.
20. Ларин А.Н., Ларина И.В. (2021) Цифровизация автотранспортной и железнодорожной отраслей как ключевой элемент цифровой экономики. *Известия Транссиба*, 4 (48), 109–129.
21. Махнеева А.И. (2013) Транспортная инфраструктура — фактор развития экономики региона. *Теория и практика общественного развития*, 4, 274–276.
22. Пьянкова С.Г., Заколюкина Е.С. (2022) Синтетический подход к управлению цифровой транспортной инфраструктурой региона. *Московский экономический журнал*, 10. DOI: https://doi.org/10.55186/2413046X_2022_7_10_610
23. Пьянкова С.Г., Заколюкина Е.С. (2022) Цифровая транспортная инфраструктура региона: понятийный аппарат и оценка эффективности *Экономика и предпринимательство*, 6 (143), 644–651. DOI <https://doi.org/10.34925/EIP.2022.143.6.116>
24. Прокофьева Т. А. (2021) Кластерный подход к управлению развитием логистических операторов и формированию конкурентоспособного рынка логистических услуг в России. (Часть 1) *Экономический профессиональный журнал*, 1 (1), 1–10.
25. Богатырева В.В. (2023) Управление качеством транспортных услуг как объект государственного регулирования. *Современные вызовы транспортной отрасли: новые возможности. Материалы межвузовской научно-практической конференции транспортных вузов. Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Российский университет транспорта*, 184–187.
26. Аляпкина А., Власов А., Глазунова А. и др. (2019) *Транспортная инфраструктура и экономический рост: доклад*. М.: Перо, 142.
27. Howe-Teo R. *Singapore's Smart Mobility 2030: Big Data and Car-Lite Society*. [online] Available at: https://www.esri-ksp.org/wp/wp-content/uploads/2012/06/J15Nov_p04Chin_SmartMobility2030.pdf [Accessed 10 December 2021]



REFERENCES

1. *Analiticheskii doklad «O printsipakh i podkhodakh tsifrovoy logistiki v sfere transportnykh uslug gosudarstv – chlenov Evraziiskogo ekonomicheskogo soyuza»* (2020) [online] Available at: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/289/AD-O-printsipakh-i-podkhodakh-tsifrovoy-logistiki-v-sfere-transportnykh-uslug-gosudarstv-_-chlenov-EAES.pdf [Accessed 10.12.2021]
2. Akopova E.S., Pilivanova E.K., Samygin S.I. (2021) Mirovaya transportno-logisticheskaya infrastruktura: tsifrovaya transformatsiya 2020 goda. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski*, 1, 87–92. DOI: <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2021-1-1-87-92>
3. Arkhipov A.E., Ryapisov A.E. (2020) Transformatsiya transportnoi otrasli Rossii pod vliyaniem tsifrovyykh tekhnologii. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*, 4–1 (62), 22–24. DOI: <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2020-10249>
4. Babkin A.V., Nogovitsyna O.S. (2012) Nauchno-metodicheskie aspekty otsenki effektivnosti innovatsionnoi infrastruktury promyshlennogo kompleksa regiona. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki*, 1 (139), 56–61.
5. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Tashenova L.V. (2023) Metodika otsenki konvergentnosti tsifrovoy industrializatsii i industrial'noi tsifrovizatsii v usloviyakh Industrii 4.0 i 5.0. *π-Economy*, 16 (5), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
6. Baranov D.N. (2018) Sushchnost' i sodержание kategorii «tsifrovaya ekonomika». *Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.Yu. Vitte. Ser. 1, Ekonomika i upravlenie*, 2 (25), 15–23. DOI: <https://doi.org/10.21777/2587-554X-2018-2-15-23>
7. Bulatova N.N., Babkin A.V. (2019) Perspektivy formirovaniya transportno-tekhnologicheskikh logisticheskikh sistem regiona (na primere Respubliki Buryatiya). *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment*, 9, 2 (31), 106–120.
8. Bulatova N.E., Alekseev A.V., Golovunin G.G. (2021) K voprosu tsifrovizatsii transportno-logisticheskoi sistemy regiona. *Upravlenie ekonomikoi: metody, modeli, tekhnologii: materialy XXII Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Ufmsk. gos. aviats. tekhn. un-t. Ufa: UGATU*, 22–28.
9. Bubnova G.V., Boreiko A.E. (2022) Kontseptual'nye i organizatsionno-tekhnologicheskie resheniya po formirovaniyu tsifrovyykh platform upravleniya perevozkami po mezhdunarodnym transportnym koridoram. *Mir transporta*, 4 (101), 20, 86–97.
10. Bubnova G.V., Levin B.A. (2017) Tsifrovaya logistika — innovatsionnyi mekhanizm razvitiya i effektivnogo funktsionirovaniya transportno-logisticheskikh sistem i kompleksov. *International Journal of Open Information Technologies*, 5 (3), 73–74.
11. Vasilenok V.L., Kruglova A.I., Aleksashkina E.I. i dr. (2020) Osnovnye trendy tsifrovoy logistiki. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Ekonomika i ekologicheskii menedzhment»*, 1, 69–78.
12. Volkova A.A., Plotnikov V.A., Rukinov M.V. (2019) Tsifrovaya ekonomika: sushchnost' yavleniya, problemy i riski formirovaniya i razvitiya. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 4, 38–49.
13. Kazakovtseva M.V. (2015) Razrabotka mekhanizmov upravleniya transportnoi infrastrukturou regionov kak osnova obespecheniya ikh ustoichivogo finansovogo razvitiya. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»*, 1 (1), 59–62.
14. Gashkova L.V., Morozova O.Yu. (2022) Ponyatie i sushchnost' tsifrovizatsii v transportno-logisticheskikh protsessakh. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 4 (1), 44–51.
15. Gutkovskaya A.I., Gutkovskaya E.A. (2018) Razvitie tsifrovoy ekonomiki na zheleznodorozhnom transporte. *Ogarev-online. Ekonomicheskie nauki*, 1. [online] Available at: <https://journal.mrsu.ru/arts/razvitie-cifrovoj-ekonomiki-na-zheleznodorozhnom-transporte> [Accessed 10.12.2021]
16. Dadabaeva Z.A. (2018) Transformatsiya logisticheskikh rynkov na evraziiskom prostranstve v usloviyakh vnedreniya tsifrovyykh tekhnologii. *Ekonomika i upravlenie*, 8, 29–36.
17. Fedyanin A.A., Grunin A.A., Karasev O.I. i dr (2020) *Indeks razvitiya transportnogo kompleksa: analiticheskii doklad*. M: MGU im. M.V. Lomonosova, 116.
18. Zubakov G.V., Protsenko O.D. (2019) Tsifrovaya platforma transportnogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii. Nekotorye aspekty realizatsii. *Creative Economy*, 13 (3), 407–410.
19. Lantseva V.Yu., Kutalo Ya.D. (2019) Kontseptual'nye osnovy upravleniya razvitiem transportnoi infrastruktury Rossiiskoi Federatsii. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Yuridicheskie nauki*, 5 (71), 3, 3–11.
20. Larin A.N., Larina I.V. (2021) Tsifrovizatsiya avtotransportnoi i zheleznodorozhnoi otraslei kak klyuchевой element tsifrovoy ekonomiki. *Izvestiya Transsiba*, 4 (48), 109–129.

21. Makhneeva A.I. (2013) Transportnaya infrastruktura – faktor razvitiya ekonomiki regiona. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, 4, 274–276.
22. P'yankova S.G., Zakolyukina E.S. (2022) Sinteticheskii podkhod k upravleniyu tsifrovoy transportnoi infrastrukturoi regiona. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*, 10. DOI: https://doi.org/10.55186/2413046X_2022_7_10_610
23. P'yankova S.G., Zakolyukina E.S. (2022) Tsifrovaya transportnaya infrastruktura regiona: ponyatiinyi apparat i otsenka effektivnosti *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 6 (143), 644–651. DOI <https://doi.org/10.34925/EIP.2022.143.6.116>.
24. Prokof'eva T.A. (2021) Klasternyi podkhod k upravleniyu razvitiem logisticheskikh operatorov i formirovaniyu konkurentosposobnogo rynka logisticheskikh uslug v Rossii. (Chast' 1) *Ekonomicheskii professional'nyi zhurnal*, 1 (1), 1–10.
25. Bogatyreva V.V. (2023) Upravlenie kachestvom transportnykh uslug kak ob"ekt gosudarstvennogo regulirovaniya. *Sovremennye vyzovy transportnoi otrasli: novye vozmozhnosti. Materialy mezhyuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii transportnykh vuzov. Sankt-Peterburg, Gosudarstvennyi universitet morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova, Rossiiskii universitet transporta*, 184–187.
26. Alyapkina A., Vlasov A., Glazunova A. i dr. (2019) *Transportnaya infrastruktura i ekonomicheskii rost: doklad*. M.: Pero, 142.
27. Howe-Teo R. *Singapore's Smart Mobility 2030: Big Data and Car-Lite Society*. [online] Available at: https://www.esci-ksp.org/wp/wp-content/uploads/2012/06/J15Nov_p04Chin_SmartMobility2030.pdf [Accessed 10 December 2021]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

БУЛАТОВА Надежда Николаевна

E-mail: bulatova_nad@mail.ru

Nadeshda N. BULATOVA

E-mail: bulatova_nad@mail.ru

ДУГИНА Евдокия Лазаревна

E-mail: dugina@mail.ru

Evdokiya L. DUGINA

E-mail: dugina@mail.ru

ДОРЖИЕВА Елена Викторовна

E-mail: elendorg@mail.ru

Elena V. DORGIEVA

E-mail: elendorg@mail.ru

Поступила: 08.01.2024; Одобрена: 23.02.2024; Принята: 26.02.2024.

Submitted: 08.01.2024; Approved: 23.02.2024; Accepted: 26.02.2024.

Региональная и отраслевая экономика Regional and branch economy

Научная статья

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17104>



ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА РОСТ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

В.В. Глухов¹ , А.Е. Логинов² 

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Макрорегиональный филиал «Северо-Запад» ПАО «Ростелеком»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

 Loginov.amur@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается взаимосвязь показателей телекоммуникационной инфраструктуры и показателей развития национальной экономики. Среда развития цифровых и информационных коммуникаций определяет интеллектуальный уровень общества, применяемых технологий, вырабатываемых управленческих решений. В ближайшем будущем лидерами инновационного развития станут страны, обладающие современной телекоммуникационной инфраструктурой. Это обеспечит высокие производительность труда, качество и продолжительность жизни. Для объективного восприятия актуальности развития телекоммуникационной инфраструктуры необходимо иметь четкое представление о степени воздействия параметров телекоммуникационной инфраструктуры на показатели направлений деятельности, отраслей и национальную экономику в целом. В основе таких связей должны лежать структуризация показателей, методическая формализация правил расчета, количественные соотношения для конкретных примеров. Проведенное исследование позволило выделить три направления результативности телекоммуникационной инфраструктуры (прямое макроэкономическое, косвенное макроэкономическое, вторичное через показатели качества жизни) и предложить структурированную совокупность методических формул расчета результата и эффективности функционирования телекоммуникационной инфраструктуры. На примерах результатов исследований показаны количественные оценки связи показателей развития телекоммуникационной инфраструктуры и характеристик отдельных областей жизнедеятельности. Оценка потенциала национальной телекоммуникационной инфраструктуры рассмотрена на примере оценки показателей цифрового качества жизни. Она позволяет выполнять сравнение состояния телекоммуникационной инфраструктуры по периодам времени, по странам и регионам. В статье отмечено, что показатели телекоммуникационной инфраструктуры являются определяющим фактором для прогресса национальной экономики и качества жизни населения. Страны с более высоким уровнем телекоммуникаций имеют более высокие показатели производительности, инновационного совершенствования, оплаты труда, продолжительности жизни населения. В представленном исследовании систематизированы показатели телекоммуникационной инфраструктуры и показана их связь с макроэкономическими показателями и показателями цифрового качества жизни. Рассмотрена оценка интегральной результативности применения телекоммуникационной инфраструктуры. Предлагаемые оценки количественной взаимосвязи показателей телекоммуникационной инфраструктуры и показателей национальной экономики рекомендуется использовать для оценки результативности, эффективности, перспективности телекоммуникационной инфраструктуры и отдельных инфраструктурных продуктов.

Ключевые слова: национальная экономика, телекоммуникационная инфраструктура, экономический рост, качество жизни, показатели качества, интегральная результативность

Для цитирования: Глухов В.В., Логинов А.Е. (2024) Оценка влияния телекоммуникационной инфраструктуры на рост национальной экономики. П-Economy, 17 (1), 55–69. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17104>



ASSESSING THE IMPACT OF TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE ON THE GROWTH OF NATIONAL ECONOMY

V.V. Glukhov¹ , A.E. Loginov² 

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation;

² North-West Macroregional Division, St. Petersburg, Russian Federation

 Loginov.amur@gmail.com

Abstract. The paper examines the relationship between indicators of telecommunications infrastructure and indicators of national economic development. The environment for the development of digital and information communications determines the intellectual level of society, the technologies used and management decisions made. In the near future, countries with modern telecommunications infrastructure will become leaders in innovative development. This will ensure high labor productivity, quality and expectancy of life. To objectively perceive the relevance of the development of telecommunications infrastructure, it is necessary to have a clear understanding of the degree of impact of the parameters of the telecommunications infrastructure on the indicators of areas of activity, industries and the national economy as a whole. Such connections should be based on the structuring of indicators, the methodological formalization of calculation rules, and quantitative relationships for specific examples. The study made it possible to identify three areas of effectiveness of the telecommunications infrastructure (direct macroeconomic, indirect macroeconomic, secondary through quality of life indicators) and to propose a structured set of methodological formulas for calculating the result and efficiency of the telecommunications infrastructure. Examples of research results show quantitative assessments of the relationship between indicators of the development of telecommunications infrastructure and the characteristics of individual areas of life. The assessment of the potential of the national telecommunications infrastructure is considered using the example of assessing indicators of digital quality of life. It allows you to compare the state of telecommunications infrastructure across time periods, countries and regions. The article notes that the indicators of telecommunications infrastructure are a determining factor for the progress of the national economy and the quality of life of the population. Countries with a higher level of telecommunications have higher rates of productivity, innovation improvement, wages, and life expectancy. The presented study systematizes the indicators of telecommunications infrastructure and shows their connection with macroeconomic indicators and indicators of digital quality of life. The assessment of the integral effectiveness of the use of telecommunications infrastructure is considered. We recommend using the proposed assessments of the quantitative relationship between indicators of telecommunications infrastructure and indicators of the national economy to assess the effectiveness, efficiency, and prospects of telecommunications infrastructure and individual infrastructure products.

Keywords: national economy, telecommunications infrastructure, economic growth, quality of life, quality indicators, integral performance

Citation: Glukhov V.V., Loginov A.E. (2024) Assessing the impact of telecommunications infrastructure on the growth of national economy. *П-Economy*, 17 (1), 55–69. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17104>

Введение

Отрасль телекоммуникационных и информационных технологий является одним из важнейших секторов экономики, обеспечивающих функционирование других отраслей хозяйства и государства в целом. Ее развитие оказывается решающим для поддержания темпов совершенствования промышленности, социальной сферы страны, уровня жизни населения, сбалансированного развития регионов. Без современной телекоммуникационной инфраструктуры в России невозможно ее вхождение в мировое экономическое и информационное пространство. Поэтому Правительство Российской Федерации рассматривает дальнейшее развитие телеком-



муникационной инфраструктуры страны как один из главных факторов подъема национальной экономики [1, 2].

Внедрение цифровых технологий в экономике приводит к существенному изменению благосостояния всех ее агентов (потребителей, компаний и государства) вследствие сокращения транзакционных издержек взаимодействия между различными агентами, повышения производительности различных отраслей (как следствие, повышения их выпуска), изменения организационных и бизнес-моделей производства и предоставления товаров и услуг, появления новых и качественного изменения уже существовавших на рынках товаров и услуг [3, 4].

Объект исследования — телекоммуникационная инфраструктура как специфический объект управления при ее формировании, эксплуатации и планировании развития.

Предмет исследования — взаимосвязь показателей телекоммуникационной инфраструктуры с показателями национальной экономики на макро- и микроуровнях.

Цель исследования — рассмотреть взаимосвязи и разработать оценки влияния показателей телекоммуникационной инфраструктуры на макро- микроэкономические показатели национальной экономики.

Актуальность

Телекоммуникационная инфраструктура является ключевым фактором для темпов развития экономики страны. Это система связи, сбора данных, передачи сигналов управления, информационного обеспечения организаций и частных лиц. Телекоммуникационная инфраструктура обеспечивает перераспределение рабочих мест, сокращая долю низко производительного и повышая долю интеллектуального труда. Надежная и высокоскоростная коммуникация повышает производительность труда, сокращает время принятия решений. Дистанционная организация труда, опирающаяся на телекоммуникационную инфраструктуру, привела к появлению новых форм организации производственных процессов. В конечном результате это обеспечивает улучшение качества и продолжительности жизни населения.

Инвестируя средства в развитие информационной инфраструктуры, государство создает условия для ускоренного развития бизнеса и социального общества. «Уже сегодня многие потребности и желания человека связаны с возможностью использования им современных информационных ресурсов и технологий, средств связи и телекоммуникации. Весь наш образ жизни в последние годы становится все более информационным по своему содержанию, и нет никакого сомнения в том, что эта важная тенденция развития цивилизации сохранится и в будущем» [3].

Информацию, как фактор движущей силы общественного развития, выделяли в своих классических работах А. Смит, Д. Рикардо, Дж. Кейнс, К. Эрроу, А. Маршалл.

Аспекты информационного обмена в экономических процессах общества рассмотрены в работах Д. Белла, И. Масуды, В.Л. Иноземцева.

Значимость информационной инфраструктуры для конкурентоспособности и темпов развития национальной экономики рассматривали Вайбер Р., Галимов И.Р., Макрушин С.В., Стрелец И.А., Котванов М.В., Лутошкин И.В., Нижегородцев Р.М., Макаров В.В. Роллер Л. и др.

Результаты исследования

Телекоммуникации играют двойную роль как продаваемая услуга, так и как средство содействия производству и торговле другими продуктами и услугами. Развитие телекоммуникационной инфраструктуры обеспечило переход экономики страны в фазу информационной экономики. Ее признаки: приоритет наукоемких и ресурсосберегающих технологий, значимость интеллектуальной собственности, применение искусственного интеллекта в управлении и проектировании, трансформация традиционных форм хозяйствования, появление новых видов продукции и услуг. Повышается значимость информационного сектора в национальной

экономике как нового механизма коммуникаций, передачи знаний и информации, координации бизнес-процессов.

Направления воздействия телекоммуникационной инфраструктуры на показатели национальной экономики можно разделить на три области [8–12]:

- прямое воздействие на макроэкономические показатели (прирост составляющих ВВП за счет показателей телекоммуникационной инфраструктуры как подотрасли);
- косвенное воздействие на макроэкономические показатели обеспечиваемых отраслей (через повышение производительности труда, расширение ассортимента продукции, снижение затрат в обеспечиваемых отраслях экономики);
- опосредованное воздействие на макроэкономические показатели через улучшение показателей качества жизни (улучшение межличностных коммуникаций, коммуникаций с обеспечивающими техническими средствами, повышение комфортности жизни, сокращение затрачиваемого непроизводительного времени и др.).

Понимание механизмов влияния телекоммуникационной инфраструктуры на темпы развития экономики, на улучшение качества жизни населения позволит обоснованно управлять инвестиционными, трудовыми, материальными ресурсами на всех уровнях принятия управленческих решений. Современная телекоммуникационная среда, являясь одним из видов экономической деятельности, одновременно – необходимое условие для внедрения современных цифровых технологий на предприятиях и в организациях.

Прямое воздействие на макроэкономические показатели

Объем предоставляемых телекоммуникационных услуг зависит от уровня развития национальной экономики в целом и телекоммуникационной инфраструктуры в частности, готовности населения использовать инфраструктурные продукты.

Оценка значений прямого воздействия на макроэкономические показатели экономики может быть определена как сумма результатов деятельности телекоммуникационных компаний:

$$R = \sum_j \Pi_j N_j V_j + \sum_j \pi_j n_j v_j,$$

где Π_j и π_j – цена j -й телекоммуникационной услуги для организаций и частных лиц; N_j и n_j – количество использующих j -ю телекоммуникационную услугу организаций и частных лиц; V_j и v_j – объем j -й телекоммуникационной услуги, предоставленной организациям и частным лицам.

Ключевыми факторами, определяющими масштаб (число пользователей и вовлеченность в инфраструктуру телекоммуникаций), являются [16–19]:

- уровень технического развития экономики страны;
- технологический уровень телекоммуникационной инфраструктуры;
- развитость видов предоставляемых телекоммуникационных услуг;
- охват территории страны телекоммуникационной инфраструктурой;
- распространенность операторов связи.

На начало 2023 г. социальные сети насчитывают 4,76 млрд. фактических пользователей, что составляет почти 60 % от общей численности населения мира, 5,16 млрд. человек являются пользователями интернета – 65 % мирового населения, 5,44 млрд. человек пользуются мобильными телефонами – 68 % от общей численности населения. К 2030 г. прогнозируется 6,3 млрд. пользователей мобильной связи¹.

Сотовая связь имеется практически у каждого жителя планеты, это телефонная связь, развлечения, интернет, информационные сети и др. С 2016 г. количество телефонов (как точек входа в телекоммуникационную инфраструктуру) превысило численность населения.

¹ отчет GSMA «Мобильная экономика 2023». 27.02.2023. <https://www.gsma.com/mobileeconomy/>



В мире более 800 сотовых операторов координируют и обслуживают телекоммуникационную сеть. Активно развиваются используемые технические средства, технологические решения и организационно-управленческое сопровождение телекоммуникационной инфраструктуры.

Наиболее значимые, в настоящее время, технологические разработки, способствующие развитию телекоммуникационных услуг [6, 7, 23–25]:

- переход к 5-му поколению технологии сотовой связи;
- облачные вычисления;
- интернет вещей;
- спутниковая связь;
- квантово защищенные коммуникации;
- технологии программно-определяемых WAN-сетей;
- оптоволоконные технологии;
- IoT-устройства;
- технология динамического разделения спектра (DSS, Dynamic Spectrum Sharing);
- беспроводные коммуникации.

Для России национальная телекоммуникационная инфраструктура имеет особое значение в связи с обширностью территории. Современные возможности по доступу к системе связи создают условия использования баз знаний, профессионального образования и карьерного роста, повышения качества жизни граждан. В 2022 г. рынок телекоммуникационных услуг составил 5 % мирового ВВП и обеспечил в сумме 28 млн рабочих мест.

В 2000 г. доходы отрасли связи в России составили 134 млрд. руб., в 2022 г. — 1,82 трлн. руб. Прирост составляет 2–5 % в год. Увеличение связано как с фактором инфляции, так и с количественным и качественным развитием самой отрасли².

В России в секторе мобильной связи задействовано 1,2 млн. работников. На них приходится 4,7 % ВВП страны.

Косвенное воздействие на макроэкономические показатели обеспечиваемых отраслей

Качество и масштаб связи между частными и юридическими лицами оказывают воздействие на рост масштабов производства. Проявляется это через оперативность принятия управленческих решений, более полное представление о влияющих внешних и внутренних факторах. Такие исследования проводились еще в условиях стационарной телефонной связи.

Современные телекоммуникационные возможности принципиально изменили ситуацию, так как системы связи дополнились информационным потоком Интернет-сети и системой связи между техническими объектами, техническими объектами и человеком. В системах управления предприятиями, процессами, услугами и отраслями вертикальные связи заместились горизонтальными.

Работы по оценке влияния масштабов реализуемой сотовой связи на темпы роста национальной экономики проводили ряд исследователей. В работе [4], например, отмечается, что «десять мобильных телефонов на 100 человек в развивающихся странах приводят к росту на 0,6 % ВВП на душу населения, примерно в два раза выше, чем в развитых странах».

Проведенные исследования показали, что в развивающихся странах повышение уровня проникновения мобильной телефонии на 10 % сопровождается увеличением экономического роста на 0,81 % против 0,60 % в развитых странах [5, 17, 18].

Важно понимать, что результаты подобных исследований иллюстрируют значительное влияние масштабов сотовой связи на рост национальных экономик, не зависимо от их уровня фактического развития. Расхождение по уровню развития стран, с нашей точки зрения, связаны с разным начальным масштабом экономики.

² GSMA. Мобильная экономика 2023. 27.02.2023. <https://www.gsma.com/mobileeconomy/russia-cis/>

Влияние телекоммуникационной инфраструктуры происходит через мультипликативный эффект, улучшение бизнес-процессов. Этот эффект оценивается в 4,5–5 % от ВВП³. Налоговые поступления от этого воздействия оцениваются примерно в 24 млрд. руб. в год.

Оценка статистической информации позволяет сформулировать ключевой нормативный показатель –

прирост на 1 % рынка мобильной связи повлечет:

рост налоговых поступлений 12 млрд. руб. в год;

прирост 225 тыс. новых рабочих мест.

Воздействие возможностей мобильной связи проявляется через [13–15]:

- улучшение и оперативность управления;
- повышение производительности труда;
- повышение отдачи от инвестиций;
- повышение масштаба торговли.

В конечном итоге это ведет к повышению конкурентоспособности предприятия, региона, экономики страны.

Оценка влияния сотовой связи на макро- и микро-показатели деятельности необходима для оценки целесообразного масштаба инвестиций в развитие телекоммуникационной инфраструктуры, сопоставления направлений инвестиций, оценки эффективности отдельных секторов сотовой инфраструктуры.

Для расчетов определим ряд зависимостей.

1. Связь прироста валового продукта ΔV и развития телекоммуникационной инфраструктуры ΔR

$$\Delta V = k \Delta R,$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Для небольшого интервала изменений V данное соотношение можно использовать, но на большом интервале величина k будет меняться. Она уменьшается с ростом валового продукта V . Что подтверждают приведенные исследования.

Более общий вид зависимости имеет вид –

$$\Delta V = k e^{-\lambda V} \Delta R.$$

2. Затраты на развитие инфраструктуры:

$$S = h \Delta R,$$

где h – затраты на единицу телекоммуникационной инфраструктуры (одного подключаемого).

3. Нормативная прибыль в рамках прироста валового продукта:

$$\Delta P = d \Delta V,$$

где d – прибыль на единицу валового продукта.

Правило расчета эффективности инвестиций в развитие телекоммуникационной инфраструктуры будет иметь вид:

$$z = \Delta P / S,$$

³ Исследование компании «Коминфо Консалтинг» Анализ социального и экономического влияния мобильной связи: взгляд на Россию. <https://volpromex.ru/yekonomika/analiz-sotsialnogo-i-ekonomicheskogo-vliyaniya-mobilnoi-svyazi-vzglyad-na-rossiyu.html>



при оценке в годовом интервале и

$$z = \sum_{t=1}^n \Delta P_t / S,$$

при оценке за интервал времени t .

Величину z можно использовать для принятия управленческого решения, анализа эффективности инвестиций, сравнения вариантов инвестиционных вложений.

Количество абонентов мобильной связи оценивается в 320 млн. чел., при средней плате одного пользователя в 320 руб. в 2019 и 2020 гг.⁴

Характеризуя рынок телекоммуникационных услуг, можно отметить, что мобильная связь составляет 55–60 %. На интернет – доступ, почтовую связь, платное ТВ, фиксированную телефонную связь, межоператорские услуги интегрально приходится, соответственно, 40–45 %.

Опосредованное воздействие на экономику через улучшение качества жизнедеятельности

В информационном обществе, основанном на знаниях и информации, именно широкая доступность телекоммуникационных услуг обеспечивает свободный доступ к различным видам информационных данных и, таким образом, является необходимым элементом в обеспечении высокого качества жизни⁵.

Качество жизни современного человека все больше зависит от уровня потребления им информационных продуктов и услуг, их доступности и качества [6] В условиях информационного общества традиционные представления о составляющих качества жизнедеятельности изменяются. Телекоммуникации становятся частью быта, досуга, работы и обучения. Сегодня значительная часть жизнедеятельности — это жизнь в цифровом мире. И эта тенденция непрерывно углубляется.

Появились новые понятия: информационная бедность, информационное неравенство, информационная безопасность. Характеризуя качество жизнедеятельности, выделим составляющие: интересная работа, справедливое вознаграждение, безопасные условия, качественное социальное, бытовое и медицинское обслуживание, гарантия занятости, профессиональный рост, вовлеченность в коммуникации.

Информационные технологии оказывают влияние на следующие виды деятельности [26]:

- повышается вовлечение в работу маломобильных групп;
- расширяется привлечение к профессиональной деятельности пенсионеров;
- расширяется вовлечение в профессиональную деятельность женщин в период беременности и ухода за малолетними детьми;
- упрощается доступ населения к государственным услугам;
- улучшаются показатели здоровья населения.

Системы онлайн режима работы вовлекают инвалидов в общественно полезную деятельность. По данным социологических исследований, в мире сегодня имеется большое число инвалидов, которое ежегодно возрастает. Многие из них имеют ограниченную мобильность, но вполне могли бы работать дома.

Пенсионеры с помощью использования возможностей онлайн сервисов могли бы продлить трудовой период, используя свой опыт, привлекая дополнительный заработок и сохраняя социальную вовлеченность. Концепция активного долголетия, предполагает наличие социальной среды, поддержание деятельности пожилых, индивидуального существования.

Онлайн режим работы оказывается актуальным для женщин, которые вынуждены прервать свою трудовую деятельность в связи с беременностью или же необходимостью воспитывать дома маленьких детей.

⁴ АКРА. Аналитическое кредитное рейтинговое агентство.

⁵ Чугунов Г.К. (2008) Развитие рынка телекоммуникационных услуг в России как условие повышения качества жизни населения. Автореф дисс. ... канд. эконом. наук., с 28.

Телекоммуникационная инфраструктура меняет принципы взаимодействия граждан с многими государственными структурами. Доступ к государственным и муниципальным услугам, оказываемым по принципу «единого окна» через многофункциональные центры (МФЦ), уже превысил 95 %.

Проведенные исследования показали значительную положительную связь между использованием интернета и состоянием здоровья. Это проявляется в следующих аспектах: помощь в получении достаточной информации о здоровье для лучшего самоконтроля; устранение информационной асимметрии между врачами и пациентами, помогающую лучше управлять своим здоровьем; облегчение одиночества, депрессии и беспокойства пользователей; предупреждение депрессии, тревожности у пациентов с кардиомиопатией [7].

Существенным аспектом стала безопасность, обеспечиваемая телекоммуникационной инфраструктурой. Это область, где возможности телекоммуникаций проявились комплексно и многофакторно [22, 24]:

- территориальные системы видеонаблюдения;
- кнопки экстренного вызова;
- дорожные системы видеоконтроля;
- контроль места нахождения человека.

Искусственный интеллект с камерами, установленными в домах, офисах, предприятиях, на транспорте и на улицах, позволяют предотвратить возникновение проблем и тем самым повысить безопасность и качество жизни. Такая инфраструктура решает задачи контроля и управления, обрабатывает информацию быстрее и лучше человека.

Коммуникационная инфраструктура с включенной совокупностью умных камер не только отслеживает ситуацию, но может прогнозировать последствия ее развития, такие как:

- настораживающее поведение человека на улице (может свидетельствовать о его болезни, опасности для окружающих);
- настораживающее движение автомобиля (требует предупреждения водителей на ближайших перекрестках);
- контроль за рабочим процессом оператор, слесаря, ремонтника (может предупредить и мгновенно среагировать на опасное движение человека) и др.

Развитие умной телекоммуникационной инфраструктуры проходит три стадии развития [20]: на первой — инфраструктура выявляет нарушения с последующим представлением штрафных санкций;

на второй — инфраструктура анализирует развитие ситуации и предупреждает о ее неблагоприятном развитии;

на третьей — инфраструктура управляет развитием ситуации, воздействуя управляющими сигналами на технические средства (например, принудительная остановка автомобиля, выключение электроэнергии, изменение режима работы светофора и т. д.) и участников событий.

На начало 2023 г. ПАО «Ростелеком» установил в Санкт-Петербурге 540 комплексов контроля скорости и аналитики нарушений правил дорожного движения, правил проезда перекрестков. Статистика иллюстрирует последствия этого — снижение числа и тяжести аварий. За 2023 г. установлено 8 000 видеокамер на территории города.

Показатели качества жизни населения проявляются через конкретные показатели [6, 7, 21]:

- экономия основного и вспомогательного рабочего времени (высвобождается время для отдыха и досуга, меняется соотношение времени работы и отдыха);
- сокращение транспортного времени (автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД), включающие камеры и детекторы трафика на перекрестках, ситуационные центры и диспетчерские уменьшают время логистики за счет оптимизации маршрута, снижения времени ожидания на остановках общественного транспорта, времени нахождения в дорожных пробках);

- снижение затрат на возможность общаться с родственниками, друзьями, коллегами по работе (без непосредственного контакта);
- сокращение времени на передачу информации;
- повышение уровня компетентности в любом направлении человеческой деятельности;
- сокращение времени поиска пропавших людей;
- расширение спектра развлечений;
- увеличение ресурса рабочего времени сотрудников (люди работают больше часов, когда у них нет поездок, потерь времени на вспомогательные составляющие);
- сокращение числа автомобильных аварий.

Отрицательными следствиями телекоммуникационной среды оказываются:

- повышаются риски для здоровья (электромагнитные излучения оказывают отрицательное воздействие на организм человека, могут активизировать заболевания);
- появляется опасность потери личной и служебной информации (требуется защита от взлома баз данных, кражи информации);
- повышается психологическая напряженность (работа на дому может поначалу облегчить жизнь, но это может нанести ущерб психическому здоровью сотрудников, так как возникает ощущение социальной «оторванности» от коллектива).

Эксперты английской фирмы WPI Strategy проанализировали экономическую целесообразность инвестиций в развитие технологии 5G при ее применении в здравоохранении, железнодорожном транспорте и городском самоуправлении⁶. Экономическая выгода в расчетах составила: интегрально – 7,4 млрд. фунтов стерлингов к 2030 году;

экономия Национальной службы здравоохранения за счет удаленного ухода за пациентами – до 1 млрд. фунтов стерлингов в год, что эквивалентно 15,4 тыс. штатных сестринских должностей; экономия пассажирам в железнодорожной сети – 25 млн часов в пути в течение следующих пяти лет, что оценивается в 325 млн. фунтов стерлингов;

умное городское освещение снизит потребление энергии и сократит выбросы, что составит 700 млн. фунтов стерлингов экономии у муниципалитетов в течение следующих пяти лет.

Эти показатели можно использовать при предварительной экономической оценке результатов внедрения технологии 5G в другой стране, опираясь на макроэкономические характеристики:

1. Первое приближение – пересчет показателей пропорционально численности населения (Великобритания – 69 млн. чел., Россия – 146,4 млн. чел.), млрд. фунтов стерлингов –

	Великобритания	Россия
Здравоохранение	1	2,1
Железнодорожная сеть	0,325	0,69
Умное городское освещение	0,7	1,47
Интегральный доход	7,4	16,5

2. Второе приближение – пересчет показателей пропорционально базовой характеристики оцениваемых областей деятельности (здравоохранение – число больничных человеко-дней, железнодорожная сеть – число пассажироперевозок, умное городское освещение – количество ламп освещения или площадь города и т. д.).

3. Детализированный расчет – прямой расчет составляющих по каждой оцениваемой области (здравоохранение – уменьшение трудоемкости сопровождения больных за счет оперативности реагирования на заболевания, снижения трудоемкости за счет использования дистанционных технологий, снижение дней болезни за счет выбора оптимальных технологий лечения

⁶ Vodafone. 5G. Построение цифрового общества. 22.11.2023. <https://ict.moscow/research/5g-postroenie-tsifrovogo-obshchestva/>

и использования больших баз данных; железнодорожная сеть — сокращение времени, связанного с поездкой, за счет уменьшения времени оформления проездных документов и оптимизации маршрута, сокращение расходов на поездку за счет оптимизации скоростей, предотвращения аварий, автоматизации процессов вождения и обслуживания транспорта; умное городское освещение — сокращение расходов на освещение за счет оптимизации размещения ламп, гибкого режима освещения с учетом природной освещенности).

Для расчета интегрального экономического эффекта от влияния совершенствования телекоммуникационной инфраструктуры на составляющие качества жизни можно использовать следующее соотношение

$$J = \sum_j \sum_i \Delta_{ij} c_{ij},$$

где Δ_{ij} — изменение j -го ключевого показателя i -й составляющей качества жизни; c_{ij} — экономический эффект от улучшения на единицу j -го ключевого показателя i -й составляющей качества жизни.

Учитывая высокую значимость телекоммуникационной среды для качества жизни, используются специальные государственные инструменты для расширения наиболее значимых элементов среды. Она включает следующие механизмы:

финансирование целевых федеральных и региональных Программ по бесплатному предоставлению каналов связи (например, проект «Социальная розетка» предусматривает в каждой квартире следующие информационные возможности: бесплатное подключение к сети Интернет; основных каналов телевидения; каналов проводного радиовещания с возможностью оповещения населения о чрезвычайных ситуациях; прямую связь с экстренными службами («тревожная кнопка»);

развитие точек доступа Wi-Fi;

формирование информационной электронной культуры в обществе;

применение государственных льгот работодателям, привлекающим к работе маломобильные группы населения;

разработка качественных специализированных информационных баз данных;

финансирование разработки новых поколений технологий телекоммуникаций.

Рейтинг цифрового обеспечения качества жизни

С 2020 г. компания по кибербезопасности Surfshark (Нидерланды) проводит исследование, оценивающее цифровое качество жизни и благополучие пользователей в онлайн-среде. Результаты обновляются ежеквартально, рассчитывается рейтинг и выбираются страны с лучшими показателями доступности интернета, качества электронной инфраструктуры, безопасности и государственного регулирования⁷.

Помимо исследования цифрового качества жизни Surfshark изучает цензуру социальных сетей, блокировки и государственное наблюдение за интернетом в мире.

Разработанный Индекс цифрового качества жизни (Digital Quality of Life) включает 5 параметров:

доступность интернета: (первая тройка в 2022 г.: Израиль, Армения, Германия) — оценивается через время, которое потребуется, чтобы заработать на самый дешевый тариф домашнего (50 % индекса) и мобильного (еще 50 %) интернета (в среднем по миру человеку необходимо проработать 3–4 ч для обеспечения интернет-тарифа, 10–15 мин. для 1 ГБ мобильного трафика);

качество интернета: (первая тройка: Чили, Дания, ОАЭ) — оценивается через три показателя: скорость интернета, стабильность подключения, годовые темпы улучшения в сравнении с прошлогодними показателями для мобильного и домашнего интернета;

⁷ Эксперты рассказали о цифровом качестве жизни в разных странах. SecurityLab.ru. 03.08.2020. <https://www.securitylab.ru/news/510786.php?ysclid=lpu57grmki243163704>



цифровая инфраструктура: (первая тройка: Дания, Швеция, Нидерланды) — оценивается через интегрированность цифровых технологий в общество — сколько человек из ста пользуются интернетом;

цифровая безопасность: (первая тройка: Греция, Бельгия, Литва) — экспертная оценка кибербезопасности и качества законов о защите персональных данных;

цифровое государство: (первая тройка: США, Сингапур, Великобритания) — распространенность ИИ-систем и коэффициент цифровых госуслуг.

Интегральный показатель вычисляется как

$$J = \sum_i a_i A_i,$$

где A_i — значение i -го показателя; a_i — экспертная оценка значимости i -го показателя для интегральной оценки.

Интегрально — лидирующие позиции занимают Израиль, Дания, Германия, в списке отстающих — Йемен, Камерун и Камбоджа. В топ-10 входят США, Сингапур, Франция, Швейцария, Великобритания. Россия на 42 месте в мире.

В 2022 г. Россия заняла 6 место в списке стран по доступности интернета, 44 — по качеству интернета, 46 — по цифровой инфраструктуре, 50 — по цифровой безопасности, 35 — в цифровых государствах. Лучшие оценки страна получила в рейтингах стабильности подключения широкополосного интернета (1 место), доступности широкополосного интернета (8 место), стабильности подключения мобильного интернета (15 место), в то время как самые низкие показатели РФ получила за скорость мобильного интернета (76 место), качество широкополосного и мобильного интернета (75 и 55 места).

Данный индекс позволяет обоснованно принимать решения по стратегии развития составляющих телекоммуникационной инфраструктуры, оценивать темпы и направления ее развития, сопоставлять приоритеты развития, реализуемые различными странами.

Оценка результативности применения телекоммуникационной инфраструктуры

Ключевым результатом применения телекоммуникационной инфраструктуры является повышение интеллектуального уровня общества. Следствием чего становится интенсификация инновационного развития экономики, рост производительности труда, сокращение непроизводительного труда, повышение эффективности управленческих решений.

Прирост валового национального продукта, как следствие развития телекоммуникационной инфраструктуры, складывается из двух величин:

$$\Delta P = kP^{(0)} + R,$$

где R — сумма оказываемых телекоммуникационных услуг, $P^{(0)}$ — базовая значение валового национального продукта; k — коэффициент прироста валового национального продукта за счет использования телекоммуникационной инфраструктуры.

При детализированной оценке эффективности использования телекоммуникационной инфраструктуры основное методическое соотношение будет иметь вид —

$$q = \sum_i \sum_j (k_{ij} P_i^{(0)} + s_{ij} F_i^{(0)}) + \sum_j (R_j - C_j) / \sum_j Q_j,$$

где $P_i^{(0)}$ — базовое значение валового продукта в i -й области деятельности; $F_i^{(0)}$ — базовое значение затрат в i -й области деятельности; k_{ij} — коэффициент прироста выпуска в i -й области деятельности за счет использования j -го инфраструктурного продукта; s_{ij} — коэффициент снижения затрат в i -й области деятельности за счет использования j -го инфраструктурного продукта;

R_j и C_j — соответственно, цена и затраты на j -ю телекоммуникационную услугу; Q_j — инвестиционная стоимость j -го инфраструктурного продукта.

Частные оценки эффективности характеризуют отдельные инфраструктурные продукты и отдельные области экономической деятельности —

$$q_i = \sum_j (k_{ij} P_i^{(0)} + s_{ij} F_i^{(0)}) + (R_j - C_j) / Q_j,$$

$$q_i = \sum_j (k_{ij} P_i^{(0)} + s_{ij} F_i^{(0)}) / \sum_j h_{ij} Q_j,$$

где h_{ij} — доля инвестиционной стоимости j -го инфраструктурного продукта, относимая к i -й области деятельности.

Заключение

Показатели телекоммуникационной инфраструктуры являются определяющим фактором для прогресса национальной экономики и качества жизни населения. Страны с более высоким уровнем телекоммуникаций имеют выше показатели производительности, инновационного совершенствования, оплаты труда, продолжительности жизни населения.

Таким образом, в рамках проведенных исследований получены следующие основные результаты:

систематизированы показатели телекоммуникационной инфраструктуры, оказывающие влияние на макроэкономические показатели национальной экономики;

показана связь показателей телекоммуникационной инфраструктуры с макроэкономическими показателями и показателями цифрового качества жизни.

Предлагаемые оценки количественной взаимосвязи показателей телекоммуникационной инфраструктуры и показателей национальной экономики рекомендуется использовать для оценки результативности, эффективности, перспективности телекоммуникационной инфраструктуры и отдельных инфраструктурных продуктов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сажнева О.А. (2009) Состояние и тенденции развития рынок телекоммуникационных услуг. *Современные наукоемкие технологии*, 11, 8–10.
2. Пономарева Е.А. (2021) Цифровизация экономики как движущая сила экономического роста: только ли инфраструктура имеет значение? *Новая экономическая ассоциация*, 3, 51–68.
3. Колин К.К. (2010) Качество жизни в информационном обществе. *Человек и труд*, 1, 74–77.
4. Waverman L., Meschi M., Fuss M.A. (2013) The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing Countries. *The Vodafone Policy Paper*, 3, 10–24.
5. Ака Куаме Нгоран, Карин Ресса. (2014) Мобильная телефония: инструмент экономического роста в развивающихся странах. *Молодой ученый*. 13 (72), 123–126.
6. Тоффлер Э., Тоффлер Х. (2008) *Революционное богатство: Как оно будет создано и как оно изменит нашу жизнь*, 569.
7. Толстикова И.И., Волкова С.Л. (2023) Интернет для повышения качества жизни и его использование пожилыми людьми. *Культура и технологии*, 8 (2), 50–58. DOI: <https://doi.org/10.17586/2587-800X-2023-8-2-50-58>
8. Макаров В.В., Горбатько А.В. (2014) *Инновации, инвестиционная политика и управление качеством услуг компании мобильной связи*: монография, СПб.: СПбГУТ, 288.
9. Вайбер Р. (2003) Эмпирические законы сетевой экономики. *Проблемы теории и практики управления*, 4, 68–73.



10. Макаров В.В., Сеница С.А., Годун А.Д. (2020) Состояние и развитие телекоммуникационного рынка России. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 8 (47), 151–155. DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-10951>
11. Галимов И.Р. (2021) Влияние телекоммуникаций на экономическое развитие регионов в западной и восточной России. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 11, 165–171.
12. Roller L.H., Waverman L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American Economic Review*, 91 (4), 909–923.
13. Новгородцев Р.М. (2002) *Информационная экономика*. М., 163.
14. Бартов О.Б., Третьяков Е.А. (2019) Теоретические аспекты влияния информационно-коммуникационных технологий на социально-экономическое развитие региона. *Журнал экономической теории*, 4, 705–713.
15. Волков Ю.В. (2011) Экономические предпосылки телекоммуникационного права. *Вестник экономики, управления и права*, 2 (15), 27–31.
16. Глухов В.В., Логинов А.Е. (2023) Инструментарий для оценки показателей функционирования телекоммуникационной сети. *π-Economy*, 16 (6), 142–154. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16610>
17. Волков А.Н., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е. Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030. *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2020. 8 (2), 32–43. DOI: <https://doi.org/10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43>
18. Гавлиевский С.Л., Карташеский В.Г., Проскура Д.В. и др. (2018) *Принципы построения мультисервисной сети ПАО «Ростелеком»*. М.: Горячая линия-Телеком, 228.
19. *Telecommunications industry at cliff's edge* (2016). [online] Available at: <https://www.mckinsey.com> [Accessed 28.11.2023].
20. Рыбин М.А., Шарипов С.А. (2023) Управление информационными рисками в телекоммуникационных системах. *Научно-технический вестник Поволжья*, 2, 114–116.
21. Челышков П.Д., Семенов А.Б. (2019) Влияние "умного" города на телекоммуникации. *Вестник связи*, 2, 4–7.
22. Ершов П.С., Хохлов Ю.Е. (2021) Цифровая инфраструктура для работы с большими данными. *Информационное общество*, 4–5, 110–131. DOI: https://doi.org/10.52605/16059921_2021_04_110
23. Сажнева О.А. (2011) Организационно-экономические вопросы формирования и мониторинга системы качества телекоммуникационных услуг. *Фундаментальные исследования*, 8 (1), 227–230.
24. Улезлова Л.В. (2016) Особенности инфраструктуры в телекоммуникационной отрасли как основной фактор развития. *Economics*, 7 (16), 16–19.
25. Тинякова В.И., Морозова Н.И. (2021) Устойчивое развитие цифровой экономики: современное состояние, проблемы и перспективы. В книге: *Экосистемы в цифровой экономике: драйверы устойчивого развития* (под ред. А.В. Бабкина). СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 242–277. DOI: <https://doi.org/10.18720/IEP/2021.4/11>
26. Улезлова Л.В. (2017) Регулирование отрасли связи и телекоммуникаций: состояние и перспективы развития. *Проблемы современной науки и образования*, 5 (87), 59–63.

REFERENCES

1. Sazhneva O.A. (2009) Sostoyanie i tendentsii razvitiya rynok telekommunikatsionnykh uslug. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 11, 8–10.
2. Ponomoreva E.A. (2021) Tsifrovizatsiya ekonomiki kak dvizhushchaya sila ekonomicheskogo rosta: tol'ko li infrastruktura imeet znachenie? *Novaya ekonomicheskaya assotsiatsiya*, 3, 51–68.
3. Kolin K.K. (2010) Kachestvo zhizni v informatsionnom obshchestve. *Chelovek i trud*, 1, 74–77.
4. Waverman L., Meschi M., Fuss M.A. (2013) The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing Countries. *The Vodafone Policy Paper*, 3, 10–24.
5. Aka Kuame Ngoran, Karin Ressa (2014) Mobil'naya telefoniya: instrument ekonomicheskogo rosta v razvivayushchikhsya stranakh. *Molodoi uchenyi*. 13 (72), 123–126.

6. Toffler E., Toffler Kh. (2008) *Revolutsionnoe bogatstvo: Kak ono budet sozdano i kak ono izmenit nashu zhizn'*, 569.
7. Tolstikova I.I., Volkova S.L. (2023) Internet dlya povysheniya kachestva zhizni i ego ispol'zovanie pozhilymi lyud'mi. *Kul'tura i tekhnologii*, 8 (2), 50–58. DOI: <https://doi.org/10.17586/2587-800X-2023-8-2-50-58>
8. Makarov V.V., Gorbat'ko A.V. (2014) *Innovatsii, investitsionnaya politika i upravlenie kachestvom uslug kompanii mobil'noi svyazi*: monografiya, SPb.: SPbGUT, 288.
9. Vaiber R. (2003) Empiricheskie zakony setevoi ekonomiki. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, 4, 68–73.
10. Makarov V.V., Sinitsa S.A., Godun A.D. (2020) Sostoyanie i razvitie telekommunikatsionnogo rynka Rossii. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 8 (47), 151–155. DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-10951>
11. Galimov I.R. (2021) Vliyanie telekommunikatsii na ekonomicheskoe razvitie regionov v zapadnoi i vostochnoi Rossii. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 11, 165–171.
12. Roller L.H., Waverman L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American Economic Review*, 91 (4), 909–923.
13. Novgorodtsev R.M. (2002) *Informatsionnaya ekonomika*. M. 163.
14. Bartov O.B., Tret'yakov E.A. (2019) Teoreticheskie aspekty vliyaniya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii na sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie regiona. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii*, 4, 705–713.
15. Volkov Yu.V. (2011) Ekonomicheskie predposylki telekommunikatsionnogo prava. *Vestnik ekonomiki, upravleniya i prava*, 2 (15), 27–31.
16. Glukhov V.V., Loginov A.E. (2023) Instrumentarii dlya otsenki pokazatelei funktsionirovaniya telekommunikatsionnoi seti. *π-Economy*, 16 (6), 142–154. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16610>
17. Volkov A.N., Mutkhanna A.S.A., Kucheryavyi A.E. Seti svyazi pyatogo pokoleniya: na puti k setyam 2030. *Informatsionnye tekhnologii i telekommunikatsii*. 2020. 8 (2), 32–43. DOI: <https://doi.org/10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43>
18. Gavlievskii S.L., Kartavsheskii V.G., Proskura D.V. i dr. (2018) *Printsipy postroeniya mul'tiservisnoi seti PAO «Rostelekom»*. M.: Goryachaya liniya-Telekom, 228.
19. *Telecommunications industry at cliff's edge* (2016). [online] Available at: <https://www.mckinsey.com> [Accessed 28.11.2023].
20. Rybin M.A., Sharipov S.A. (2023) Upravlenie informatsionnymi riskami v telekommunikatsionnykh sistemakh. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya*, 2, 114–116.
21. Chelyshkov P. D., Semenov A.B. (2019) Vliyanie "umnogo" goroda na telekommunikatsii. *Vestnik svyazi*, 2, 4–7.
22. Ershov P.S., Khokhlov Yu.E. (2021) Tsifrovaya infrastruktura dlya raboty s bol'shimi dannymi. *Informatsionnoe obshchestvo*, 4–5, 110–131. DOI: https://doi.org/10.52605/16059921_2021_04_110
23. Sazhneva O.A. (2011) Organizatsionno-ekonomicheskie voprosy formirovaniya i monitoringa sistemy kachestva telekommunikatsionnykh uslug. *Fundamental'nye issledovaniya*, 8 (1), 227–230.
24. Ulezlova L.V. (2016) Osobennosti infrastruktury v telekommunikatsionnoi otrasli kak osnovnoi faktor razvitiya. *Economics*, 7 (16), 16–19.
25. Tinyakova V.I., Morozova N.I. (2021) Ustoichivoe razvitie tsifrovoi ekonomiki: sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy. V knige: *Ekosistemy v tsifrovoi ekonomike: draivery ustoichivogo razvitiya* (pod red. A.V. Babkina). SPb: POLITEKh-PRESS, 242–277. DOI <https://doi.org/10.18720/IEP/2021.4/11>
26. Ulezlova L.V. (2017) Regulirovanie otrasli svyazi i telekommunikatsii: sostoyanie i perspektivy razvitiya. *Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniya*, 5 (87), 59–63.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ГЛУХОВ Владимир Викторович

E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

Vladimir V. GLUKHOV

E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8228-3109>



ЛОГИНОВ Александр Евгеньевич

E-mail: Loginov.amur@gmail.com

Aleksandr E. LOGINOV

E-mail: Loginov.amur@gmail.com

Поступила: 16.11.2023; Одобрена: 19.02.2024; Принята: 20.02.2024.

Submitted: 16.11.2023; Approved: 19.02.2024; Accepted: 20.02.2024.

Научная статья

УДК 332.12, 338.12

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17105>



РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ: БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ

Л.А. Гамидуллаева  

Пензенский государственный университет,
г. Пенза, Российская Федерация

 gamidullaeva@gmail.com

Аннотация. Проблема обеспечения устойчивости региональных экономических систем к шокам и потрясениям особенно актуализировалась в последние годы. Образующий ее теоретический базис концептуальный подход остается расплывчатым и несогласованным, прежде всего, ввиду сложности и многоаспектности данной проблематики. Это вызывает необходимость проведения дальнейших исследований, направленных на углубление понимания феномена региональной устойчивости посредством формирования модели структуры знаний данного проблемного поля. Цель работы состоит в выявлении ключевых аспектов и актуальных направлений развития концепции региональной экономической устойчивости на основе метода библиометрического анализа. Методическую основу исследования составил метод библиометрического анализа литературы, совмещенный с методами сетевого анализа. Эмпирическую основу исследования составили публикации по теме региональной экономической устойчивости, выгруженные из международной наукометрической базы данных Web of Science. Инструментальную базу для проведения анализа составила программа VOSviewer, версия 1.6.20. В ходе первого этапа исследования выявлена динамика исследовательского интереса к данной теме за период с 1995 по 2023 гг., определены наиболее цитируемые авторы и их страновая принадлежность. На втором этапе были проанализированы ключевые слова в данном предметном поле, что позволило определить наиболее актуальные аспекты изучения проблемы региональной экономической резилиентности. Кроме того, были визуализированы кластеры ключевых слов, формирующих отдельные научные направления внутри анализируемой проблематики. Анализ связей отдельных ключевых слов позволил определить факторы региональной устойчивости, которые чаще всего анализируются исследователями (экономическая специализация/диверсификация региональной экономики, институты, предпринимательство, инновации и другие). Результаты проведенного исследования расширяют понимание концептуального подхода региональной экономической устойчивости за счет представления целостного взгляда на проблему, выявления и обобщения различных подходов авторов, представления структуры знаний в данном проблемном поле. Экономическая устойчивость рассматривается не только как способность экономики противостоять потрясениям и быстро восстанавливаться, но и как способность экономики адаптироваться к изменениям окружающей среды и постоянным переменам. Устойчивость – это результат взаимодействия внутренних и внешних ключевых участников региональных экономических систем (экономических субъектов, лиц, принимающих решения, представителей общества), во взаимосвязи с внутренней структурой экономики региона и региональным потенциалом (ресурсами и человеческим капиталом).

Ключевые слова: библиометрический анализ, региональная экономическая резилиентность, устойчивость, внешние шоки, диверсификация, структура экономики, системный подход

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 22-28-01976.

Для цитирования: Гамидуллаева Л.А. (2024) Региональная экономическая устойчивость: библиометрический анализ исследований. П-Economy, 17 (1), 70–87. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17105>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17105>

REGIONAL ECONOMIC RESILIENCE: BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE RESEARCH

L.A. Gamidullaeva 

Penza State University, Penza, Russian Federation

 gamidullaeva@gmail.com

Abstract. The problem of ensuring the resilience of regional economic systems to shocks and upheavals has become especially urgent in recent years. The conceptual approach that forms its theoretical basis remains vague and inconsistent, primarily due to the complexity and multifaceted nature of this issue. This necessitates further research aimed at deepening the understanding of the regional resilience phenomenon through the formation of a knowledge structure model of this problem field. The purpose of the work is to identify key aspects and current directions for the development of the concept of regional economic resilience based on the method of bibliometric analysis. The methodological basis of the study was the method of bibliometric analysis combined with network analysis methods. The empirical basis of the study consisted of publications on the topic of regional economic resilience downloaded from the international scientometric database Web of Science. The instrumental basis for the analysis included VOSviewer program, version 1.6.20. During the first stage of the study, the author identified the dynamics of research interest in this topic for the period from 1995 to 2023, the most cited authors and their country affiliation. At the second stage, keywords in this subject field were analyzed, which made it possible to determine the most relevant aspects of studying the problem of regional economic resilience. In addition, clusters of keywords that form individual scientific directions within the analyzed issues were visualized. Analysis of the connections of individual keywords made it possible to identify the factors of regional sustainability most often analyzed by researchers (economic specialization/diversification of the regional economy, institutions, entrepreneurship, innovation, and others). The results of the study expand the understanding of the conceptual approach to regional economic resilience by presenting a holistic view of the problem, identifying and summarizing the various approaches of the authors, and presenting the structure of knowledge in this problem field. Economic resilience is seen not only as the ability of an economy to withstand shocks and recover quickly, but also as the ability of an economy to adapt to constant environmental and social changes. Sustainability is the result of the interaction of internal and external key participants in regional economic systems (economic entities, decision makers, representatives of society), in conjunction with the internal structure of the regional economy and regional potential (resources and human capital).

Keywords: bibliometric analysis, regional economic resilience, sustainability, external shocks, diversification, economic structure, systems approach

Acknowledgements: This research was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 22-28-01976. Available online: <https://rscf.ru/project/22-28-01976/>

Citation: Gamidullaeva L.A. (2024) Regional economic resilience: bibliometric analysis of the research. *П-Еconomy*, 17 (1), 70–87. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17105>

Введение

Последние годы российская экономика находится под воздействием периодически возникающих кризисов и вызовов. Стоит отметить мировой финансовый кризис (2008 г.), кризисы, вызванные внешним санкционным давлением (2012–2014 гг.), пандемией коронавируса (2020 г.), а также последний вызов, связанный с беспрецедентным ужесточением санкций.

В этих условиях постоянного роста экономической неопределенности повышение резилентности экономики российских регионов следует рассматривать как один из важнейших приоритетов и объектов стратегического планирования. Термин «resilience» используется, преимущественно, в зарубежных публикациях. Однако, в последнее время все чаще встречается и

в отечественных [см., например, 1–2]. При этом, следует отметить многочисленные исследования авторов, посвященные сравнительному анализу терминов «resilience» (резилиентность) и «sustainability» (устойчивость), обосновывающие разницу между ними [3–4]. В отечественных же исследованиях эти термины часто отождествляются (см., например, [5–8]).

В некоторых случаях термины «устойчивость» и «резилиентность» отождествляют с концепцией устойчивого развития (sustainable development), предполагающей долгосрочное равновесие между использованием ресурсов и развитием, то есть сбалансированное триединство экономических, социальных и экологических целей развития [9]. Однако они существенно различаются. Так Б. Жихаревич предлагает перейти к непротиворечивой системе понятий путем введения в научный оборот термина «шокоустойчивость». В таком случае проблема адекватной трактовки термина «устойчивость» применительно к термину «устойчивое развитие» сходит на нет. Термин «шокоустойчивость» определяется автором как «способность предвидеть, оказывать сопротивление, поглощать, реагировать, адаптироваться и восстанавливаться после внешнего воздействия» [10. С. 6]. Таким образом, используемый современными исследователями проблемы устойчивости территории к шокам и воздействиям категориальный аппарат требует отдельного углубленного анализа. В данной статье мы делаем допущение, что термины «резилиентность» и «устойчивость» синонимичны.

Заимствованная из физики XIX века концепция региональной экономической резилиентности, которая приобрела популярность после рецессии 2008 года, остается современной концептуальной основой в экономической географии и пространственной экономике, позволяющей исследовать региональное развитие, расшифровывать поведение экономических систем и определять слабые стороны и уязвимости региональных экономик в период внешних шоковых воздействий и потрясений.

Как отмечает Т. Суонстром [11], «резилиентность – это больше, чем метафора, но меньше, чем теория. В лучшем случае это концептуальная основа, которая помогает нам думать о регионах по-новому, то есть динамично и целостно».

Категория «резилиентность» часто трактуется как способность региональной или городской социально-экономической системы вернуться в исходное состояние после окончания воздействия внешнего шока или разрушения [12] и как способность противостоять шокам и адаптироваться к рыночным, конкурентным и экологическим изменениям, трансформируя внутреннюю структуру системы [13–15].

Шоки – это внезапные крупные потрясения, такие как рецессии, стихийные бедствия, закрытие крупных промышленных предприятий и пандемии. Выделяют семь основных типов шоков:

- экономические (например, кризисы 2008, 2014, 2020 гг.),
- институциональные (брекзит, политика стран в период пандемии COVID-19 и др.),
- организационные (изменения потребительских предпочтений и трудового законодательства и др.),
- экологические (землетрясения, наводнения, изменение климата, лесные пожары и др.),
- технологические (появление подрывных технологий, как, например, блокчейн или стремительное развитие искусственного интеллекта и др.),
- антропогенные шоки (террористические атаки),
- эпидемические шоки (COVID-19, пандемия Эболы и др.) [16].

Резилиентность региональной экономики, как правило, проявляется в двух основных формах: производительность и потенциал. Производительность демонстрирует результат реакции регионов на шоки, то есть своего рода это оценочная форма. В свою очередь потенциал касается процесса адаптации регионов к внешним шокам и потрясениям, и вызывает необходимость выявления причин и факторов резилиентности. Часто интерес исследователей лежит в плоскости изучения производительности как формы резилиентности, следовательно, именно потенциал заслуживает дальнейшего изучения и эмпирических исследований [15].



Рис. 1. Типы резилиентности

Fig. 1. Types of resilience

Фактом является то, что экономическое развитие не может всегда оставаться сбалансированным, так как экономическая система перманентно развивается. Многие исследователи в целях поиска способов повышения экономической резилиентности проводят эмпирические исследования на уровне отдельных стран, регионов и городов, анализируя их опыт сохранения устойчивости к шокам и потрясениям, интерпретируя различные коннотации и характеристики экономической резилиентности. На сегодняшний день учеными выделены четыре основных типа резилиентности – инженерная, экологическая, эволюционная и трансформационная [13] (рис. 1).

Тип резилиентности определяется характером системных изменений в экономике, которые происходят как в период, так и после шока, и влияет на траекторию роста регионов в долгосрочном периоде (табл. 1).

Важным представляется вывод авторов статьи Д. Саттона и Г. Арку [16], состоящий в том, что вышеперечисленные типы устойчивости не должны восприниматься исследователями как оппозиционные подходы. Требуется системный подход для внесения большей концептуальной ясности в понятие «резилиентность». Авторы вышеупомянутой статьи концептуализируют основные типы резилиентности как взаимодополняющие, а не противостоящие друг другу.

Однако, несмотря на значительный объем литературы, посвященный операционализации данного понятия, эта концепция остается достаточно нечеткой и расплывчатой [12]. В исследованиях авторов резилиентность территории (страны, региона, города) часто рассматривается как многоплановое сложное понятие. Отсутствует единый согласованный подход, что обуславливает наличие спорных моментов относительно того, как правильно применять на практике данную концепцию [13].

Таким образом, учитывая достаточно большой объем накопленных работ в данном предметном поле, исследовательский интерес систематизация направлений научных исследований по проблеме региональной резилиентности с помощью библиометрического анализа научной литературы. Последний позволяет проводить анализ большого объема данных из различных баз научного цитирования и строить сети, связывающие разные библиометрические объекты отношениями различного типа¹. Посредством анализа библиометрических сетей появляется возможность исследования эволюции различных отраслей знаний, выявления основных тематик и научных коллективов.

Объектом настоящего исследования является научно-практическая проблема обеспечения экономической устойчивости региона. В свою очередь предметом исследования выступает концепция региональной экономической резилиентности, а именно, ключевые ее аспекты и перспективные направления развития.

Таблица 1. Характеристика типов резилиентности
Table 1. Characteristics of resilience types

Тип	Подход	Определение	Характеристика	Фокус резилиентности	Степень изменения системы
Инженерная резилиентность	статический, равновесный	способность и скорость, с которой региональная экономика возвращается к траектории роста, существовавшей до шока	предполагает стабильное состояние равновесия, хотя на самом деле, региональная экономика находится в состоянии постоянной неопределенности и изменений	сопротивление и восстановление	без изменений
Экологическая резилиентность		способность системы поглощать шок и поддерживать текущую траекторию роста, существовавшую до появления шока, без значительных структурных и функциональных изменений		сопротивление и восстановление	минимальные структурные и/или функциональные изменения
Эволюционная резилиентность	динамический, неравновесный, системный	способность системы сохранять свои основные функции посредством переориентации и реорганизации своей внутренней структуры	сосредоточены на частичной или полной адаптивности региональных экономик, постулируют, что резилиентность является неотъемлемой частью эволюции и развития региональных экономик	надежность	частичное структурное и функциональное изменение
Трансформационная резилиентность		способность системы полностью перестраивать и/или создавать новый набор структур и функций		надежность	полное изменение структуры и функций

Источник: Составлено автором с использованием [13, 16]

Методология исследования

Для достижения цели настоящего исследования была поставлена задача построения карты ключевых слов, относящихся к исследовательскому полю научной проблематики «региональной экономической резилиентности», а также формирования сети соприсутствия (co-occurrence) ключевых слов с использованием программы VOSviewer (версия 1.6.20) на основе выборки из международной наукометрической базы данных Web of Science.

Поиск публикаций осуществлялся простым способом по словам “regional”, “economic” и “resilience”. Всего было найдено 1009 публикаций. Выгрузка данных производилась в декабре 2023 года в формате «полная запись» (full record). Были заданы ограничения на тип документа и предметные области исследований (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика поискового запроса к базе данных
 Table 2. Characteristics of database search query

База данных	Поисковый запрос	Тип документа	Характеристика запроса	Период
Web of Science	regional AND economic AND resilience	Статья (article)	Формат поиска: полная запись. Предметные области: Environmental Studies, Geography, Economics, Ecology, Regional Urban Planning, Green Sustainable Science Technology, Urban Studies, Development Studies, Business, Management, International Relations, Mathematics Interdisciplinary Applications, Social Sciences Mathematical Methods, Transportation, Business Finance, Area Studies, Operations Research Management Science, Agricultural Economics Policy, Public Administration, Demography	1995–2024

Источник: Составлено автором

В нашем исследовании применен способ создания карт как на основе фракционного счета (fractional counting), предполагающего дробный учет участия соавторов, когда каждая публикация будет иметь одинаковый общий вес.

Исследование предполагало реализацию двух основных этапов.

Этап 1. Анализ динамики публикаций, предметных областей и наиболее высокоцитируемых авторов, публикующих результаты исследований в изучаемой предметной области.

Этап 2. Формирование карты ключевых слов на основе 1009 публикаций, выгруженных из базы Web of Science по следующим ключевым словам: «regional», «economic», «resilience».

Результаты и обсуждение

На первом этапе был проведен анализ публикаций, выгруженных из базы Web of Science по исследуемой проблематике, что позволило проследить динамику публикаций (рис. 2), определить наиболее цитируемых авторов и определить их географическую принадлежность.

На рисунке показано, что данная тема, истоки которой восходят к 1995 г., характеризуется непрерывно нарастающим академическим интересом. Так, за последние 10 лет количество публикаций по данной теме выросло в 8,25 раз.

На рис. 3 представлен топ-25 наиболее цитируемых авторов в исследуемой области. Следовательно, контент-анализ литературы целесообразно, в первую очередь, проводить посредством анализа публикаций данных авторов.

Далее проиллюстрирована страновая принадлежность авторов выгруженных публикаций (рис. 4). Абсолютное большинство авторов из Китая, США, Европейского Союза, Англии и Австралии.

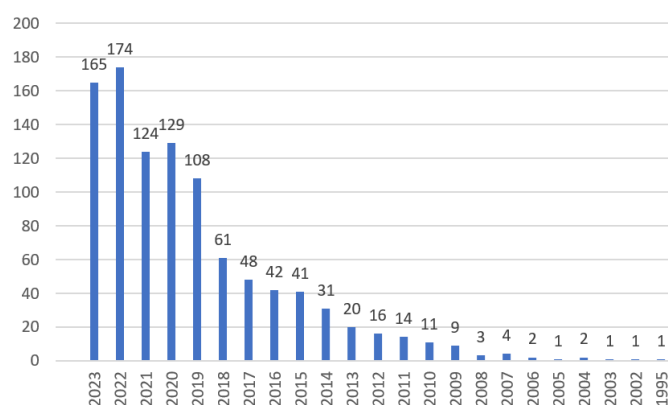


Рис. 2. Динамика публикаций по проблеме региональной экономической резилиентности

Fig. 2. Dynamics of publications on the problem of regional economic resilience

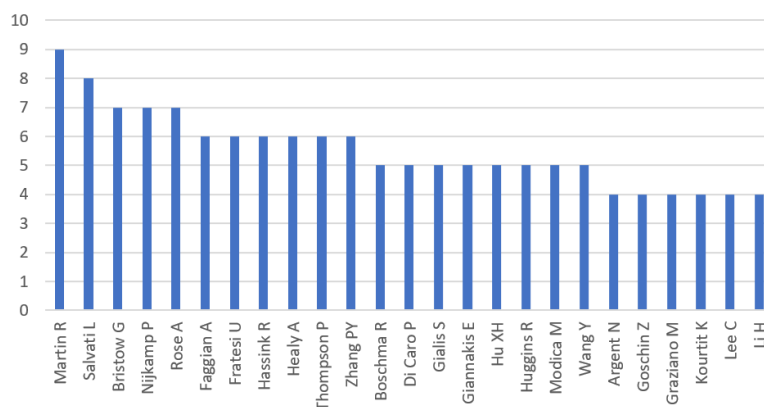


Рис. 3. Наиболее цитируемые авторы по проблеме региональной экономической резилиентности

Fig. 3. Most cited authors on the problem of regional economic resilience

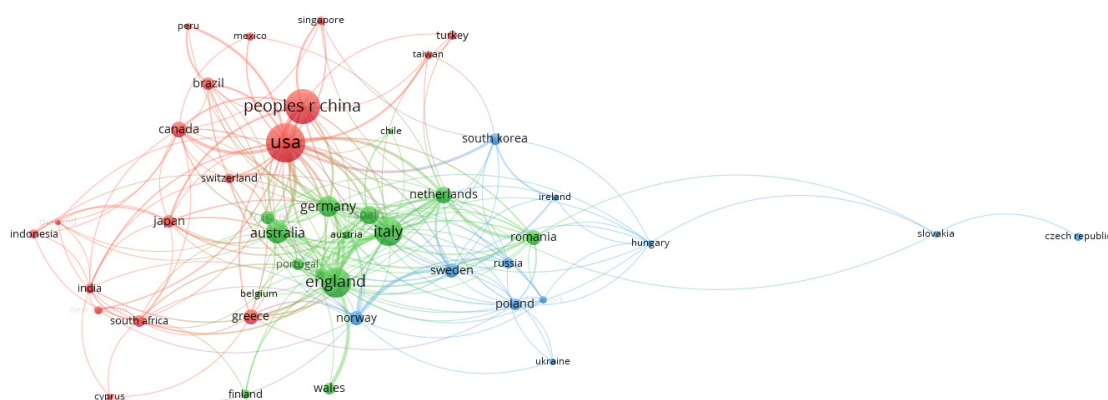


Рис. 4. Страновая принадлежность авторов публикаций по проблеме региональной экономической резилиентности

Fig. 4. Country of origin of the authors of publications on the problem of regional economic resilience

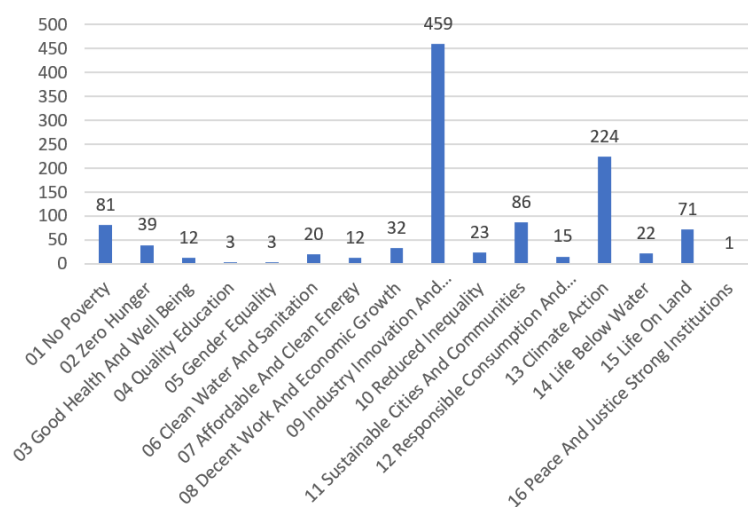


Рис. 5. Распределение выгруженных публикаций по проблеме региональной экономической резилиентности в соответствии с целями устойчивого развития

Fig. 5. Distribution of downloaded publications on the problem of regional economic resilience by sustainable development goals

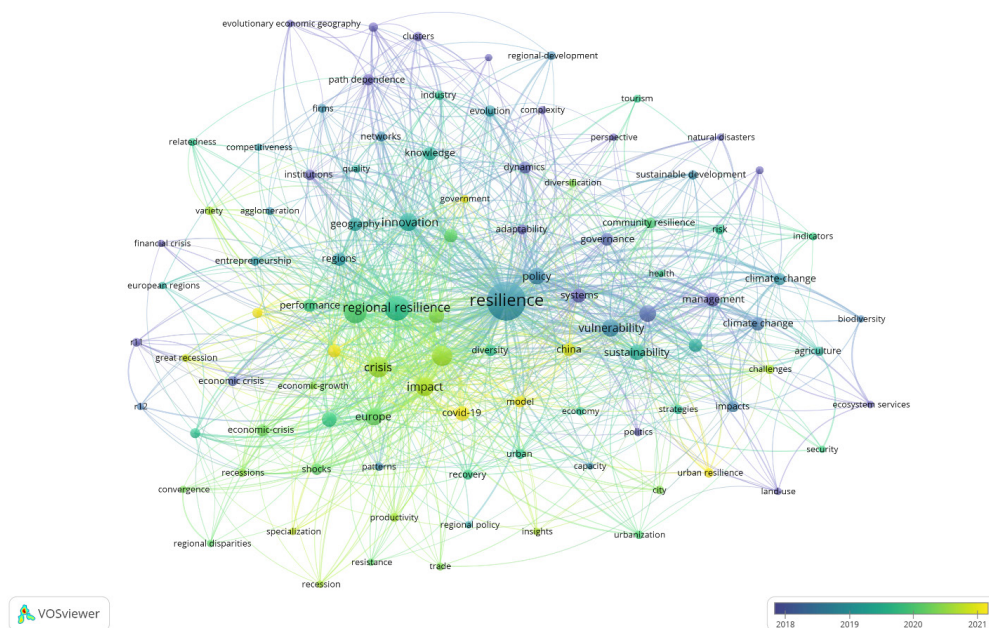


Рис. 6. Карта ключевых слов, соответствующих поисковому запросу «региональная экономическая резилиентность»²

Fig. 6. Map of keywords corresponding to the search query “regional economic resilience”

Интересно проанализировать соответствие публикаций из анализируемой предметной области целям устойчивого развития (ЦУР) (рис. 5). Как видно, 459 публикаций соответствуют цели «Отраслевые инновации и инфраструктура». На втором месте по числу публикаций (224 ед.) ЦУР, связанная с климатической повесткой.

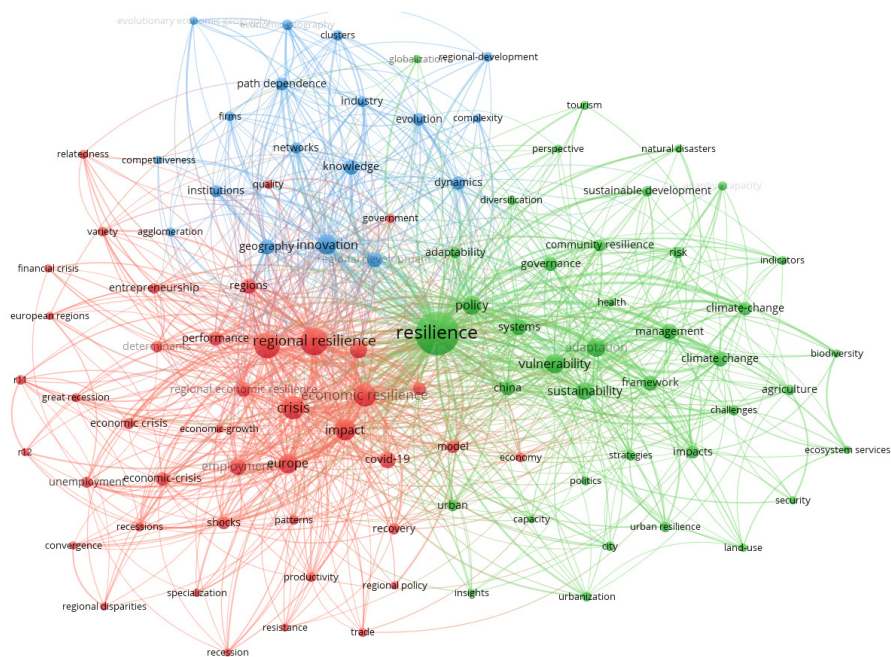


Fig. 7. Clusters within a network of keywords corresponding to the search query “regional economic resilience”

Задачей второго этапа исследования являлось построение карты ключевых слов. В загруженном наборе данных в общей сложности было выделено 4271 ключевых слова. Было установлено ограничение на минимальное количество сопричастующих ключевых слов – 15 слов. В итоге, 99 ключевых слов были отобраны для формирования карты.

Перейдем к визуализации карты ключевых слов (рис. 6). На рисунке представлена карта для фракционного счета – ключевые слова связываются с датой публикации.

Таким образом, наиболее часто используемыми в научном обороте в данном предметном поле понятиями являются такие, как «резилиентность» (resilience), «региональная резилиентность» (regional resilience), «рост» (growth), «экономическая резилиентность» (economic resilience), «инновации» (innovation) «восприимчивость» (vulnerability), «адаптация» (adaptation), «устойчивость» (sustainability), «занятость» (employment) и другие.

Синим цветом обозначены ставшие уже традиционными в исследованиях ключевые слова, желтым — наиболее новые, современные ключевые слова в публикациях.

Следовательно, систематический обзор литературы целесообразен в дальнейшем по нескольким направлениям — поиск факторов (детерминант) региональной экономической резилиентности, анализ факторов и последствий пандемии COVID 19, изучение феномена резилиентности на уровне городов.

Содержательно на сетевой карте (рис. 7) просматриваются три кластера по изучаемой тематике. Рассмотрим каждый из них более подробно.

Далее перейдем к более подробному анализу выявленных трех кластеров ключевых слов по исследуемой проблематике. Это позволит определить важнейшие направления научной мысли в изучаемой предметной области.

Кластер 1

Самый крупный кластер (выделен красным цветом на рис. 7) содержит ключевые слова «города» (cities), «сходимость» (convergence), «пандемия ковида» (Covid-19), «кризис» (crisis),



«предпринимательство» (entrepreneurship), «разнообразие» (diversity), «экономический рост» (economic growth), «занятость» (employment), «производительность» (productivity), «региональное неравенство» (regional disparities), «региональная политика» (regional policy), «схожесть» (relatedness), специализация (specialization) и др.

Мы видим, что наряду с концепцией резилиентности авторы анализируют теорию экономического роста. На самом деле, факторы, определяющие резилиентность, не являются новыми для региональных исследований, и данная концепция разделяет объект исследования, а именно, факторы территориального развития, с концепцией регионального роста. Однако между этими концепциями имеются и некоторые принципиальные различия. Теории регионального роста направлены, прежде всего, на выявление средне- и долгосрочных тенденций регионального развития с большим акцентом на взаимосвязь тенденций развития разных регионов (например, взаимоотношения центра и периферии или конкуренция между регионами за факторы производства). В свою очередь в рамках концепции региональной резилиентности каждый регион сравнивается с его предыдущим состоянием [17].

В одной из наиболее цитируемых работ [18] делается акцент на необходимости исследования разнообразных региональных моделей устойчивости и их основных экономических/демографических детерминантах (циклах занятости, структуре экономики, предпринимательской активности и т.д.). В работе [19] рассматривается в качестве примера столичный регион Афины (Греция) и анализируется эволюция производственной структуры мегаполиса, рассматриваемая в сочетании с процессами урбанизации и современной динамикой доходов и богатства. Авторы приходят к выводу, что понимание пространственно-временных моделей экономической устойчивости может способствовать принятию четкой политики развития, учитывающей особенности и местные слабости социально-экономического регионального контекста.

Данный кластер демонстрирует значимость для обеспечения устойчивости регионов к шокам и внешним воздействиям различных факторов, характеризующих особенности развития региона с точки зрения предпринимательского потенциала, производительности, структуры занятости населения, отраслевого разнообразия, отраслевой специализации и диверсификации.

Кластер 2

Следующий по размеру «зеленый» кластер на рис. 7 включает ключевые слова: «агломерация» (agglomeration), «кластеры» (clusters), «конкурентоспособность» (competitiveness), «сложность» (complexity), «динамика» (dynamics), «экономическая география» (economic geography), «эволюция» (evolution), «эволюционная экономика» (evolutionary economics), «институты» (institutions), «знание» (knowledge), «сети» (networks), «зависимость от предшествующего пути развития» (path dependence) и т. д.

Современное определение региональной экономической резилиентности связано с многогранным ее пониманием в рамках экономической географии с позиции неравновесного подхода. Так наиболее цитируемым является определение Б. Гардинера: «способность региональной / местной экономики противостоять или восстановиться после рыночных, конкурентных и экологических потрясений, зачастую претерпев адаптивные изменения в своей экономической структуре и ее социальных и институциональных механизмах, чтобы сохранить прежний путь развития или перейти на новый, характеризующийся более полным и продуктивным использованием физических, человеческих и экологических ресурсов» [20, С. 895].

Д. Саттон и Г. Арку [16] резюмирует эти аргументы следующим образом: «эквilibристские» подходы не могли объяснить неопределенность и изменения, и были недостаточными для объяснения неравномерности резилиентности региональных систем. Развивая альтернативный, неравновесный подход, ученые в области экономической географии таким образом получили новое понимание сложного адаптивного системного мышления и теоретизировали резилиентность как многомерную концепцию.

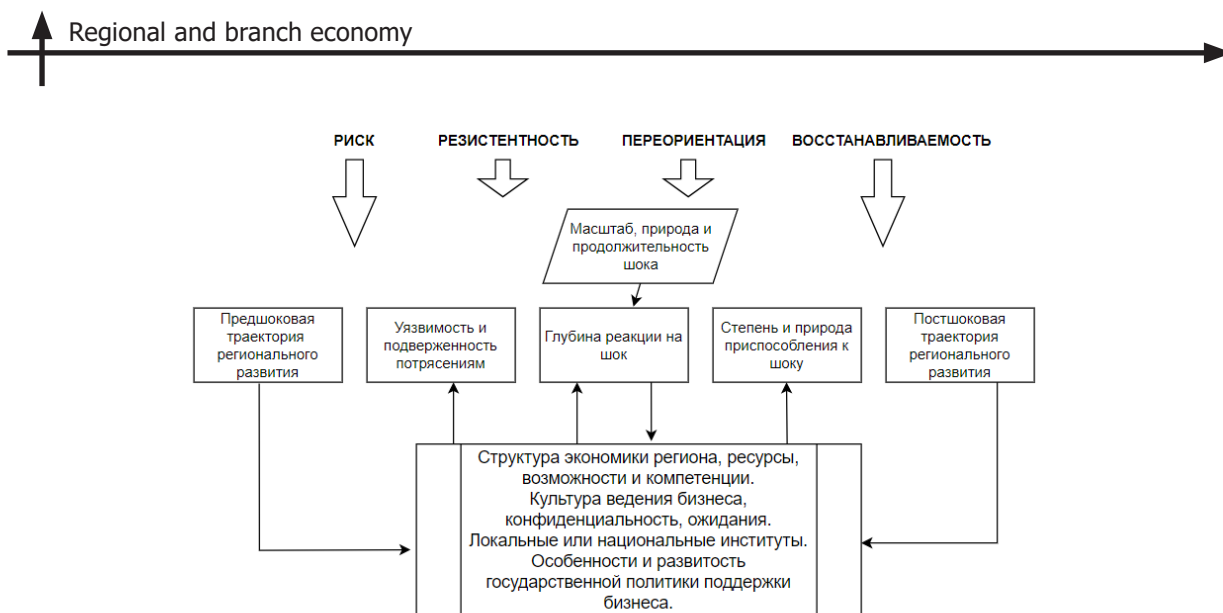


Рис. 8. Концептуальная модель региональной экономической резилиентности. Источник: [13]

Fig. 8. Conceptual model of regional economic resilience. Source: [13]

Краеугольная работа Дж. Симми и Р. Мартин [21] концептуализирует роль адаптивного потенциала, когда фирмы, организации и учреждения в регионе постоянно меняются и адаптируются под экономическое окружение. Это заложило основу для изучения адаптивной региональной экономической резилиентности, рассматриваемой как сложный нелинейный процесс, характеризующийся способностью отдельных региональных экономик к самоорганизации и адаптации к шокам [22–24]. В адаптивном понятии резилиентности региональное экономическое поведение будет зависеть, среди прочих факторов, от уже существовавших в регионе экономических структур и особенностей управления, что повлияет на то, смогут ли и каким образом регионы найти новые пути роста [25].

Таким образом, авторы предлагают отказаться от «эквилибристских» подходов к определению региональной экономической резилиентности, обосновывая необходимость ее рассмотрения с позиции эволюционной теоретической перспективы (рис. 8).

Анализ данной схемы дает более глубокое понимание исследуемого понятия. Региональная экономическая резилиентность рассмотрена как результат взаимодействия внутренних и внешних ключевых игроков (экономических субъектов, лиц, принимающих решения, представителей общества), во взаимосвязи с внутренней структурой экономики региона и региональным потенциалом (ресурсами и человеческим капиталом).

При этом, как показано на схеме, масштаб, природа и продолжительность шока зависят от ряда факторов:

- степени риска,
- сопротивляемости (резистентности) к внешним потрясениям региональной экономики,
- способности фирм, институтов и рабочей силы, формирующих региональную экономику, адаптироваться и приспосабливаться к шокам (т. е. адаптационная способность региона),
- способности к восстановлению региональных траекторий роста в постшоковый период.

Значимость сетевого подхода в исследовании региональной экономической резилиентности обоснована в работе авторов [26], где на основе анализа 269 европейских мегаполисов доказано наличие связи между региональными экономическими сетевыми структурами и устойчивостью регионов к экономическим потрясениям и сделан вывод о том, что надежность сетей обусловила экономическую устойчивость этих регионов в контексте экономического кризиса 2008 года.

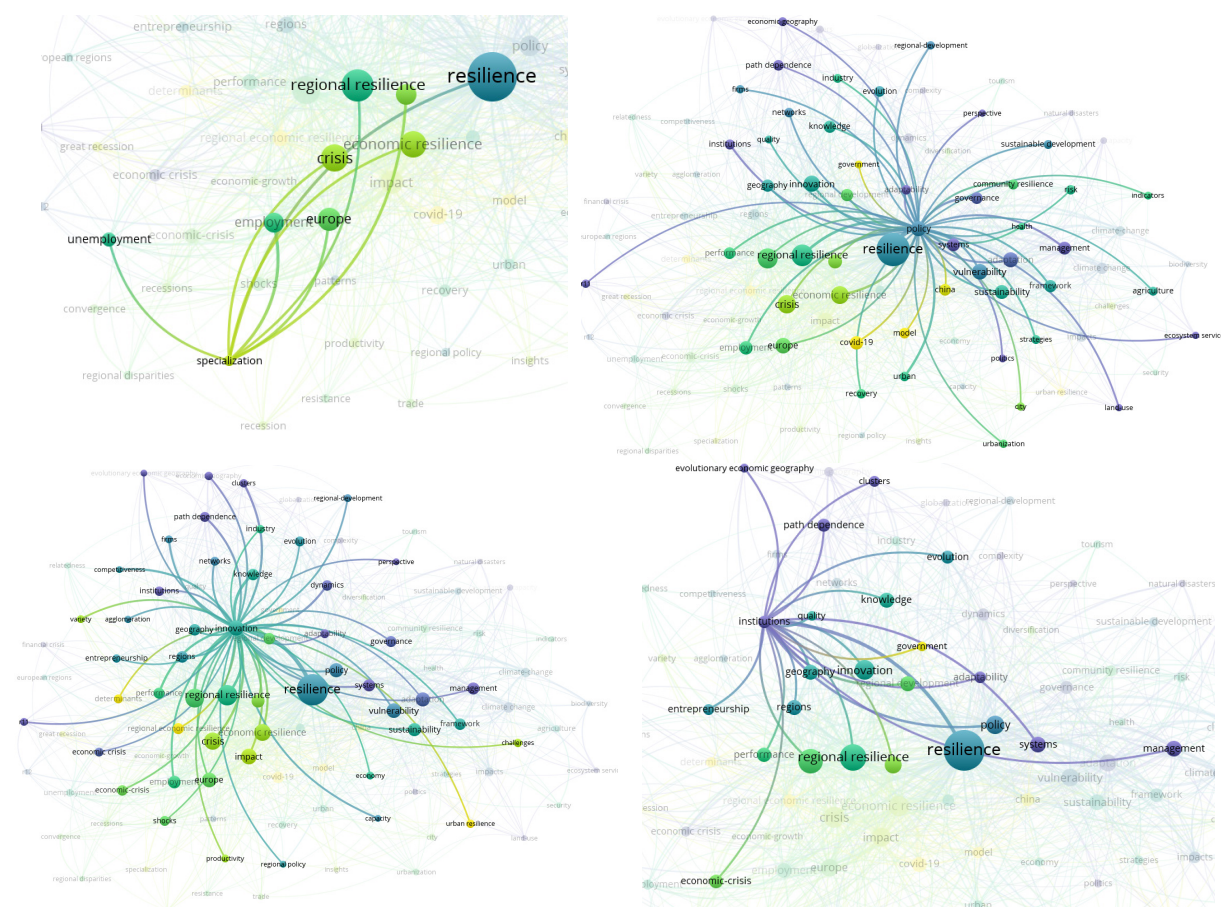


Рис. 9. Связи ключевых слов, характеризующих различные аспекты региональной экономической резилиентности

Fig. 9. Links of keywords characterizing different aspects of regional economic resilience

Таким образом, данный кластер публикаций объединяет альтернативные неравновесные подходы ученых в области экономической географии, что позволило прийти к новому пониманию резилиентности как многомерной концепции

Кластер 3

Самый маленький по размеру синий кластер на рис. 7 включает следующие ключевые слова: «адаптивность» (adaptability), «адаптация» (adaptation), «адаптационная способность» (adaptive capacity), «устойчивость сообществ» (community resilience), «экосистемные услуги» (ecosystem services), «устойчивое развитие» (sustainable development), «использование земли (land use), «урбанизация» (urbanization), «уязвимость» (vulnerability) и т. д.

Во многих исследованиях авторов сделан фокус на преодоление социальной и экологической разобщенности при изучении устойчивости региональных экономических систем. Кроме того, экосистемные услуги (включая снабжение, регулирование, вспомогательные и культурные услуги) рассматриваются как неотъемлемая составляющая любой формы извлечения стоимости [27] и, следовательно, как важнейший объект регулирования в целях обеспечения резилиентности.

Таким образом, данный кластер объединяет исследования проблемы адаптации, адаптивности и адаптационной способности к внешним шокам и потрясениям с позиции повестки устойчивого развития, направленные на достижение социо-эколого-экономической сбалансированности.

Далее, рассматривая более подробно карту ключевых слов, можно анализировать также отдельные связи между ключевыми словами (рис. 9).

Так, например, объясняя причины различных ответных реакций регионов на внешние шоки, исследователи делают фокус на промышленной специализации [28], факторах урбанизации/агломерации [29], роли государственного регулирования [29–33]. Важнейшим фактором резилентности региона является качество государственного управления, которое в кризисный период определяется способностью органов власти оперативно принимать компетентные решения, уровнем координации между органами государственной власти разных иерархических уровней и согласованностью их усилий [17].

Некоторые исследователи обращают внимание на «диверсифицированность экономики», считая, что она действует как «амортизатор» для поглощения и рассеивания внешних ударов, что связано с неоднородностью проявления потрясений в различных секторах экономики. Действительно, структурные особенности экономики оказывают большее влияние на глубину спада (или его отсутствие) в период самого кризиса [34, 35].

Совокупность факторов, детерминирующих мобилизационные возможности территории, исследователи, как правило, сводят к характеристикам социально-экономического потенциала местной экономики и институциональных условий [36–38].

Примечательна модель адаптивного цикла, разработанная Р. Мартин, которая предполагает, что приспособление региона к новым условиям обеспечивается рыночными инновациями, обучением и технологическими изменениями [39]. О значимости инновационного потенциала региона и качества человеческого капитала говорится во многих исследованиях [см., например, 22, 40], обосновывающих влияние этих факторов на скорость выхода из кризиса и адаптации к новым условиям.

Таким образом, проведённый анализ демонстрирует всю многоаспектность и сложность анализируемой проблемы. Отчетливо просматривается эволюция взглядов исследователей, направленная на преодоление расплывчатости и поверхностности при изучении данного феномена и формирование целостного концептуального подхода, содержащего эффективные инструменты и способы для практического обеспечения экономической резилентности территории.

Заключение и выводы

Обеспечение устойчивости территории — это сложная многогранная проблема, имеющая высокую теоретическую и практическую значимость. Автором охарактеризован концептуальный подход, образующий теоретический базис изучения данной проблемы, описаны типы резилентности, дана их сравнительная характеристика.

Таким образом, в данной статье представлена попытка продемонстрировать ключевые аспекты концептуального подхода региональной экономической резилентности, а также расставить акценты на наиболее значимых и перспективных направлениях в данном исследовательском поле.

Исследование с использованием библиометрического анализа большого объема литературных источников проводилось в два этапа.

В ходе первого этапа исследования выявлена динамика исследовательского интереса к данной теме за период с 1995 по 2023 гг., определены наиболее цитируемые авторы и их страновая принадлежность. На втором этапе были проанализированы ключевые слова в данном предметном поле, что позволило определить наиболее актуальные аспекты изучения проблемы региональной экономической резилентности.

В ходе второго этапа анализа определены три основных кластера научных публикаций по данной теме. Так, первый кластер демонстрирует значимость для обеспечения устойчивости регионов к шокам и внешним воздействиям различных факторов, характеризующих особенности развития региона с точки зрения предпринимательского потенциала, производительности, структуры занятости населения, отраслевого разнообразия, отраслевой специализации и диверсификации. Второй кластер публикаций по теме объединяет альтернативные неравновесные подходы ученых



в области экономической географии, что позволило прийти к новому пониманию резилиентности как многомерной концепции. В свою очередь третий кластер объединяет исследования проблемы адаптации, адаптивности и адаптационной способности к внешним шокам и потрясениям с позиции повестки устойчивого развития, направленные на достижение социо-эколого-экономической сбалансированности. Целесообразен дальнейший систематический анализ литературы по выделенным кластерам научных публикаций.

Анализ связей отдельных ключевых слов позволил определить факторы региональной устойчивости, которые чаще всего анализируются исследователями (экономическая специализация/диверсификация региональной экономики, институты, предпринимательство, инновации и другие).

В статье показано, что развитие взглядов авторов на изучаемую проблему происходит в направлении формирования целостного системного концептуального подхода, содержащего эффективные инструменты и способы для практического обеспечения экономической устойчивости территории. Экономическая устойчивость рассматривается не только как способность экономики противостоять потрясениям и быстро восстанавливаться, но и как способность экономики адаптироваться к изменениям окружающей среды и постоянным переменам. Устойчивость — это результат взаимодействия внутренних и внешних ключевых участников региональных экономических систем (экономических субъектов, лиц, принимающих решения, представителей общества), во взаимосвязи с внутренней структурой экономики региона и региональным потенциалом (ресурсами и человеческим капиталом).

Применение такого подхода на практике позволит ученым исследовать одновременно обе формы устойчивости, с позиции производительности и потенциала экономической системы одновременно, и предоставлять органам власти важную полезную информацию для разработки системы стратегического управления городским и региональным развитием.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Климанов В.В., Казакова С.М., Михайлова А.А. (2018) Региональная резилиентность: теоретические основы постановки вопроса. *Экономическая политика*, 13 (6), 164–187. DOI: <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2018-6-164-187>
2. Акбердина В.В. (2021) Факторы резильентности в российской экономике: сравнительный анализ за период 2000–2020 гг. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*, 17 (8), 1412–1432. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.17.8.1412>
3. Weber M.M. (2023) The Relationship between Resilience and Sustainability in the Organizational Context — A Systematic Review. *Sustainability*, 15 (22), 15970. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152215970>
4. Marchese D., Reynolds E., Bates M.-E., Morgan H., Clark S., Linkov I. (2018) Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications. *Science of The Total Environment*, 613–614, 1275–1283, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.086>
5. Ускова А.Ю., Саломатова Ю.В. (2023) Оценка факторов устойчивости обрабатывающих производств в промышленных регионах России. *Экономика промышленности*. 16 (1): 77–85. DOI: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-1-77-85>
6. Климанов В.В., Казакова С.М., Михайлова А.А. (2019) Ретроспективный анализ устойчивости регионов России как социально-экономических систем. *Вопросы экономики*. (5), 46–64. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-5-46-64>
7. Малкина М.Ю. (2020) Устойчивость экономик российских регионов к пандемии 2020. *Пространственная экономика*, 18 (1), 101–124. DOI: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2022.1.101-124>
8. Михеева Н.Н. (2023) Устойчивость экономики российских регионов к внешним шокам: оценка на основе оперативной информации. *Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 1, 151–174. DOI: <https://doi.org/10.47711/2076-3182-2023-1-151-174>
9. Gamidullaeva L., Shmeleva N., Tolstykh T., Shmatko A. (2022). An Assessment Approach to Circular Business Models within an Industrial Ecosystem for Sustainable Territorial Development. *Sustainability*, 14 (2), 704. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020704>

10. Zhikharevich B.S., Klimanov V.V., Maracha V.G. (2021). Resilience of a Territory: Concept, Measurement, Governance. *Regional Research of Russia*, 11, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079970521010135>
11. Swanstrom T. (2008) *Regional Resilience: A Critical Examination of the Ecological Framework*. UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. [online] Available at: <https://escholarship.org/uc/item/9g27m5zg> [Accessed 31.10.2023]
12. Fröhlich K., Hassink R. (2018) Regional resilience: a stretched concept? *European Planning Studies*, 26 (9), 1763–1778. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1494137>
13. Martin R., Sunley P. (2020). Regional economic resilience: Evolution and evaluation. In: *Handbook on regional economic resilience* (eds. G. Bristow, A. Healy), Edward Elgar Publishing, 10–35.
14. Foster K.A. (2007) *A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience*, UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. [online] Available at: <https://escholarship.org/uc/item/8tt02163> [Accessed 30.10.2023]
15. Hill E.W., Wial H., Wolman H. (2008). *Exploring Regional Economic Resilience*, UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. [online] Available at: <https://escholarship.org/uc/item/7fq4n2cv> [Accessed 30.10.2023]
16. Sutton J., Arku G. (2022) Regional economic resilience: towards a system approach. *Regional Studies, Regional Science*, 9 (1), 497–512, DOI: <https://doi.org/10.1080/21681376.2022.2092418>
17. Kuznetsova O.V. (2022). The Transformation of the Spatial Structure of an Economy in the Crisis and Post-Crisis Periods. *Regional Research of Russia*, 12, 451–458. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079970522700113>
18. Duran H., Elburz Z., Kourtiti K., Nijkamp P. (2023) Region-specific turning points in territorial economic resilience: a business cycle approach to Turkey. *Area Development and Policy*, DOI: <https://doi.org/10.1080/23792949.2023.2197033>
19. Tsiotas D., Dialesiotis S., Christopoulou O. (2023) Examining the relationship between regional economic resilience and epidemiologic spread of COVID-19: evidence from Greece. *Environment, Development and Sustainability*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04240-7>
20. Gardiner B., Martin R., Sunley P., Tyler P. (2013) Spatially unbalanced growth in the British economy. *Journal of Economic Geography*, 13 (6), 889–928. DOI: <https://doi.org/10.1093/jeg/lbt003>
21. Simmie J., Martin R. (2010) The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3 (1), 27–43, DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp029>
22. Boschma R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49 (5), 733–751. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.959481>
23. Pendall R., Foster K.A., Cowell M. (2010). Resilience and regions: Building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3 (1), 71–84. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp028>
24. Sensier M., Bristow G., Healy A. (2016). Measuring regional economic resilience across Europe: Operationalizing a complex concept. *Spatial Economic Analysis*, 11 (2), 128–151. DOI: <https://doi.org/10.1080/17421772.2016.1129435>
25. Christopherson S., Michie J., Tyler P. (2010). Regional resilience: Theoretical and empirical perspectives. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3 (1), 3–10. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq004>
26. Tóth G., Elekes Z., Whittle A., Lee Ch., Kogler D.F. (2022) Technology Network Structure Conditions the Economic Resilience of Regions, *Economic Geography*, 98 (4), 355–378, DOI: <https://doi.org/10.1080/00130095.2022.2035715>
27. Folke C. (2006) Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16 (3), 253–267.
28. Tan J., Hu X., Hassink R., Ni J. (2020). Industrial structure or agency: What affects regional economic resilience? Evidence from resource-based cities in China, *Cities*, 106, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102906>.
29. Ascani A., Bettarelli L., Resmini L., Balland P.-A. (2020) Global networks, local specialisation and regional patterns of innovation, *Research Policy*, 49 (8), 104031, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104031>
30. Dunford M. (2022). The Chinese Path to Common Prosperity, *International Critical Thought*, 12 (1), 35–54, DOI: <https://doi.org/10.1080/21598282.2022.2025561>



31. Kassem M., Radzi A., Pradeep A., Algahtany M., Rahman R. (2023) Impacts and Response Strategies of the COVID-19 Pandemic on the Construction Industry Using Structural Equation Modeling, *Sustainability*, 15 (3), 2672. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15032672>
32. Hoekman B., Nelson D. (2020) Rethinking international subsidy rules. *The World Economy*, 43, 3104–3132. DOI: <https://doi.org/10.1111/twec.13022>
33. Bachtrögl J., Fratesi U., Perucca G. (2020). The influence of the local context on the implementation and impact of EU Cohesion Policy. *Regional Studies*, 54 (1), 21–34.
34. Dan H., Pengjia M., Akhtar Q. (2022). Can industrial diversification help strengthen regional economic resilience? *Frontiers in Environmental Science*, 10, DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.987396>
35. Mikheeva N.N. (2017). Diversification of regional economic structure as growth strategy: Pros and cons, *Regional Research of Russia*, 7 (3), 303–310. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079970517040062>
36. Magro E., Uyarra E., Valdaliso J.M. (2022). Agency, Institutions and Regional Resilience: An Approach from the Basque Region. In: *Towards Resilient Organizations and Societies. Public Sector Organizations* (eds. Pinheiro R., Frigotto M.L., Young, M.). Palgrave Macmillan, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-82072-5_11
37. Barma N., Huybens E., Vinuela L. (2014). Institutions Taking Root: Building State Capacity in Challenging Contexts. *New Frontiers of Social Policy*. World Bank Group, Washington, DC. [online] Available at: <http://hdl.handle.net/10986/20030> [Accessed 23.11.2023]
38. Aligicia P., Tarko V. (2014). Institutional resilience and economic systems: Lessons from Elinor Ostrom's work. *Comparative Economic Studies*, 56, 52–76, DOI: <https://doi.org/10.1057/ces.2013.29>
39. Martin Ron. (2012). Regional Economic Resilience, Hysteresis and Recessionary Shocks. *Journal of Economic Geography*, 12, 1–32. DOI: <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019>
40. Bristow G., Healy A. (2018). Regional Resilience: An Agency Perspective. *Regional Studies*, 48 (5), 923–935. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.854879>

REFERENCES

1. Klimanov V.V., Kazakova S.M., Mikhailova A.A. (2018) Regional'naya rezilientnost': teoreticheskie osnovy postanovki voprosa. *Ekonomicheskaya politika*, 13 (6), 164–187. DOI: <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2018-6-164-187>
2. Akberdina V.V. (2021) Faktory rezil'entnosti v rossiiskoi ekonomike: sravnitel'nyi analiz za period 2000–2020 gg. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 17 (8), 1412–1432. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.17.8.1412>
3. Weber M.M. (2023) The Relationship between Resilience and Sustainability in the Organizational Context — A Systematic Review. *Sustainability*, 15 (22), 15970. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152215970>
4. Marchese D., Reynolds E., Bates M.-E., Morgan H., Clark S., Linkov I. (2018) Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications. *Science of The Total Environment*, 613–614, 1275–1283, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.086>
5. Uskova A.Yu., Salomatova Yu.V. (2023) Otsenka faktorov ustoichivosti obrabatyvayushchikh proizvodstv v industrial'nykh regionakh Rossii. *Ekonomika promyshlennosti*. 16 (1): 77–85. DOI: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-1-77-85>
6. Klimanov V.V., Kazakova S.M., Mikhailova A.A. (2019) Retrospektivnyi analiz ustoichivosti regionov Rossii kak sotsial'no-ekonomicheskikh sistem. *Voprosy ekonomiki*. (5), 46–64. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-5-46-64>
7. Malkina M.Yu. (2020) Ustoichivost' ekonomik rossiiskikh regionov k pandemii 2020. *Prostranstvennaya ekonomika*, 18 (1), 101–124. DOI: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2022.1.101-124>
8. Mikheeva N.N. (2023) Ustoichivost' ekonomiki rossiiskikh regionov k vneshnim shokam: otsenka na osnove operativnoi informatsii. *Nauchnye trudy. Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN*. 1, 151–174. DOI: <https://doi.org/10.47711/2076-3182-2023-1-151-174>
9. Gamidullaeva L., Shmeleva N., Tolstykh T., Shmatko A. (2022). An Assessment Approach to Circular Business Models within an Industrial Ecosystem for Sustainable Territorial Development. *Sustainability*, 14 (2), 704. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020704>

10. Zhikharevich B.S., Klimanov V.V., Maracha V.G. (2021). Resilience of a Territory: Concept, Measurement, Governance. *Regional Research of Russia*, 11, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079970521010135>
11. Swanstrom T. (2008) *Regional Resilience: A Critical Examination of the Ecological Framework*. UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. [online] Available at: <https://escholarship.org/uc/item/9g27m5zg> [Accessed 31.10.2023]
12. Fröhlich K, Hassink R. (2018) Regional resilience: a stretched concept? *European Planning Studies*, 26 (9), 1763–1778. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1494137>
13. Martin, R., Sunley, P. (2020). Regional economic resilience: Evolution and evaluation. In: *Handbook on regional economic resilience* (eds. G. Bristow, A. Healy), Edward Elgar Publishing, 10–35.
14. Foster K.A. (2007) *A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience*, UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. [online] Available at: <https://escholarship.org/uc/item/8tt02163> [Accessed 30.10.2023]
15. Hill E.W., Wial H., Wolman H. (2008). *Exploring Regional Economic Resilience*, UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. [online] Available at: <https://escholarship.org/uc/item/7fq4n2cv> [Accessed 30.10.2023]
16. Sutton J., Arku G. (2022) Regional economic resilience: towards a system approach. *Regional Studies, Regional Science*, 9 (1), 497–512, DOI: <https://doi.org/10.1080/21681376.2022.2092418>
17. Kuznetsova O.V. (2022). The Transformation of the Spatial Structure of an Economy in the Crisis and Post-Crisis Periods. *Regional Research of Russia*, 12, 451–458. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079970522700113>
18. Duran H., Elburz Z., Kourtiti K., Nijkamp P. (2023) Region-specific turning points in territorial economic resilience: a business cycle approach to Turkey. *Area Development and Policy*, DOI: <https://doi.org/10.1080/23792949.2023.2197033>
19. Tsiotas D., Dialesiotis S., Christopoulou O. (2023) Examining the relationship between regional economic resilience and epidemiologic spread of COVID-19: evidence from Greece. *Environment, Development and Sustainability*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04240-7>
20. Gardiner B., Martin R., Sunley P., Tyler P. (2013) Spatially unbalanced growth in the British economy. *Journal of Economic Geography*, 13 (6), 889–928. DOI: <https://doi.org/10.1093/jeg/lbt003>
21. Simmie J., Martin R. (2010) The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3 (1), 27–43, DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp029>
22. Boschma R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49 (5), 733–751. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.959481>
23. Pendall R., Foster K.A., Cowell M. (2010). Resilience and regions: Building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3 (1), 71–84. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp028>
24. Sensier M., Bristow G., Healy A. (2016). Measuring regional economic resilience across Europe: Operationalizing a complex concept. *Spatial Economic Analysis*, 11 (2), 128–151. DOI: <https://doi.org/10.1080/17421772.2016.1129435>
25. Christopherson S., Michie J., Tyler P. (2010). Regional resilience: Theoretical and empirical perspectives. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3 (1), 3–10. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq004>
26. Tóth G., Elekes Z., Whittle A., Lee Ch., Kogler D.F. (2022) Technology Network Structure Conditions the Economic Resilience of Regions, *Economic Geography*, 98 (4), 355–378, DOI: <https://doi.org/10.1080/00130095.2022.2035715>
27. Folke C. (2006) Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16 (3), 253–267.
28. Tan J., Hu X., Hassink R., Ni J. (2020). Industrial structure or agency: What affects regional economic resilience? Evidence from resource-based cities in China, *Cities*, 106, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102906>
29. Ascani A., Bettarelli L., Resmini L., Balland P.-A. (2020) Global networks, local specialisation and regional patterns of innovation, *Research Policy*, 49 (8), 104031, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104031>
30. Dunford M. (2022). The Chinese Path to Common Prosperity, *International Critical Thought*, 12 (1), 35–54, DOI: <https://doi.org/10.1080/21598282.2022.2025561>



31. Kassem M., Radzi A., Pradeep A., Algahtany M., Rahman R. (2023) Impacts and Response Strategies of the COVID-19 Pandemic on the Construction Industry Using Structural Equation Modeling, *Sustainability*, 15 (3), 2672. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15032672>
32. Hoekman B., Nelson D. (2020) Rethinking international subsidy rules. *The World Economy*, 43, 3104–3132. DOI: <https://doi.org/10.1111/twec.13022>
33. Bachtrögler J., Fratesi U., Perucca G. (2020). The influence of the local context on the implementation and impact of EU Cohesion Policy. *Regional Studies*, 54 (1), 21–34.
34. Dan H., Pengjia M., Akhtar Q. (2022). Can industrial diversification help strengthen regional economic resilience? *Frontiers in Environmental Science*, 10, DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.987396>
35. Mikhcheeva N.N. (2017). Diversification of regional economic structure as growth strategy: Pros and cons, *Regional Research of Russia*, 7 (3), 303–310. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079970517040062>
36. Magro E., Uyarra E., Valdaliso J.M. (2022). Agency, Institutions and Regional Resilience: An Approach from the Basque Region. In: *Towards Resilient Organizations and Societies. Public Sector Organizations* (eds. Pinheiro R., Frigotto M.L., Young, M.). Palgrave Macmillan, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-82072-5_11
37. Barma N., Huybens E., Vinuela L. (2014). Institutions Taking Root: Building State Capacity in Challenging Contexts. *New Frontiers of Social Policy*. World Bank Group, Washington, DC. [online] Available at: <http://hdl.handle.net/10986/20030> [Accessed 23.11.2023]
38. Aligicia P., Tarko V. (2014). Institutional resilience and economic systems: Lessons from Elinor Ostrom's work. *Comparative Economic Studies*, 56, 52–76, DOI: <https://doi.org/10.1057/ces.2013.29>
39. Martin Ron. (2012). Regional Economic Resilience, Hysteresis and Recessionary Shocks. *Journal of Economic Geography*, 12, 1–32. DOI: <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019>
40. Bristow G., Healy A. (2018). Regional Resilience: An Agency Perspective. *Regional Studies*, 48 (5), 923–935. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.854879>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

ГАМИДУЛЛАЕВА Лейла Айваровна

E-mail: gamidullaeva@gmail.com

Leyla A. GAMIDULLAEVA

E-mail: gamidullaeva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3042-7550>

Поступила: 13.01.2024; Одобрена: 01.02.2024; Принята: 02.02.2024.

Submitted: 13.01.2024; Approved: 01.02.2024; Accepted: 02.02.2024.

Управление инновациями Innovations management

Научная статья

УДК 316.422.44

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17106>



ФОРСАЙТ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНВИРОНИКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

С.П. Кирильчук¹ , И.А. Морозова² 

¹ Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
Симферополь, Российская Федерация;

² Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Российская Федерация

✉ skir12@yandex.ru

Аннотация. В статье раскрыты такие актуальные проблемы и сферы энвироники, как современные процессы взаимодействия производства с окружающей средой; повышение устойчивости экологического влияния производственных процессов и инновационных способов этого влияния. Акцентируются причины необходимости исследований в области энвироники на основе экономического и экологического эффектов, технологического прогресса, социального аспекта. Цель исследования: выявление и отражение актуальных направлений в области форсайта инновационных процессов в энвиронике производственных систем; представление циклического экономического механизма инноваций и разработка графической модели форсайт-инноваций в энвиронике с описанием ее компонент, информационных потоков, нарратива основных этапов моделирования. Графическое моделирование прогнозирования прорывных инноваций в энвиронике производственных систем с описанием нарратива прогнозирования этапов форсайта инноваций произведено на основе информационной базы длительного временного лага отечественных и зарубежных изысканий в области энвироники, методов анализа данных об инновациях, их влиянии на производство и окружающую среду. Результаты. Отражены результативные инновационные процессы в энвиронике: технологии очистки выбросов; интеграция энвироники в производственные процессы; цифровизация и автоматизация; повышение энергоэффективности. Приведены примеры возможного использования в производственной практике Российской Федерации прорывных инноваций в энвиронике: смарт-города; возобновляемая энергия; интеллектуальные системы управления отходами; умные здания; экологический мониторинг; инновации в области водопользования. Описан экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем и факторы создания цифровой модели прогнозирования форсайта инноваций. Практическая ценность полученных результатов заключается в акцентном привлечении научного сообщества к острым насущным проблемам экологической эффективности инновационных процессов энвироники. Выводы содержат поэтапный нарратив разработанной графической модели, демонстрирующей взаимосвязи между различными аспектами форсайт-инноваций в энвиронике – от исследований и разработок до технологических решений и конечных продуктов и услуг, которая также отражает важность обратной связи и потоков знаний и технологий для улучшения и совершенствования инновационных процессов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на развитие сотрудничества между правительством, бизнесом и обществом для успешной реализации потенциала энвироники и вложения инвестиций в эффективные инновационные производственно-экологические разработки.

Ключевые слова: энвироника, инновационные процессы, форсайт, производственные системы, прорывные инновации, графическая модель, нарратив прогнозирования

Для цитирования: Кирильчук С.П., Морозова И.А. (2024) Форсайт инновационных процессов в энвиронике производственных систем. П-Economy, 17 (1), 88–102. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17106>



FORESIGHT OF INNOVATIVE PROCESSES IN THE ENVIRONICS OF PRODUCTION SYSTEMS

S.P. Kirilchuk¹ , I.A. Morozova² 

¹ V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation;

² Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

✉ skir12@yandex.ru

Abstract. The article reveals such urgent problems and areas of environmentalism as modern processes of interaction between production and the environment; increasing the sustainability of the environmental impact of production processes and innovative ways of this influence. The reasons for the need for research in the field of environics based on economic and environmental effects, technological progress, and social aspects are emphasized. The purpose of the study: to identify and reflect current trends in the field of foresight of innovative processes in the environics of production systems; to present the cyclical economic mechanism of innovation and develop a graphical model of foresight innovation in environics with a description of its components, information flows, narrative of the main stages of modeling. Graphical modeling of forecasting breakthrough innovations in the environics of production systems with a description of the narrative of forecasting the stages of foresight of innovations is based on the database of a long-time lag of domestic and foreign research in the field of environics, methods of analyzing data on innovations, their impact on production and the environment. Results. Effective innovative processes in environics are reflected: emission purification technologies; integration of environics into production processes; digitalization and automation; energy efficiency improvement. Examples of possible use of breakthrough innovations in the field of environics in the industrial practice of the Russian Federation are given: smart cities; renewable energy; intelligent waste management systems; smart buildings; environmental monitoring; innovations in the field of water use. The economic mechanism of innovation in the environics of production systems and the factors of creating a digital model for forecasting the foresight of innovation are described. The practical value of the results obtained lies in the accentuated involvement of the scientific community into the acute pressing problems of the environmental efficiency of innovative processes in environics. The conclusions contain a step-by-step narrative of the developed graphical model demonstrating the interrelationships between various aspects of foresight innovation in the environment: from research and development to technological solutions and end products and services, which also reflects the importance of feedback and flows of knowledge and technology to improve and optimize innovation processes. Further research can be aimed at developing cooperation between government, business and society in order to successfully realize the potential of environics and invest in effective innovative industrial and environmental developments.

Keywords: environics, innovative processes, foresight, production systems, breakthrough innovations, graphical model, forecasting narrative

Citation: Kirilchuk S.P., Morozova I.A. (2024) Foresight of innovative processes in the environics of production systems. *П-Economy*, 17 (1), 88–102. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17106>

Введение

Актуальность исследования

Важной актуальной областью исследований и разработок, направленной на улучшение экологической эффективности и устойчивости хозяйственной системы, является энвироника производственных систем. Ключевую роль в этой области имеют инновационные разработки и проекты, поскольку при этом создаются новые научные подходы, трансфер технологий и решений проблем энвироники и улучшения качества окружающей среды. В данной статье предметом исследования будут некоторые из наиболее значимых инновационных процессов в энвиронике, оказывающих существенное влияние на производственные системы, а объектом исследования – наиболее значимые компоненты таких процессов.

Энвироникой называют науку о взаимодействии хозяйственных, производственных систем с окружающей природной средой. Предметом изучения энвироники является многоаспектность этого взаимодействия: влияния производственных процессов на окружающую природную среду, рычаги снижения вредного влияния, ухудшения климата, повышения экологической эффективности производства и инновационных хозяйственных процессов.

Взаимозависимость экономики от экологии проявляется в том, что экономическая деятельность осуществляется непременно при использовании естественных природных ресурсов и находится в прямом контакте с окружающей природной средой. Экономический рост и инновационное развитие могут вызвать истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и неблагоприятное изменение климата, что может повлечь основательные негативные экономические результаты в перспективе. Поэтому субъектная хозяйственная деятельность должна стремиться к устойчивости и осуществляться непременно с экологической эффективностью. Также региональная инновационная экономическая политика, нормативы и инструментарий носят экологическую сущность. К примеру, поддержка внедрения мероприятий по возобновляемым источникам энергии способствует снижению выбросов парниковых газов, сохранности природы, а такие экономические отношения, как производства и потребления, стимулируют активное использование природных ресурсов и предотвращение загрязнения окружающей среды.

Таким образом, экология и экономика тесно взаимоувязаны, и для достижения устойчивости в общественном развитии, необходимо развивать научные походы в двух аспектах. Использование инновационных экономически и экологически эффективных проектов и программ будет помогать сохранности природы и обеспечению региональной экологической устойчивости, а устойчивое экономическое возрастание приведет к повышению благополучия населения.

Литературный обзор

Исследованиями в области энвироники производственных систем активно занимаются зарубежные ученые и специалисты: Дж.П. Холман, М.Г. Перри и С.Р. Рагхаван [1], С.Э. Вендель и М.А. Венделл [2], Р. Чадха, Р. Чадха и П. Чадха [3], Д. Банерджи, С. Чакрабартти и А.К. Пал [4], М. Али, Н. Ануар, А.М. Юсофф [5], Ф. Астра, Г. Де Фео, А. Риццо [6], А. Кумар, А.К. Гупта [7] и другие.

В России также работает когорта ученых, занимающихся наукой об эффективном взаимодействии между природой и производственными инновациями – энвироникой. Ниже приведем сведения о некоторых из них:

– В. Кутман – «руководитель лаборатории энвироники и биотехники Института экологической физики Российской академии наук, профессор» [8].

– И. Зеленин – «руководитель проектов в области энвироники, член оргкомитета постоянно действующей конференции «Перспективные информационные технологии в управлении окружающей средой, доктор технических наук» [9].

– Д. Горбунов – «разработчик систем энвиронического контроля на ядерно-физических установках, заместитель директора по научной работе Объединенного института ядерных исследований» [10].

– А. Никитченко – «исследователь влияния городской среды на здоровье человека и разработчик мероприятий по их улучшению, руководитель лаборатории экологии мегаполиса Института проблем экологии и эволюции Российской академии наук, профессор» [11].

– Н. Куракина – «проводит комплексную оценку, мониторинг и анализ управления объектами на ГИС-основе, директор УНЦ «ГИС технологии» Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), доцент кафедры информационно-измерительных систем и технологий, кандидат технических наук, доцент» [12].

В этот список включены лишь некоторые из ученых, предметно исследующих вопросы производственной энвироники в России. Эта область науки активно развивается и привлекает все



больше специалистов (Бабкин А.В., Кобзев В.В., Скоробогатов А.С. [13, 14]; Калинина А.Э. [15]; Колушов В.Н. [16] и другие ученые) поскольку вопросы, предметом изучения которых является энвироника, в настоящее время являются чрезвычайно актуальными.

Объективная необходимость углубления исследования инноваций в энвиронике производственных систем объясняется следующими основаниями:

1. Экономическим эффектом. Можно получить значительный экономический эффект от инноваций в сфере энвироники, повысив показатели производительности и конкурентоспособности производства. Экономический эффект можно получить автоматизацией и роботизацией вредного производства, снижением затрат на материально-энергетические ресурсы, улучшением качества продукции и сокращением производственного цикла. Исследование инноваций в этой сфере показывает их оптимальное внедрение, эффект масштаба и оптимизацию достижения максимума экономической эффективности.

2. Экологическим эффектом. Инновационные технологические и организационные экологические процессы энвироники имеют позитивное воздействие на природную среду, уменьшают выбросы, отходы и загрязнения, связанные с производственными процессами.

3. Технологическим прогрессом. Чистые технологии энвироники способствуют сотворению инновационной продукции, работ, услуг и бизнес-моделей, открывающим расширенный потенциал и будущее для предприятий, отраслей, регионов.

4. Социальным аспектом. Инновационные процессы энвироники положительно влияют на общественное развитие, создают новые рабочие места, улучшают условия труда и качество жизни населения, создают комфорт и безопасность производства.

В целом форсайт инновационных процессов в энвиронике производственных систем исследует эффективность внедрения и использования инноваций на практике, методы и способы внедрения и масштабирования инноваций, а также позволяет разрабатывать стратегические перспективы, позволяющие предприятиям, отраслям и регионам наиболее эффективно применять и адаптировать продуктовые и технологические экологические инновации для повышения уровня их конкурентоспособности и устойчивости развития и экономического роста. Поэтому представим моделирование этих процессов.

Цель исследования

Цель исследования: выявление и отражение актуальных направлений в области форсайта инновационных процессов в энвиронике производственных систем; представление циклического экономического механизма инноваций и разработка графической модели форсайт-инноваций в энвиронике с описанием ее компонент, информационных потоков, нарратива основных этапов моделирования.

Задачи исследования:

1. Выявить и отразить актуальные направления в области форсайта инновационных процессов в энвиронике производственных систем.

2. Описать экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем как «систему инновационного цикла».

3. На основании исследований информационно-аналитической базы произвести графическое моделирование прогнозирования прорывных инноваций в энвиронике производственных систем и разработать графическую модель форсайт-инноваций в энвиронике.

4. Представить этапы форсайта инноваций производственной энвироники и нарратив их прогнозирования.

Методы и материалы

Для изучения форсайта инновационных процессов в энвиронике производственных систем рекомендуется широко использовать популярный научно-методический инструментарий.

В настоящем исследовании мы использовали методы анализа данных об инновациях и инновационных процессах энвироники, их воздействии на окружающую природную среду и результативность экологической эффективности производства, а также метод моделирования (создания модели) для прогнозирования форсайта инноваций и инновационных процессов энвироники.

Результаты и обсуждение

О значимости научного обсуждения вопросов инновационного развития энвироники производственных систем свидетельствуют определенные обобщенные статистические данные экологического состояния окружающей среды за последние пять лет:

1. По углеродному следу: «в 2020 году уровень выбросов парниковых газов составлял около 36,4 миллиардов тонн CO₂-эквивалента в год, что является самым высоким показателем за последние пять лет» [17].

2. В отношении растительного покрова: «расширилась площадь лесов, ведь многие страны программируют озеленение и посадку деревьев» [17].

3. О водных ресурсах: «около 25% всей пресной воды потребляется в сельском хозяйстве, а в некоторых регионах мира наблюдалось ухудшение доступа к чистой питьевой воде» [17].

4. Об отходах: «за последние пять лет общий объем мусора увеличился, однако, в ряде стран произошел сдвиг в сторону повышенной переработки отходов и внедрения устойчивых практик утилизации» [17].

5. В сфере энергетики: «в энергетической отрасли и в области нетрадиционных источников энергии за последние пять лет был отмечен рост доли возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, а также использование биомассы» [17].

Выше приведены лишь некоторые общие примеры статистических аналитических данных, но цифровые значения характерных эколого-экономических показателей различаются в разных регионах мира.

Так, ежегодно, начиная с 2006 года, Центр экологической политики и права Йельского университета (США) рассчитывает индекс экологической эффективности (Environmental Performance Index) и составляет рейтинг стран мира по этому индексу [18].

Исследования показывают эффективность экологической политики всех 180-ти стран мира в отношении соблюдения бережного отношения к природным ресурсам, норм чистоты окружающей среды и развития страновых экосистем, поскольку данный индекс включает 32 различных параметра, которые можно объединить в группы следующей направленности:

- жизнеспособности окружающей природной системы;
- сохранности флоры и фауны региона;
- проведение мероприятий по стабилизации климатических коллапсов;
- ведение здорового образа жизни и укрепление состояния здоровья населения страны;
- воздействие производственно-экономической и хозяйственной деятельности человека на природу страны;
- эффективное проведение протекционистской регулятивной политики государства на состояние экологии.

В таблице представим некоторые сравнительные данные по изменениям индекса экологической эффективности Российской Федерации и основных стран-партнеров по совместным экологическим проектам и программам (таблица).

Из данных таблицы следует, что за период с 2016 по 2022 г. абсолютно все величины индексов экологической эффективности в той или иной мере снизились, что свидетельствует об ухудшении состояния окружающей среды и экологической обстановки в целом в мире. В России снижение этого индекса произошло почти в половину, на 44,9 процентных пункта. Россия переместилась с 32-го на 112-е место в мире из 180 стран. Поэтому в последнее время Россия

Таблица. Данные по изменениям индекса экологической эффективности Российской Федерации и стран-партнеров по совместным экологическим проектам и программам за период с 2016 по 2022 гг.

Table. Data on changes in the environmental performance index of the Russian Federation and partner countries on joint environmental projects and programs for the period from 2020 to 2022

Страна / country	Индексы по годам/ Indexes by year				Место в рейтинге с 2020 по 2022 гг. / Place in the ranking from 2020 to 2022		
	2016	2022	+ (-)	%	2016	2022	+ (-)
Россия	83,52	37,5	-46,02	44,90	32	112	-80
Беларусь	82,30	48,5	-34,10	58,93	35	55	-20
Германия	84,26	62,4	-24,86	74,06	30	13	+17
Финляндия	90,68	76,5	-14,18	84,37	1	3	-2
Китай	65,10	28,4	-36,70	43,63	109	160	-51
Норвегия	86,90	59,3	-27,60	68,24	17	20	-3
Швеция	90,43	72,7	-17,73	80,40	3	5	-2
Франция	88,20	62,5	-25,70	70,87	10	12	-2
Япония	80,59	57,2	-23,39	70,98	39	25	+14
Индия	53,58	18,9	-34,68	35,28	141	180	-39
Казахстан	73,29	40,9	-32,39	55,81	69	93	-24
Узбекистан	63,67	38,2	-25,47	60,0	118	107	+11
Монголия	64,39	29,6	-34,79	45,97	114	155	-41
Турция	67,88	26,3	-41,58	38,75	99	172	-73
Объединенные Арабские Эмираты	69,35	52,4	-16,95	75,56	92	39	+53
Египет	66,45	35,5	-30,95	53,43	104	127	-23
Южная Африка	70,52	37,2	-33,32	52,75	81	116	-35
Кения	62,49	30,8	-31,69	49,29	123	148	-25
Нигерия	58,27	28,3	-29,97	48,57	133	162	-29
Марокко	74,18	28,4	-45,78	38,29	64	160	-96

Источник: составлено авторами по официальным данным Рейтинга стран мира по Индексу экологической эффективности. Гуманитарный портал. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/environmental-performance-index>

Source: compiled by the authors according to the official data of the Countries' wealth and environmental performance done by the Environmental Efficiency Index. Humanitarian portal. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/environmental-performance-index>

наращивает количество экологических проектов и программ со многими странами-партнерами Евразии:

- с Германией Россия сотрудничает в области экологического образования, а также в сфере энергоэффективности;
- с Финляндией ведется совместная работа по охране окружающей природы в Балтийском регионе;
- Россия и Китай сотрудничают в вопросах очистки отходов, защите водных ресурсов и воздушного пространства;
- Россия сотрудничает с Норвегией в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности в Арктике;

- Россия и Швеция имеют сотрудничество в экологическом строительстве, а также в вопросах мониторинга и сохранности природных ресурсов;
- с Францией имеются разработки проектов в сфере энергетики, возобновляемых источников энергии и защиты биоразнообразия;
- с Японией развиваются деловые отношения, связанные с устойчивым развитием, вопросами биотехнологий и зеленой экономики;
- аспекты сотрудничества с Индией включают аспекты охраны естественной природной среды, возобновление экосистемы, чистые технологии;
- охраной и восстановлением Каспийского моря, контролем захоронения отходов занимается Россия с Казахстаном;
- Россия и Узбекистан занимаются использованием водных ресурсов, борьбой с загрязнением почвы и воды, регулированием отходов;
- Россия и Монголия решают совместно проблемы пустынь и песчаных бурь, борьбу с загрязнением воздуха и воды;
- Россия сотрудничает с ОАЭ в области экологии, поддерживая диалог и обмен опытом, совместные исследования и зеленые инициативы, уделяя особое внимание проблемам устранения загрязнений и охране водных ресурсов.

Также Россия сотрудничает с различными странами Африки по вопросам экологии. Так, с Египтом реализуются экологические проекты по сохранению редких видов животных и проблем водных ресурсов; с Южной Африкой разрабатываются программы управления природными ресурсами по вопросам биоразнообразия в связи с изменениями климата; с Кенией ведется сотрудничество в сельском и лесном хозяйствах; в Нигерии решаются проблемы защиты окружающей среды; с Марокко заключаются договоры в вопросах энергии, воды и управления отходами.

Следует отметить, что приведенные в таблице страны представляют собой неполный список государств мира, с которыми Россия сотрудничает в области эффективной экологии. Это лишь некоторые примеры стран-партнеров России по экологическим проектам и программам, и список может быть дополнен другими странами в зависимости от специфических проектов и приоритетов. Сотрудничество может включать различные области, такие как устойчивое эколого-экономическое развитие; охрана и приумножение природных ресурсов и управление ими; исследования по регулированию изменения климатических условий жизни и их влияния на здоровье человека; производственно-экологическую безопасность и экологическую экспертизу и другие аспекты.

Наиболее результативные инновационные экологические процессы в современной энвайронике производственных систем, на наш взгляд, включают:

- технологии очистки выбросов;
- интеграцию энвайроники в производственные процессы;
- цифровизацию и автоматизацию;
- повышение энергоэффективности.

Рассмотрим описанные инновационные направления более детально.

Технологии очистки выбросов [12]. Технологии очистки выбросов являются одним из основных направлений инноваций в энвайронике. Они включают в себя различные методы фильтрации, абсорбции, адсорбции и других процессов, направленных на удаление вредных веществ из промышленных выбросов. Одним из примеров таких технологий является использование катализаторов, которые позволяют эффективно очищать выбросы от вредных газов, таких как диоксид серы и оксиды азота.

Интеграция энвайроники в производственные процессы [9]. Интеграция энвайроники в производство является еще одним важным направлением инноваций. Это включает в себя разработку новых подходов к проектированию и управлению производственными системами,



которые учитывают экологические аспекты и требования. Примерами таких инноваций могут быть использование возобновляемых источников энергии, оптимизация энергопотребления и использование экологически чистых материалов.

Цифровизация и автоматизация [13, 15, 16]. Цифровизация и автоматизация также играют важную роль в инновациях в энвиронике. Эти технологии позволяют контролировать и оптимизировать производственные процессы, а также осуществлять мониторинг и анализ выбросов и других экологических параметров. Примером такой инновации является использование IoT-технологий для мониторинга состояния окружающей среды и контроля выбросов в реальном времени.

Повышение энергоэффективности [8]. Повышение энергоэффективности также является одним из ключевых направлений инноваций в области энвироники. Это включает разработку новых технологий и подходов для снижения энергопотребления, таких как использование инновационных систем отопления и охлаждения, а также разработка новых, более эффективных источников энергии.

Поскольку энвироника — это наука, которая объединяет знания о окружающей среде и технологий для ее улучшения и защиты, ниже приведем некоторые прорывные инновации в области энвироники:

1. Смарт-города: развитие технологий интернета вещей и датчиков позволяет создавать интегрированные городские системы, которые контролируют и управляют ресурсами, например, энергией и водой, чтобы повысить эффективность и улучшить качество жизни горожан [19].

2. Возобновляемая энергия: продвижение возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветряная энергия, является важной инновацией в энвиронике. Это позволяет снизить загрязнение воздуха и сократить зависимость от источников энергии, таких как нефть и газ [20].

3. Разработка интеллектуальных систем управления отходами: новые технологии позволяют лучше управлять и оптимизировать процессы сбора, сортировки, переработки и утилизации отходов. Интеллектуальные контейнеры для сбора мусора, определение количества и типов отходов, автоматизированные системы сортировки и переработки могут значительно сократить объем отходов и снизить негативное влияние на окружающую среду [21].

4. Умные здания: внедрение «умных» технологий в здания позволяет эффективнее использовать ресурсы, такие как энергия и вода. Автоматизация освещения, отопления, кондиционирования и управление энергопотреблением помогают снизить нагрузку на энергетические системы и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду [19].

5. Экологический мониторинг: развитие датчиков и сенсорных технологий позволяет наблюдать и контролировать состояние окружающей среды, такой как качество воздуха, водоемов и почвы. Это помогает прогнозировать и предотвращать экологические катастрофы, а также принимать меры для защиты окружающей среды [22].

6. Инновации в области водопользования: разработка новых технологий очистки воды и оптимизация систем водоснабжения и водоотведения позволяет улучшить качество питьевой воды и снизить потребление этого ресурса [22].

Все перечисленные инновации в энвиронике направлены на достижение устойчивого развития регионов и более эффективного использования ресурсов, с целью защиты окружающей природной среды и улучшения качества жизни.

Примерами использования прорывных инноваций энвироники в производственных системах, уже используемых в Российской Федерации, могут служить:

1. Разработка и производство инновационных измерительных систем для энергетического мониторинга, которые позволяют оптимизировать потребление энергии в промышленности и жилых зданиях. Это позволяет снизить энергопотребление и уменьшить вредные выбросы в окружающую среду.

2. Создание и внедрение автоматизированных систем управления и контроля качества воздуха в помещениях. Это инновационные решения, которые позволяют мониторить уровень загрязнения воздуха и принимать меры для его очистки, с целью повышения комфорта и здоровья людей.

3. Разработка и производство инновационных медицинских устройств, таких как носимые электрокардиографы, биосенсоры для мониторинга здоровья и интеллектуальные системы поддержки принятия решений в медицине. Эти инновации помогают улучшить диагностику и лечение заболеваний.

4. Создание инновационных систем безопасности, основанных на использовании искусственного интеллекта и анализе видео. Эти системы позволяют автоматически обнаруживать и предупреждать о возможных угрозах, таких как взломы, кражи или пожары.

5. Разработка и внедрение инновационных систем умного дома, которые позволяют автоматизировать управление освещением, отоплением, системой безопасности и другими устройствами, с целью повышения комфорта и энергоэффективности жилых помещений.

На основе представленного материала, экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем можно описать как циклическую систему управления и оптимизации использования ресурсов, направленную на снижение негативного воздействия на окружающую среду и повышение общей эффективности производства в масштабировании инноваций с получением синергетического эффекта [23]. Этот механизм может включать в себя различные инструменты и методы, такие как экологический аудит, сертификация, налоги на загрязнение, субсидирование экологически чистых технологий и многое другое. Представим экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем как «систему инновационного цикла» (рис. 1).

Для создания цифровой модели прогнозирования результатов инноваций в энвиронике необходимо учитывать множество факторов, к примеру, тип инновации, ее воздействие на окружающую среду, экономические и социальные последствия, риски, связанные с ее внедрением. Например, создаются модели, анализирующие показатели различных технологических процессов по предельно допустимым концентрациям выбросов и загрязнения воздушно-водного пространства, оптимизацию затрат на их внедрение. Такие модели могут содержать контент количества грязных выбросов, величин показателей эффективности чистых технологий и затрат на их внедрение, учитывать содержательные региональные характеристики и законодательные нормы и нормативы.

В результате функционирования таких цифровых моделей прогнозируется изменение уровней загрязнения и затрат на снижение в зависимости от выбора технологии очистки. В целом создание цифровых моделей прогнозирования энвироники усложнено, поскольку требуются специализированные знания и опыт [24, 25].

Также необходимо учитывать системный подход в построении модели. К примеру, из опыта моделирования в промышленности региона, «разработанная модель промышленной политики региона основывается на следующих принципах системного подхода: целостности, ограниченной коммуникативности, ограниченной интегративности, эффективности региональной промышленной политики, эквивиальности и цикличности промышленной политики» [26, с. 31]. Таким образом, прослеживается тесная взаимосвязь и взаимовлияние промышленной политики и процессов в энвиронике производственных систем, особенно, в части инноваций.

В данной же статье мы представим графическую модель форсайт-инноваций в энвиронике (рис. 2) и ее нарратив.

Заключение

Обобщим и отразим основные полученные в статье результаты:

1. В исследовании отражены выявленные актуальные направления в области форсайта инновационных процессов в энвиронике производственных систем:



Рис. 1. Экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем как система инновационного цикла

Fig. 1. The economic mechanism of enviro-innovation in the production systems as an innovation cycle system

Источник: составлено авторами по официальным данным Всемирного конгресса по Биотехнологии.

URL: <https://biotechnologycongress.conferenceseries.com/events-list/environmental-biotechnology/>

Source: compiled by the authors according to the official data of the World Congress on Biotechnology.

URL: <https://biotechnologycongress.conferenceseries.com/events-list/environmental-biotechnology/>

- технологии очистки промышленных выбросов;
- интеграция энвироники в производственные процессы посредством учета экологических аспектов и требований;
- цифровизация и автоматизация контроля и оптимизации производственных процессов;
- повышение энергоэффективности с разработкой новых подходов к снижению энергопотребления и поиску новых, более эффективных источников энергии.

2. Описан экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем как «система инновационного цикла», включающая следующие циклические составляющие:

- научного сообщества (консалтинговой системы; информационного обеспечения; правовой поддержки);
- инновационного «лифта» (научных идей; стартапов; быстрого роста; масштабирования);
- коммерциализацию инноваций (финансовую систему; организационную и производственную инфраструктуру; систему подготовки кадров);
- инструменты и методы внедрения экологичных инноваций (экологический аудит; сертификацию; налоги на загрязнение; субсидирование экологически чистых технологий и др.).

Экономический механизм инноваций в энвиронике производственных систем как «система инновационного цикла» представляет собой систему управления и оптимизации использования ресурсов, направленную на снижение негативного воздействия на окружающую среду и повышение общей эффективности производства.

3. На основании исследований информационно-аналитической базы нами произведено графическое моделирование прогнозирования прорывных инноваций в энвиронике производственных систем и разработана графическая модель форсайт-инноваций в энвиронике.



Рис. 2. Графическая модель форсайт-инноваций в энвиронике

Fig. 2. Graphical model of foresight innovations in environics

Источник: составлено авторами по официальным данным XIV Международного форума «Экология».

URL: <https://forumeco.ru/conf2023/index.php>

Source: compiled by the authors according to official data of the XIV International Forum "Ecology".

URL: <https://forumeco.ru/conf2023/index.php>

Следует отметить, что прогнозирование и моделирование инновационного развития процессов производственной энвироники является сложной научной задачей, поскольку она включает в себя множество различных аспектов и зависимость от многообразия факторов. В разработанной модели форсайт-инноваций в энвиронике эти структурные элементы представлены в виде центрального стратегического апекса и периферийных функциональных узлов и компонент модели.

Разработанная графическая модель демонстрирует взаимосвязи между различными аспектами форсайт-инноваций в энвиронике - от исследований и разработок (академических и научных, открытых исследований и инноваций), посредством потоков знаний и технологий, до технологических решений (сенсорные технологии; интеллектуальные системы управления; аналитика данных и искусственный интеллект) и конечных продуктов и услуг (платформы для сбора и анализа данных; системы энергосбережения и управления ресурсами; устройства для мониторинга и анализа окружающей среды). Модель также отражает важность обратной связи и потоков знаний и технологий для улучшения и совершенствования инновационных процессов.

4. На основе проведенного исследования, возможно выделить основные этапы моделирования, которые оказывают влияние на форсайт в области инновационных процессов в энвиронике и представить их нарратив:

1. Возрастающий интерес в обществе к экологическим решениям. Развитие производственной энвироники стимулирует повышенное внимание общества к экологическим проблемам, таким, как неблагоприятные изменения климата, загрязнения природы, бережное расходование ресурсов. Во многих странах мира активно внедряются решения, направленные на повышение индекса экологической эффективности окружающей среды.

2. Технологические инновации. Повышению возможностей энвироники будут способствовать чистые технологии искусственного интеллекта, интернета вещей, беспроводных сенсорных сетей и облачных вычислений. Цифровые платформенные технологии собирают, обрабатывают и анализируют большие данные, помогающие мониторингу и управлению окружающей средой.

3. Умные города. Развитие умных городов является одним из ключевых направлений формирования современных городских локаций. Инновационные экологические технологии построения



умного города основываются на применении продвинутых информационно-коммуникационных технологий при создании интеллектуальной инфраструктуры городского хозяйства, систем управления энерго- и водоснабжения, управления отходами и логистикой транспортных маршрутов, кадровыми системами, повышая устойчивость, комфортность и совокупное здоровье населения в таких городских образованиях в региональном масштабе.

4. Повышение уровня энергоэффективности. Развитие энергосберегающих производственных процессов в энвиронике имеет существенную значимость для создания экологически чистых и высоко эффективных энергосистем и энерготехнологий, что явно уменьшит отрицательные последствия в окружающей среде и сэкономит запасы всех видов энергии.

Направления дальнейших исследований

Несмотря на то, что точный прогноз и детальный нарратив форсайта энвироники представить сложно, можно с уверенностью утверждать, что эта сфера получит дальнейшее развитие и будет иметь определяющее значение в решении экологических проблем и достижении устойчивого общественного развития. Необходимо осуществлять большее количество инвестиций в исследования и разработки, а также развивать сотрудничество между правительством, бизнесом и обществом для успешной реализации потенциала энвироники. Для достижения максимальной эффективности инноваций энвироники необходимо их комплексное применение и скорейшая интеграция в производственные и общественные процессы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Holman J.P., Perri M.G., Raghavan S.R. (2006) *Environmental Engineering*. 2nd Edition. CRC Press.
2. Wendel S.E., Wendell M.A. (2011) *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 3rd Edition. McGraw-Hill.
3. Chadha R., Chadha R. and P. Chadha. (2016) *Handbook of Environmental Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
4. Banerjee D., Chakrabarti S., Pal A.K. (2018) *Sustainable Environmental Engineering Systems*. Elsevier.
5. Ali M., Anuar N., Yusoff A.M. et al. (2020) *Emerging Technologies in Environmental Engineering*. Springer.
6. Castri F., De Feo G., Rizzo A. (2021) *Environmental Engineering and Innovation*. Elsevier.
7. Kumar A., Gupta A.K. (2019) *Environmental Nanotechnology: Applications and Impacts*. Elsevier. Academic Press.
8. Кутман В.П. (2005) *Энвироника: способы измерения и оценки факторов внешней среды*. Москва. Издательство «Наука».
9. Зеленин И.Г. (2010) Анализ проблем в области энвироники и их решения. *Научные исследования*. 25 (3), 45–52.
10. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. (2022) *Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва*. 3-е изд. Москва. ЛЕНАНД, 616.
11. Никитченко А.С. (2015) Применение информационно-коммуникационных технологий в энвиронике. *Вычислительные системы и сети*, 47 (2), 78–85.
12. Куракина Н.И., Мышко Р.А. (2021) Моделирование загрязнения атмосферного воздуха промышленными объектами в технологии геоинформационных систем. *Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*, 5, 21–27.
13. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>
14. Babkin A., Shkarupeta E., Tashenova L. et al. (2023) Framework for assessing the sustainability of ESG performance in industrial cluster ecosystems in a circular economy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9 (2), 100071. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100071>
15. Калинина А.Э. (2019) Конкуренция в цифровую эпоху: поиск ответов на стратегические вызовы для России (по материалам XVIII международной научно-практической конференции

«Конкурентоспособная Россия: форсайт-модель экономического и правового развития в цифровую эпоху»). *Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика*. 21 (4), 6–10. DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2019.4.1>

16. Колушов В.Н. (2021) Цифровизация как драйвер развития отрасли обращения с отходами. *Твердые бытовые отходы*, 12, 48–52.

17. Экология 2023 (2023). *XIV Международный форум «Экология»*. Москва, 5-6 июня 2023 г. [online] Available at: <https://forumeco.ru/conf2023/index.php>. [Accessed 25.12.2023]

18. Рейтинг стран мира по Индексу экологической эффективности (2023). *Гуманитарный портал*. [online] Available at: <https://gtmarket.ru/ratings/environmental-performance-index>. [online] Available at: 25.12.2023]

19. Volkov S.K., Morozova I.A., Gladkaya E.A. [et al.] (2023) The smart city concept in Russia: problems of transition and humanization of the digital environment from the perspective of the quality of public administration. *International Journal for Quality Research*. 17 (2), 387–404. DOI: <https://doi.org/10.24874/IJQR17.02-06>

20. Inshakova E.I., Inshakova A.O., Kachalov R.M. (2020) Russian and Eurasian technology platforms: Progress and challenges in accelerating the neo-industrialization processes. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 110, 31–40. DOI: [10.1007/978-3-030-45913-0_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45913-0_4)

21. Glukhov V., Kharitonova N., Kharitonova E. et al. (2021) Development of Integrated Logistics Systems of Russian Large Metallurgical Companies in the Context of Digitalization. *XIV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2021”. Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry*, 1, 656–664. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-81619-3_73

22. Vasilieva Z.A., Filimonenko I.V., Rusina A.N. (2022) Development of a Roadmap for the Formation of Clusters of Professional Competencies in Spatial Zones of “Accelerated Development” of the Region. *Business 4.0 as a Subject of the Digital Economy*. Cham: Springer, 285–289. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90324-4_46

23. 27th World Congress on Biotechnology, December 15-16, 2023 Amsterdam, Netherlands. CME/CPD Available {Theme: Exploration of the latest applications in the field of Biotechnology} [online] Available at: 26.12.2023]

24. Bukhvald E.M., Chernykh A.A., Pochkin E.O. (2022) Skills Development in a Green Economy. Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security: Conference proceedings, Switzerland: Springer, 817–824. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93155-1_88

25. Kirilchuk S.P., Simchenko N.A., Burkaltseva D.D. et al. (2023) Structural organizational and economic mechanism for managing the labor potential of the enterprise. *E3S Web of Conferences: XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023), Russia: EDP Sciences*, 431, 07022. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343107022>

26. Бабкин А.В., Кудрявцева Т.Ю., Бахмутская А.В. (2011). Проблемы и направления формирования промышленной политики региона (на примере Санкт-Петербурга). *Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов*, 4 (70), 27–33.

REFERENCES

1. Holman J.P., Perri M.G., Raghavan S.R. (2006) *Environmental Engineering*. 2nd Edition. CRC Press.
2. Wendel S.E., Wendell M.A. (2011) *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 3rd Edition. McGraw-Hill.
3. Chadha R., Chadha R. and P. Chadha. (2016) *Handbook of Environmental Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
4. Banerjee D., Chakrabarti S., Pal A.K. (2018) *Sustainable Environmental Engineering Systems*. Elsevier.
5. Ali M., Anuar N., Yusoff A.M. et al. (2020) *Emerging Technologies in Environmental Engineering*. Springer.
6. Castri F., De Feo G., Rizzo A. (2021) *Environmental Engineering and Innovation*. Elsevier.
7. Kumar A., Gupta A.K. (2019) *Environmental Nanotechnology: Applications and Impacts*. Elsevier. Academic Press.



8. Kutman V.P. (2005) *Environika: sposoby izmereniya i otsenki faktorov vneshnei sredy*. Moskva. Izdatel'stvo «Nauka».
9. Zelenin I.G. (2010) Analiz problem v oblasti environiki i ikh resheniya. *Nauchnye issledovaniya*. 25 (3), 45–52.
10. Gorbunov D.S., Rubakov V.A. (2022) *Vvedenie v teoriyu rannei Vselennoi: Teoriya goryachego Bol'shogo vzryva*. 3-e izd. Moskva. LENAND, 616.
11. Nikitchenko A.S. (2015) Primenenie informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii v environike. *Vychislitel'nye sistemy i seti*, 47 (2), 78–85.
12. Kurakina N.I., Myshko R.A. (2021) Modelirovanie zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа promyshlennymi ob'ektami v tekhnologii geoinformatsionnykh sistem. *Izvestiya SPbGETU «LETI»*, 5, 21–27.
13. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Tsifrovaya transformatsiya promyshlennykh predpriyatii v usloviyakh novoi real'nosti. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>
14. Babkin A., Shkarupeta E., Tashenova L. et al. (2023) Framework for assessing the sustainability of ESG performance in industrial cluster ecosystems in a circular economy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9 (2), 100071. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100071>
15. Kalinina A.E. (2019) Konkurentsiya v tsifrovuyu epokhu: poisk otvetov na strategicheskie vyzovy dlya Rossii (po materialam XVIII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Konkurentosposobnaya Rossiya: forsait-model' ekonomicheskogo i pravovogo razvitiya v tsifrovuyu epokhu»). *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*. 21 (4), 6–10. DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2019.4.1>
16. Kolushov V.N. (2021) Tsifrovizatsiya kak draiver razvitiya otrasli obrashcheniya s otkhodami. *Tverdye bytovye otkhody*, 12, 48–52.
17. Ekologiya 2023 (2023). *XIV Mezhdunarodnyi forum «Ekologiya»*. Moskva, 5-6 iyunya 2023 g. [online] Available at: <https://forumeco.ru/conf2023/index.php>. [Accessed: 25.12.2023]
18. Reiting stran mira po Indeksu ekologicheskoi effektivnosti (2023). *Gumanitarnyi portal*. [online] Available at: <https://gtmarket.ru/ratings/environmental-performance-index>. [Accessed: 25.12.2023]
19. Volkov S.K., Morozova I.A., Gladkaya E.A. [et al.] (2023) The smart city concept in Russia: problems of transition and humanization of the digital environment from the perspective of the quality of public administration. *International Journal for Quality Research*. 17 (2), 387–404. DOI: <https://doi.org/10.24874/IJQR17.02-06>
20. Inshakova E.I., Inshakova A.O., Kachalov R.M. (2020) Russian and Eurasian technology platforms: Progress and challenges in accelerating the neo-industrialization processes. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 110, 31–40. DOI: [10.1007/978-3-030-45913-0_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45913-0_4)
21. Glukhov V., Kharitonova N., Kharitonova E. et al. (2021) Development of Integrated Logistics Systems of Russian Large Metallurgical Companies in the Context of Digitalization. *XIV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2021”. Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry*, 1, 656–664. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-81619-3_73
22. Vasilieva Z.A., Filimonenko I.V., Rusina A.N. (2022) Development of a Roadmap for the Formation of Clusters of Professional Competencies in Spatial Zones of “Accelerated Development” of the Region. *Business 4.0 as a Subject of the Digital Economy*. Cham: Springer, 285–289. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90324-4_46
23. 27th World Congress on Biotechnology, December 15-16, 2023 Amsterdam, Netherlands. CME/CPD Available {Theme: Exploration of the latest applications in the field of Biotechnology} [online] Available at: <https://www.wcb2023.com/> [Accessed: 26.12.2023]
24. Bukhvald E.M., Chernykh A.A., Pochkin E.O. (2022) Skills Development in a Green Economy. Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security: Conference proceedings, Switzerland: Springer, 817–824. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93155-1_88
25. Kirilchuk S.P., Simchenko N.A., Burkaltseva D.D. et al. (2023) Structural organizational and economic mechanism for managing the labor potential of the enterprise. *E3S Web of Conferences : XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023)*, Russia: EDP Sciences, 431, 07022. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343107022>
26. Babkin A.V., Kudryavtseva T.Yu., Bakhmutskaya A.V. (2011). Problemy i napravleniya formirovaniya promyshlennoi politiki regiona (na primere Sankt-Peterburga). *Izvestiya Sankt-Petersburgskogo universiteta ekonomiki i finansov*, 4 (70), 27–33.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

КИРИЛЬЧУК Светлана Петровна

E-mail: skir12@yandex.ru

Svetlana P. KIRILCHUK

E-mail: skir12@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6888-1981>

МОРОЗОВА Ирина Анатольевна

E-mail: morozovaira@list.ru

Irina A. MOROZOVA

E-mail: morozovaira@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0005-6933-1903>

Поступила: 15.01.2024; Одобрена: 30.01.2024; Принята: 31.01.2024.

Submitted: 15.01.2024; Approved: 30.01.2024; Accepted: 31.01.2024.

Научная статья

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17107>



«ДОКОВИДНЫЕ» И «ПОСТКОВИДНЫЕ» ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУРАХ

З.К. Самайбекова^{1,2} 

¹ Центр стратегических исследований Института
математических исследований сложных систем МГУ имени М.В. Ломоносова,
Москва, Российская Федерация;

² Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,
Бишкек, Кыргызстан

 samaibekova@mail.ru

Аннотация. Современная ситуация в экономике, складывающаяся под влиянием кризисных явлений, усиление конкуренции на рынке требуют от инновационных предпринимательских структур поиска новых способов повышения результативности и эффективности деятельности своих сотрудников. Тренды формируют новый ландшафт в стратегическом управлении персоналом, где инновационные предпринимательские структуры должны быть готовы к постоянным изменениям, инвестировать в развитие сотрудников и поддерживать адаптивность в условиях переменчивости современного бизнеса. Пандемия COVID-19 вынудила предпринимательские структуры переосмыслить организацию труда, где удаленная работа стала неотъемлемой частью бизнес-процессов, что требует новых стратегий управления персоналом для обеспечения эффективности и поддержания командного взаимодействия, повышая гибкость и обеспечивая бесперебойное функционирование. В условиях ограничений передвижения цифровые технологии стали основой для найма, обучения, и мотивации персонала. Использование аналитики данных для принятия управленческих решений также стало неотъемлемой частью стратегического управления персоналом. Развитие технологий и изменения в бизнес-среде создали потребность в постоянном обновлении навыков сотрудников. Компании активно внедряют специализированные программы обучения, направленные на подготовку персонала к новым вызовам. Целью является понимание эволюции подходов к управлению персоналом в «доковидных» и «постковидных» периодов. Рассмотрены основные тренды развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах под воздействием переменчивости внешней среды, вызванной пандемией и ее последствиями. Проанализировано развитие организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии, представлена динамика проникновения сети Интернет в Кыргызстане за 2013–2021 годы. Компании активно внедряли цифровые технологии для поддержания бизнес-процессов в условиях ограничений, пересматривали свои модели трудоустройства, внедряя гибкие формы занятости, чтобы лучше соответствовать изменениям в рынке труда и эффективнее использовать ресурсы. В этой связи, представлены разновидности применения крауд-технологий в стратегическом управлении персоналом, предоставляющие инновационным предпринимательским структурам возможность эффективного использования знаний, опыта и творческого потенциала многих людей для достижения стратегических целей в эпоху цифровой экономики.

Ключевые слова: тренды в стратегическом управлении персоналом, инновационные технологии, информационно-коммуникационные технологии, сеть Интернет, крауд-технологии, инновационные предпринимательские структуры

Для цитирования: Самайбекова З.К. (2024) «Доковидные» и «постковидные» тренды развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах. П-Economy, 17 (1), 103–112. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17107>



PRE- AND POST-COVID TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF STRATEGIC HR MANAGEMENT IN INNOVATIVE BUSINESS STRUCTURES

Z.K. Samaybekova^{1,2} 

¹ Center for Strategic Research, Institute for Mathematical Research
of Complex Systems, Moscow State University named after M.V. Lomonosov,
Moscow, Russian Federation;

² Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov,
Bishkek, Kyrgyzstan

✉ samaibekova@mail.ru

Abstract. The current situation in the economy, emerging under the influence of crisis phenomena, and increased competition in the market require innovative business structures to search for new ways to increase the effectiveness and efficiency of their employees. Trends are shaping a new landscape of strategic HR management, where innovative business structures must be prepared for constant change, invest in employee development and maintain adaptability in the changing environment of modern business. The COVID-19 pandemic has forced businesses to rethink work arrangements where remote work has become an integral part of business processes, requiring new HR strategies to ensure efficiency and support teamwork, increasing flexibility and ensuring smooth operations. In conditions of movement restrictions, digital technologies have become the basis for hiring, training, and motivating staff. The use of data analytics for management decision making has also become an integral part of strategic human resources management. Advances in technology and changes in the business environment have created a need to constantly update employee skills. Companies are actively implementing specialized training programs aimed at preparing personnel for new challenges. The goal is to understand the evolution of approaches to HR management in the “pre-Covid” and “post-Covid” periods. The paper considers the main trends in the development of strategic HR management in innovative business structures under the influence of the variability of the external environment caused by the pandemic and its consequences. The development of organizations using information and communication technologies is analyzed, and the dynamics of Internet penetration in Kyrgyzstan for 2013–2021 are presented. Companies actively implemented digital technologies to support business processes under conditions of restrictions, revised their employment models, introducing flexible forms of employment to better respond to changes in the labor market and use resources more efficiently. In this regard, the types of application of crowd technologies in strategic HR management are presented, providing innovative business structures with the opportunity to effectively use the knowledge, experience and creative potential of many people to achieve strategic goals in the era of digital economy.

Keywords: trends in strategic personnel management, innovative technologies, information and communication technologies, the Internet, crowd technologies, innovative business structures

Citation: Samaybekova Z.K. (2024) Pre- and post-Covid trends in the development of strategic HR management in innovative business structures. *П-Economy*, 17 (1), 103–112. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17107>

Введение

В современной бизнес-среде инновационные предпринимательские структуры стремятся привлекать и удерживать талантливых сотрудников через создание стимулирующих условий труда, развитие гибких форм занятости и поддержку профессионального роста. Под инновационными предпринимательскими структурами понимается компании, активно внедряющие новаторские идеи, технологии, продукты или услуги на рынок. Гибкость в подходах к управлению персоналом стала неотъемлемой частью стратегий, чтобы эффективно реагировать на переменчивость в бизнес-среде.



Развитие стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах происходит под воздействием внешних и внутренних факторов. Пандемия COVID-19 внесла существенные коррективы в дальнейшее развитие стратегического управления персоналом, обусловив появление новых и интенсификацию уже существующих трендов в HR-управлении.

Исследования основных «доковидных» и «постковидных» трендов в стратегическом управлении персоналом инновационных предпринимательских структур обусловлена изменениями, вызванными пандемией и последующим периодом восстановления. Во время пандемии, «доковидные» тренды включали широкое внедрение удаленной работы, цифровизацию процессов и усиление виртуального взаимодействия.

С «постковидным» периодом, фокус сместился на адаптацию к новым реалиям, в том числе гибким формам работы, вниманию к здоровью и благополучию персонала. Развитие технологий, таких как цифровизация и автоматизация, стали ключевыми в современных стратегиях управления персоналом.

Цель исследования

Цель заключается в формировании комплексного понимания того, как инновационные предпринимательские структуры адаптируются к переменам в условиях пандемии и как эти изменения формируют будущее стратегического управления персоналом, учитывая динамичность современного бизнес-окружения.

В качестве **объекта исследования** рассматривается стратегическое управление персоналом в инновационных предпринимательских структурах, которое происходит под воздействием внешних и внутренних факторов.

Предметом исследования являются тренды развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах под воздействием переменчивости внешней среды, вызванной пандемией и ее последствиями.

Литературный обзор

В ходе исследования был проведен анализ научных и практических источников, труды российских и зарубежных ученых, касающихся стратегического управления персоналом до и после пандемии, позволившие выявить ключевые концепции, теории и изменения в подходах.

Одной из значимых современных тенденций развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах «доковидного» и «постковидного» периодов является интенсивное внедрение инновационно-информационных технологий [22, 25]. Развитие современной тенденции внедрения в процесс инновационно-информационных, цифровых технологий связано с широким распространением и проникновением во все сферы жизнедеятельности общества информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [1–3], в том числе и сети Интернет. По мнению И.В. Новиковой, «цифровая экономика влияет на распределение доходов населения и бизнеса. Стратегической возможностью является использование ИКТ для повышения производительности и увеличения прибыльности, в том числе повышения заработной платы. Стратегической угрозой становятся недостаточное или неиспользование цифровых компонент рабочих мест, что приведет к проигрышанию в конкурентной борьбе с более технологически оснащенными компаниями» [18]. С.В. Плеханова и Н.А. Виноградова считают, что «чем больше государство будет заинтересовано в стимулировании инновационной активности предприятий, тем больше у нее будет шансов выйти на новый качественный уровень развития экономики национального хозяйства» [19]. Повышение роли человеческих ресурсов обусловлено использованием современных инновационных технологий в управлении персоналом [21]. Использование высокотехнологичных решений в сфере управления персоналом позволяет эффективно адаптироваться к динамично меняющейся бизнес-среде [26]. Автоматизация рутины, такой как учет рабочего времени, процессы найма и обучения, освобождает время для более стратегической работы HR-специалистов. Как считает В.Л. Квинт, лидеры и системы

стратегического управления в целом должны быть ориентированы на адаптацию и эффективное использование революционных технологических и иных инновационных достижений [13]. Все это заставляет обратить внимание не только на сохранение человеческих ресурсов в условиях пандемии, но и на эффективность управления ими для производства востребованной обществом продукции [15, 17]. Внедрение инновационных технологий требует высокой квалификации управленческого персонала и непрерывного обучения HR-специалистов. Инновационные предпринимательские структуры, осознавая важность роли человеческих ресурсов, должны инвестировать в развитие технологической грамотности своих кадров, чтобы максимально использовать потенциал инноваций в управлении персоналом [12]. Авторы статьи [8] рассматривают особенности стратегирования в производственной деятельности предприятия. Кроме того, рассматривается влияние институциональной среды на развитие инновационной системы и инновационной деятельности инновационных предпринимательских структур [3]. При этом проанализированы методические подходы оценки эффективности государственной поддержки инновационных предпринимательских структур в форме малых и средних предприятий, однако они не отражают специфику стратегического управления персоналом [7].

Таким образом, на основе проведенного обзора автором установлено, что трендам развития стратегического управления персоналом в предпринимательских структурах в научной литературе уделено недостаточно внимания. В соответствии с этим *цель исследования* заключается в выделении трендов стратегического управления развитием предпринимательских структур и формировании комплексного понимания того, как инновационные предпринимательские структуры адаптируются к переменам в условиях пандемии и как эти изменения формируют будущее стратегического управления персоналом, учитывая динамичность современного бизнес-окружения.

Методы и материалы

В качестве методов исследования в данной работе были использованы такие подходы, как синтез и систематизация, классификация, статистические методы анализа. Методологической основой работы выступили элементы теории стратегирования, общенаучные методы исследования, в частности, сравнительный анализ.

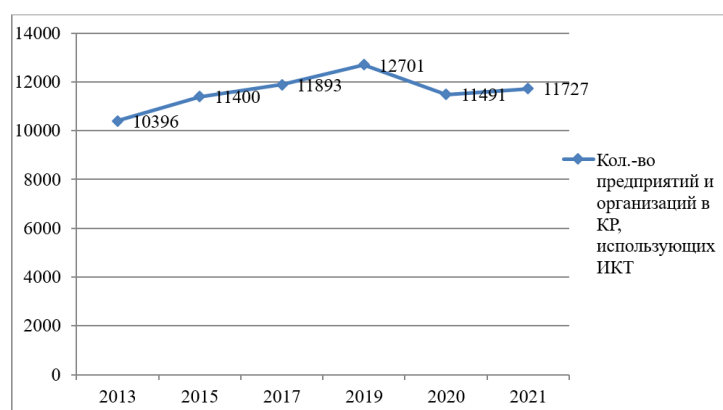
В качестве информационной базы использовались отчеты национального статистического комитета Кыргызской Республики, труды исследователей, касающихся развития стратегического управления персоналом в инновационном развитии технологий, трендов, изменений факторов внешней и внутренней среды компании.

Результаты и обсуждение

Анализ исследовательских работ [4, 5, 11, 14] позволяет выделить следующие основные «доковидные» и «постковидные» тренды развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах (табл. 1).

Все эти тренды свидетельствуют о необходимости постоянного обновления стратегий управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах, чтобы эффективно адаптироваться к изменениям внешней среды и обеспечивать устойчивое развитие бизнеса [23, 24].

По мнению С.В. Плехановой и Н.А. Виноградовой, «исходя из последовательности взаимосвязанных уровней иерархии от государства к предприятию, можно сделать вывод, что взаимосвязывающим фактором управленческого звена является сформированная полнофункциональная система инновационных процессов, ведь только при имеющейся поддержке государства на всех этапах инновационной деятельности предприятия экономика получит прирост конкурентоспособности, что приведет к росту экономической стабильности страны в целом» [19]. В Кыргызской Республике в 2021 году количество предприятий и организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии, составило 11727 единиц (рис. 1).



Составлено по данным Нацстаткома КР [9, 10].

Рис. 1. Количество предприятий и организаций в Кыргызстане, использующих ИКТ за 2013–2021 гг., единиц

Fig. 1. Number of enterprises and organizations in Kyrgyzstan using ICT for 2013–2021, units

Таблица 1. Тренды развития стратегического управления персоналом

Table 1. Trends in the development of strategic HR management

Развитие стратегического управления персоналом	Характеристика
«доковидные»:	
Удаленная работа и гибридные модели труда	Пандемия COVID-19 вынудила инновационные предпринимательские структуры переосмыслить организацию труда. Удаленная работа стала неотъемлемой частью бизнес-процессов, что требует новых стратегий управления персоналом для обеспечения эффективности и поддержания командного взаимодействия
Цифровизация HR-процессов	В современных условиях цифровые технологии стали основой для найма, обучения, и мотивации персонала. Использование аналитики данных для принятия управленческих решений также стало неотъемлемой частью стратегического управления персоналом
Специализированные программы обучения	Развитие технологий и изменения в бизнес-среде создали потребность в постоянном обновлении навыков сотрудников. Инновационные предпринимательские структуры активно внедряют специализированные программы обучения, направленные на подготовку персонала к новым вызовам
«постковидные»:	
Большее внимание к физическому и психологическому благополучию	Пандемия подчеркнула важность заботы о здоровье сотрудников. Инновационные предпринимательские структуры интегрируют в свои стратегии управления персоналом программы поддержки физического и психологического благополучия
Укрепление корпоративной культуры	С увеличением удаленной работы, укрепление связей внутри команды становится более сложной задачей. Инновационные предпринимательские структуры активно работают над поддержанием и развитием корпоративной культуры, используя различные виртуальные средства и мероприятия
Гибкость и адаптивность	Быстро меняющаяся среда требует от предпринимательских структур гибкости в стратегиях управления персоналом. Готовность к адаптации к новым условиям и постоянное обновление стратегий становятся ключевыми элементами успешного управления

Как видно из рис. 1, в Кыргызстане число предприятий и организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии, в 2021 году по сравнению с 2013 годом выросло на 11,3%, или на 1331 единицу. Правда, по сравнению с 2019 годом данный показатель снизился на 7,7%, или на 974 единицы, в результате влияния коронавирусного кризиса и непосредственного сокращения количества предприятий и организаций в 2020 году.

В табл. 2 представлена динамика доступа к глобальной сети Интернет и численность работников на предприятиях и организациях, использующих информационно-коммуникационные технологии в Кыргызстане за 2013–2021 годы.

Таблица 2. Динамика проникновения Интернета и численность работников за 2013–2021 гг.
Table 2. Dynamics of Internet penetration and number of employees for 2013–2021

Наименование показателя	2013	2015	2017	2019	2020	2021	2021 в % к 2013
Количество точек доступа в сеть Интернет, <i>единиц</i>	16855	15375	22160	27883	29400	31528	187,1
Численность работников (в среднем за год, человек)	468462	474528	485538	509657	491951	526701	112,4

Составлено по данным Нацстаткома КР [9, 10].

Как видно из табл. 2, в 2021 году количество точек доступа в сеть Интернет в Кыргызстане увеличилось на 87,1%, или на 14673 единиц. Средняя численность работников на предприятиях и организациях, использующих компьютерную технику и информационно-коммуникационные технологии, выросла в 2021 году, в сопоставлении с базисным 2013 годом, на 12,4%, или на 58 239 человек, а в сравнении с цепным 2020 годом – 7,1%, или на 34750 человек.

В современном бизнес-мире стратегическое управление персоналом становится неотъемлемой частью успешного функционирования предпринимательской структуры инновационного развития. В этом контексте крауд-технологии, представляющие собой массовое вовлечение людей в решение задач, приобретают все большее значение. Крауд-технологии в стратегическом управлении персоналом (табл. 3.) предоставляют новые возможности для оптимизации процессов, вовлечения сотрудников и решения задач HR [6, 16, 20, 27].

Использование этих крауд-технологий в стратегическом управлении персоналом способствует повышению эффективности HR-процессов, обеспечивает большую прозрачность и вовлеченность сотрудников в принятие решений, а также способствует созданию благоприятного и инновационного рабочего окружения в предпринимательских структурах.

Заключение

В ходе исследования определены следующие результаты:

1. «Доковидные» и «постковидные» тренды привели к существенным изменениям развития стратегического управления персоналом в инновационных предпринимательских структурах, а именно: привели к масштабному внедрению цифровых технологий и переходу к удаленной работе; активно использовали средства коммуникации и совместной работы, что увеличило эффективность, также подчеркнуло необходимость новых подходов к управлению командами; фриланс и проектная работа стали нормой, что позволяет компаниям более гибко подстраиваться под переменчивость рынка труда.

2. Инновационные предпринимательские структуры внедряют программы физического и ментального здоровья, осознавая, что благополучный сотрудник – ключевой ресурс для инноваций, интегрируют технологические инновации в стратегическом управлении персоналом для улучшения эффективности и устойчивости бизнес-процессов.

Таблица 3. Крауд-технологии в стратегическом управлении персоналом
Table 3. Crowd technologies in strategic HR management

Крауд-технологии	Характеристика
Краудсорсинг идей для стратегического управления персоналом	Сбор творческих идей от сотрудников для улучшения рабочих процессов, повышения мотивации или создания новых программ обучения
Краудфидбек в управлении производительностью	Получение обратной связи о производительности сотрудников от коллег, подчиненных и руководства для более объективной оценки
Краудрекрутинг	Использование социальных медиа для привлечения талантливых кандидатов, а также рекомендаций от сотрудников.
Краудтестинг обучения и развития	Постановка задач и проверка знаний сотрудников через онлайн-платформы для непрерывного обучения
Краудгейтинг	Получение мнений и оценок от сотрудников при принятии решений по найму новых кандидатов, включающих в себя участие в интервью или ассессмент-центрах
Крауданализ данных в стратегическом управлении персоналом	Использование крауд-технологий для анализа мнений и настроений среди сотрудников с целью улучшения климата в компании и принятия эффективных управленческих решений
Краудгеймификация в HR	Интеграция элементов геймификации в процессы обучения, мотивации и оценки производительности сотрудников.
Краудконсалтинг в развитии карьеры	Создание платформ, где сотрудники могут обмениваться опытом, консультироваться и давать советы в сфере профессионального развития
Крауд-сервис в HR	Привлечение внешних экспертов для выполнения специализированных задач в стратегическом управлении персоналом, таких как разработка бенефит-программ, оценка корпоративной культуры и др.

3. Внедрение крауд-технологий в стратегическое управление персоналом предоставляет предпринимательским структурам мощный инструментарий для реализации инновационных стратегий, способствующие улучшению коммуникации, повышению эффективности и развитию персонала, что является краеугольным камнем успешного стратегического управления в эпоху цифровой экономики.

Направления дальнейших исследований

В дальнейших исследованиях автор планирует провести сравнение различий в стратегических подходах к управлению персоналом между инновационными предпринимательскими структурами в различных отраслях и регионах для выявления уникальных аспектов и общих паттернов, а также оценку экономического воздействия изменений в стратегиях управления персоналом на финансовые показатели предпринимательских структур, включая затраты, доходы и общую устойчивость.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акаев А.А., Садовничий В.А. (2021) Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики. *Проблемы прогнозирования*, 1, 45–58. DOI: <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>
2. Асланов М.А. (2014) Традиционные и инновационные кадровые технологии в органах государственного управления. *Проблемы современной экономики*, 2 (50), 43–46.

3. Бабкин А.В., Хватова Т.Ю. (2011) Влияние институциональной среды на развитие национальной инновационной системы. *Экономика и управление*, 6 (68), 64–69.
4. Багрова Е.А., Валеева Ю.С., Найда А.М., Макарова Е.С., Потапова Н.К. (2021) Построение эффективной системы управления человеческими ресурсами IT-компаний в условиях ковидных ограничений. *Российский экономический интернет-журнал*, 4. [online] Available at: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/95b/95bba20fd1f5612045be3fbbb7180121.pdf> [Accessed 30.10.2023]
5. Вертакова Ю.В., Булгакова И.Н., Дин Ш. (2023) Методы и инструменты цифровой трансформации предприятий агропромышленного комплекса в условиях индустрии 4.0. *π-Economy*, 16 (5), 109–122. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16508>
6. Докунина И.А. (2018) Краудстаффинг и краудтестинг – инновационные технологии в области управления персоналом. *Инновационная экономика и менеджмент: Методы и технологии: Сборник материалов II МНПК*, 178–180.
7. Евсеева О.А., Бабкин А.В. (2014) Формирование методики оценки эффективности государственной поддержки малых и средних предприятий. *Известия Иркутской государственной экономической академии*, 6, 79–84.
8. Жеребов Е.Д., Бабкин А.В. (2009) Методика формирования производственной программы при стратегическом планировании развития промышленного предприятия. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 4 (81), 145–150.
9. *Информационно-коммуникационные технологии в Кыргызской Республике 2012–2016 гг.* (2017) Сборник. Бишкек: Национальный статистический комитет Кыргызской Республики, 67.
10. *Информационно-коммуникационные технологии в Кыргызской Республике 2017–2021 гг.* (2022) Сборник. Бишкек: Национальный статистический комитет Кыргызской Республики, 66.
11. Казадаев М.С., Банников С.А. (2020) Стратегия управления персоналом в условиях пандемии. *Вестник Челябинского государственного университета. Экономические науки*, 6 (440), 69, 144–150.
12. Карпенко М.А. (2020) Направления развития управления персоналом и его квалификацией в условиях пандемии. *Human Progress*, 6 (4), 7.
13. Квинт В.Л. (2022) *Концепция стратегирования*. Т. I., СПб.: СЗИУ РАНХиГС, 132.
14. Костенко Е.П. (2018) Современные тренды в управлении персоналом: отечественный и зарубежный опыт. *Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики)*, 9, 4, 107–123.
15. Кузьминова Т.В. (2021) Эффективность управления человеческими ресурсами в условиях пандемии COVID-19. *Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России*, 4 (55), 76–80.
16. Максимов Н.Н., Паршина В.С. (2012) Краудсорсинг как способ активизации развития персонала. *Молодой ученый*, 12 (47), 233–236.
17. Мортиков В.В. (2023) Макроэкономические аспекты принятия решений в области управления персоналом. *Вопросы управления*, 17 (1), 61–73.
18. Новикова И.В. (2019) Элементы концепции стратегии занятости населения в цифровой экономике. *Мягкие измерения и вычисления*, № 10 (23). – С. 58–63.
19. Плеханова С.В., Виноградова Н.А. (2022) Исследование влияния инновационных технологий в строительной отрасли. *Инновации и инвестиции*, 12, 4–7.
20. Полякова Ю.М. (2020) Управление персоналом на основе современных крауд-технологий: крауд-стаффинг, крауд-рекрутинг и краудтренинг. *Научные исследования экономического факультета*, 12 (3), 16–30. DOI: <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2020-12-3-16-30>
21. Проняева Л.И., Амелина А.В. (2016) Современные инновационные технологии в управлении персоналом. *Вестник государственного и муниципального управления*, 4 (23), 89–95.
22. Рябухин А.В. (2021) Влияние пандемии Covid-19 на практики управления персоналом в промышленных компаниях. *Весенние дни науки: сборник докладов Международной конференции студентов и молодых учёных (Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 г.)*, 278–281.
23. Цветова Г.В. (2020) Цифровая экономика: преимущества, угрозы и факторы влияния. *Власть и управление на Востоке России*, 2 (91), 45–50.
24. Шурпенкова Р.К., Сарахман О.Н. Методы комплексной оценки внешней и внутренней среды предприятия: преимущества и недостатки. *Экономика и банки*, 1, 3–12.
25. COVID-19: Implications for business (2021) McKinsey&Company [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk-and-resilience/our-insights/covid-19-implications-for-business>. [Accessed 25.10.2023]



26. Kvint V.L., Okrepilov V.V. (2014) Quality of life and values in national development strategies. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 84 (3), 188–200. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1019331614030058>

27. Samaibekova Z., Choyubekova G., Isabaeva K., Samaibekova A. (2021) Corporate sustainability and social responsibility. *E3S Web Conferences. 1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century, TRESP 2021*. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/202125006003>

REFERENCES

1. Akaev A.A., Sadovnichii V.A. (2021) Chelovecheskii faktor kak opredelyayushchii proizvoditel'nost' truda v epokhu tsifrovoi ekonomiki. *Problemy prognozirovaniya*, 1, 45–58. DOI: <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>

2. Aslanov M.A. (2014) Traditsionnye i innovatsionnye kadrovye tekhnologii v organakh gosudarstvennogo upravleniya. *Problemy sovremennoi ekonomiki*, 2 (50), 43–46.

3. Babkin A.V., Khvatova T.Yu. (2011) Vliyanie institutsional'noi sredy na razvitie natsional'noi innovatsionnoi sistemy. *Ekonomika i upravlenie*, 6 (68), 64–69.

4. Bagrova E.A., Valeeva Yu.S., Naida A.M., Makarova E.S., Potapova N.K. (2021) Postroenie effektivnoi sistemy upravleniya chelovecheskimi resursami IT-kompanii v usloviyakh kovidnykh ogranichenii. *Rossiiskii ekonomicheskii internet-zhurnal*, 4. [online] Available at: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/95b/95bba20fd1f5612045be3fbbb7180121.pdf> [Accessed 30.10.2023]

5. Vertakova Yu.V., Bulgakova I.N., Din Sh. (2023) Metody i instrumenty tsifrovoi transformatsii predpriyatii agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh industrii 4.0. *π -Economy*, 16 (5), 109–122. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16508>

6. Dokunina I.A. (2018) Kraudstaffing i kraudtesting – innovatsionnye tekhnologii v oblasti upravleniya personalom. *Innovatsionnaya ekonomika i menedzhment: Metody i tekhnologii: Sbornik materialov II MNPK*, 178–180.

7. Evseeva O.A., Babkin A.V. (2014) Formirovanie metodiki otsenki effektivnosti gosudarstvennoi podderzhki malyykh i srednykh predpriyatii. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii*, 6, 79–84.

8. Zherebov E.D., Babkin A.V. (2009) Metodika formirovaniya proizvodstvennoi programmy pri strategicheskoy planirovani razvitiya promyshlennogo predpriyatiya. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki*, 4 (81), 145–150.

9. *Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v Kyrgyzskoi Respublike 2012–2016 gg.* (2017) Sbornik. Bishkek: Natsional'nyi statisticheskii komitet Kyrgyzskoi Respubliki, 67.

10. *Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v Kyrgyzskoi Respublike 2017–2021 gg.* (2022) Sbornik. Bishkek: Natsional'nyi statisticheskii komitet Kyrgyzskoi Respubliki, 66.

11. Kazadaev M.S., Bannikov S.A. (2020) Strategiya upravleniya personalom v usloviyakh pandemii. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie nauki*, 6 (440), 69, 144–150.

12. Karpenko M.A. (2020) Napravleniya razvitiya upravleniya personalom i ego kvalifikatsiei v usloviyakh pandemii. *Human Progress*, 6 (4), 7.

13. Kvint V.L. (2022) *Kontseptsiya strategirovaniya*. T. I., SPb.: SZIU RANKhiGS, 132.

14. Kostenko E.P. (2018) Sovremennyye trendy v upravlenii personalom: otechestvennyi i zarubezhnyi opyt. *Journal of Economic Regulation (Voprosy regulirovaniya ekonomiki)*, 9, 4, 107–123.

15. Kuz'minova T.V. (2021) Effektivnost' upravleniya chelovecheskimi resursami v usloviyakh pandemii COVID-19. *Upravlenie personalom i intellektual'nymi resursami v Rossii*, 4 (55), 76–80.

16. Maksimov N.N., Parshina V.S. (2012) Kraudsorsing kak sposob aktivizatsii razvitiya personala. *Molodoi uchenyi*, 12 (47), 233–236.

17. Mortikov V.V. (2023) Makroekonomicheskie aspekty prinyatiya reshenii v oblasti upravleniya personalom. *Voprosy upravleniya*, 17 (1), 61–73.

18. Novikova I.V. (2019) Elementy kontseptsii strategii zanyatosti naseleniya v tsifrovoi ekonomike. *Myagkie izmereniya i vychisleniya*, № 10 (23). – S. 58–63.

19. Plekhanova S.V., Vinogradova N.A. (2022) Issledovanie vliyaniya innovatsionnykh tekhnologii v stroitel'noi otrasli. *Innovatsii i investitsii*, 12, 4–7.

20. Polyakova Yu.M. (2020) Upravlenie personalom na osnove sovremennykh kraud-tehnologii: kraud-staffing, kraud-rekruting i kraudtrening. *Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakul'teta*, 12 (3), 16–30. DOI: <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2020-12-3-16-30>
21. Pronyaeva L.I., Amelina A.V. (2016) Sovremennye innovatsionnye tekhnologii v upravlenii personalom. *Vestnik gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya*, 4 (23), 89–95.
22. Ryabukhin A.V. (2021) Vliyanie pandemii Covid-19 na praktiki upravleniya personalom v promyshlennyykh kompaniyakh. *Vesennie dni nauki: sbornik dokladov Mezhdunarodnoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh (Ekaterinburg, 22-24 aprelya 2021 g.)*, 278–281.
23. Tsvetova G.V. (2020) Tsifrovaya ekonomika: preimushchestva, ugrozy i faktory vliyaniya. *Vlast' i upravlenie na Vostoke Rossii*, 2 (91), 45–50.
24. Shurpenkova R.K., Sarakhman O.N. Metody kompleksnoi otsenki vneshnei i vnutrennei sredy predpriyatiya: preimushchestva i nedostatki. *Ekonomika i banki*, 1, 3–12.
25. COVID-19: Implications for business (2021) *McKynsey&Company* [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk-and-resilience/our-insights/covid-19-implications-for-business>. [Accessed 25.10.2023]
26. Kvint V.L., Okrepilov V.V. (2014) Quality of life and values in national development strategies. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 84 (3), 188–200. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1019331614030058>
27. Samaibekova Z., Choyubekova G., Isabaeva K., Samaibekova A. (2021) Corporate sustainability and social responsibility. *E3S Web Conferences. 1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century, TRESP 2021*. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/202125006003>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

САМАЙБЕКОВА Зейнегул Кубатбековна

E-mail: samaibekova@mail.ru

Zeynegul K. SAMAYBEKOVA

E-mail: samaibekova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7894-7729>

Поступила: 07.12.2023; Одобрена: 28.02.2024; Принята: 28.02.2024.

Submitted: 07.12.2023; Approved: 28.02.2024; Accepted: 28.02.2024.

Научная статья

УДК 69:658.014

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17108>



МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА: КОРПОРАТИВНЫЙ УРОВЕНЬ

Е.В. Балабенко¹ ✉, А.В. Бородацкая¹, Н.В. Брайла²

¹ Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка;

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ e.v.balabenko@donnasa.ru

Аннотация. Обеспечение сбалансированного роста экономики Донецкой Народной Республики предусматривает устойчивое развитие всех ее отраслей. Базовым триггером повышения эффективности региона является повышение экономической эффективности функционирования строительного комплекса, оценка системы управления, которого включает исследование различных сторон. На международном, национальном и региональном уровнях существует множество методик оценки индекса устойчивого развития предприятий. Вместе с тем остро ощущается нехватка инструментов для оценки уровня устойчивого развития компаний строительной отрасли. Именно это и определило актуальность и цель настоящего исследования. Для достижения поставленной цели на основе системного подхода изучены зарубежные практики оценки предприятий при помощи ESG-оценки, имплементированы условия и критерии оценки строительного комплекса на корпоративном уровне, методом структурно-логического моделирования представлена последовательность оценки предприятий строительного комплекса. Авторами разработана методика оценки строительного комплекса на корпоративном уровне, в основу которой положен принцип ESG-рейтинга. Методика оценки включает семь этапов исследования. На первом этапе определяется структура методики оценки; второй этап знаменует определением направлений оценки (исследованию предложено подвергнуть корпоративную социальную ответственность, качество корпоративного управления, отношение к экологии, трудовую обстановку и безопасность труда) и областей дальнейшего их исследования; выделение показателей оценки на корпоративном уровне – следующий этап методики; на четвертом этапе проводится сбор исходных данных для оценки строительного комплекса на корпоративном уровне; пятый базируется на системной оценке управления объектом исследования; шестой определяет уровень устойчивого развития объекта исследования; седьмой этап позволяет обозначить «узкие места» управленческих действий и мероприятия по их ликвидации. Результатами методики являются выделение эффективного для территории направления оценки и определения областей и показателей оценки на корпоративном уровне. Полученные в будущем по результатам апробации методики выводы будут иметь важные управленческие последствия, являются базисом для разработки дальнейших механизмов совершенствования деятельности предприятий строительного комплекса на всех уровнях управления.

Ключевые слова: строительный комплекс, управление, корпоративный уровень, ESG-рейтинг, методика оценивания, корпоративная социальная ответственность, качество корпоративного управления, отношение к экологии, трудовая обстановка, безопасность труд

Для цитирования: Балабенко Е.В., Бородацкая А.В., Брайла Н.В. (2024) Методика оценки строительного комплекса: корпоративный уровень. П-Economy, 17 (1), 113–125. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17108>



METHODOLOGY FOR ASSESSING CONSTRUCTION INDUSTRY: CORPORATE LEVEL

E.V. Balabenko¹ ✉, A.V. Borodatskaya¹, N.V. Braila²

¹ Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
Makeyevka;

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation

✉ e.v.balabenko@donnasa.ru

Abstract. Ensuring balanced growth of the economy of the Donetsk People's Republic involves the sustainable development of all its sectors. The basic trigger for increasing the efficiency of the region is to increase the economic efficiency of the construction industry, assessment of the management system, which includes the study of various aspects. At the international, national and regional levels, there are many methods for assessing the index of sustainable development of enterprises. At the same time, there is an acute shortage of tools for assessing the level of sustainable development of companies in the construction industry. This is what determined the relevance and purpose of this study. To achieve this goal, foreign practices of ESG assessment of enterprises were studied based on a systematic approach; conditions and criteria were implemented using the method of structural and logical modeling, and a sequence was presented. The authors developed an ESG rating methodology. The assessment methodology is based on a stage-by-stage approach (includes seven stages of research). At the first stage, the structure of the assessment methodology is determined. The second stage is marked by determining the areas of assessment (social responsibility, the quality of corporate governance, attitude towards the environment, the working environment and occupational safety) and areas of further research. Identifying evaluation indicators at the corporate level is the next stage of the methodology. At the fourth stage, initial data is collected to assess the construction industry at the corporate level. The fifth stage is based on a systemic assessment of the management of the research object. The sixth stage determines the level of sustainable development of the research object. The seventh stage allows us to identify “bottlenecks” of management actions and measures to eliminate them. Based on their methodology, the authors identified what is effective for the territory, as well as the areas and assessment indicators at the corporate level. The conclusions obtained in the future based on the results of testing the methodology will have important managerial consequences and are the basis for all levels of management.

Keywords: construction industry, management, corporate level, ESG rating, assessment methodology, corporate social responsibility, quality of corporate governance, attitude to ecology, work environment, labor safety

Citation: Balabenko E.V., Borodatskaya A.V., Braila N.V. (2024) Methodology for assessing construction industry: corporate level. *П-Economy*, 17 (1), 113–125. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17108>

Введение

Актуальность исследования

В настоящее время во многих отраслях российской экономики происходят трансформационные процессы в части повышения спроса на социальную ответственность компаний. Согласно исследованию Edelman 71 % потребители готовы отказаться от бренда, если он ставит прибыль выше заботы о людях. Этот пример говорит о важности развития принципов ESG у отечественных бизнес-структур [1].

Глобальная стратегия восстановления и развития экономики Донецкой Народной Республики (далее ДНР) направлена на интеграцию с экономикой Российской Федерации (далее РФ). Эта общая стратегия полностью относится и к стратегии развития строительного комплекса ДНР. В связи с этим необходимо ориентироваться на тенденции и показатели развития строительного

комплекса РФ с учетом специфики ДНР [2]. В связи с отсутствием статистической информации по строительному комплексу ДНР в условиях военно-политических действий в табл. 1 представлены тенденции развития строительного комплекса ближайшего к Республике региона РФ – Ростовской области.

**Таблица 1. Показатели по виду экономической деятельности
«Строительство» Ростовской области, млн. руб. [3]
Table 1. Indicators for the type of economic activity
“Construction” in the Rostov region, million rubles [3]**

№ пп	Объем работ		Инвестиции		Среднегодовая численность занятых		Миграция внешняя	
	млн. руб.	прирост, %	млрд. руб.	прирост, %	тыс. чел.	прирост, %	чел.	прирост, %
2015	7010356	—	919,8	—	6403	—	598617	—
2016	7204235	2,77	877,0	–4,65	6231	–2,69	575158	–3,92
2017	7545912	4,74	870,8	–0,71	6319	1,41	589033	2,41
2018	8470580	12,25	1088,3	24,98	6391	1,14	565685	–3,96
2019	9132153	7,81	1241,7	14,10	6416	0,39	701234	23,96
2020	9553099	4,61	928,2	–25,25	6157	–4,04	594146	–15,27
2021	11047948	15,65	1436,2	54,73	6496	5,51	667922	12,42
2022	12865504	16,45	2291,1	59,53	6552	0,86	730347	9,35

Табличные данные фиксируют отсутствие зависимости между динамикой объемов выполненных работ и другими показателями по виду экономической деятельности «Строительство». В такой ситуации перед предприятиями возникает задача пересмотра политики управления в части развития дополнительных стимулов, рассматривая социальную ответственность компании как инвестиции для получения долгосрочных результатов и в качестве «противоядия» от экономического спада.

Кризисный период экономики Донецкой Народной Республики, а также сложившаяся геополитическая ситуация требует использования инструментов, способных повысить или восстановить доверие общества, улучшить качество жизни и работы сотрудников, настроить обратную связь внутри компании, уменьшить последствия загрязнения окружающей среды и способствовать скорейшему восстановлению экономики в целом. Касается это, в первую очередь, предприятий социально-значимого строительного комплекса, поскольку строительный комплекс является связующим звеном народного хозяйства и потенциальным участником публичного управления территорией, что подтверждает актуальность темы исследования.

Оценка строительного комплекса на корпоративном уровне может включать анализ различных аспектов, таких как эффективность управления, прозрачность и открытость информации, качество коммуникации между различными уровнями и подразделениями компании, а также соответствие системы управления нормам и правилам. Может быть основано на анализе вышеуказанных аспектов и сравнении их с ожиданиями и требованиями заинтересованных сторон и рынка.

Объектом исследования выступает строительный комплекс на корпоративном уровне. Предмет исследования – организационно-экономические и управленческие отношения, возникающие в процессе функционирования строительного комплекса.

Рассмотрение вопроса оценки на корпоративном уровне имеет большое значение для практической деятельности и принятия решений в сфере управления предприятиями строительного комплекса.

Литературный обзор

Изучив исследования в части заинтересованности в развитии корпорации ее участников (так называемый стейкхолдерский подход) [4–9] авторами были выделены несколько ключевых аспектов этого сложного и многофакторного процесса с учетом акцентирования внимания на рыночную стоимость компании как результата ее устойчивого развития. В исследованиях присутствует четкое соблюдение учета интересов всех задействованных сторон для успешного развития организации.

В отечественной науке вопросам, связанным с развитием строительного комплекса посвящено достаточное количество работ. На данную тему высказывались такие ученые, как М. Иванов [4], Д. Василенко [5], Г. Губерная [6], Р. Подольский [7] и др. Все они исследовали проблемы, связанные с инновационно-инвестиционным обеспечением развития строительного комплекса региона, эффективными сдвигами структуры строительного комплекса в условиях трансформации экономики страны, а также вопросы интеграции строительного комплекса в мировое хозяйство и организационно-экономического обеспечения конкурентоспособности строительного комплекса региона.

Р. Подольским [7] сделан анализ эффективности функционирования строительных организаций, осуществлено диагностирование управления факторами внутрифирменной среды на строительных предприятиях.

Проблемам именно строительства посвящены труды таких ученых, как В. Севка, А. Амоша [8], Е. Богомолова [9], В. Моисеев [10], исследовавшие правовое регулирование финансирования строительства в регионе, гражданско-правовое регулирование отношений в сфере жилищного строительства, государственную политику в отношении стратегии развития отрасли на примере строительных материалов и жилищного строительства и экономический механизм страхования рисков кредитования инвестиций в строительство. При этом авторы осуществляли мониторинг развития строительства в регионе.

В работах И. Ведерина, К. Головщинского, М. Давыдова, Б. Петько, М. Сабировой, С. Терскова, Е. Шишкина [11] обобщены международные и отечественные исследования концепции ESG. Всесторонне анализируются все составляющие ESG, степень развития текущей ESG-повестки, и оцениваются актуальные тренды ее изменения. Авторами отдельно проанализированы вопросы «устойчивых» финансовых инструментов, применение концепции ESG в публичном управлении, а также в сегменте малого и среднего предпринимательства. По мнению Р. Моргуновой и Э. Фримена [12, 13], лидерами мировой экономики являются организации, внедряющие эффективные системы управления, основанные на инновациях всех сторон деятельности. В странах с развитой рыночной экономикой сформировалось несколько новых направлений реализации систем управления взаимоотношениями со стейкхолдерами, такие как IRM (integrated risk management) – риск-менеджмент на основе управления интересами стейкхолдеров и SIM (stakeholders interest management) – управление интересами стейкхолдеров, каждое из которых являлось в свое время управленческой инновацией.

В то же время, несмотря на значительные достижения в изучении вопросов управления на корпоративном уровне, элементы формирования оценки корпоративного уровня строительного комплекса авторами не выделяются и требуют дальнейших исследований.

Цель исследования: разработка методики оценки строительного комплекса на корпоративном уровне, основанной на универсальной комбинации различных методов, инструментов и методик расчета.

Для достижения поставленной цели в ходе исследований решались следующие задачи:

- разработать этапы оценки строительного комплекса на корпоративном уровне по принципу ESG-оценки;
- разработать методику оценки строительного комплекса на корпоративном уровне.



Методы и материалы

Исследуя в литературе, посвященной вопросам рейтинговой оценки, методические аспекты оценки предприятия, авторами был рассмотрен принцип ESG, предусматривающий изучение социальной, экологической и управленческой ответственности предприятия. При обосновании подхода оценки предприятий строительного комплекса в работе использовался метод структурно-логического моделирования.

Результаты и обсуждения

Индикатором роста экономики территории является увеличение объемов производства строительного комплекса. Строительный комплекс представляет собой сложную и развитую систему, состоящую из различных строительных производств, включая отрасли, подотрасли и отдельные предприятия. Результатом работы этих элементов является готовый объект.

Строительный комплекс является одной из ведущих фигур экономики и благосостояния общества. Он охватывает множество аспектов, таких как производство машин и механизмов, строительных материалов, строительство зданий и сооружений, ремонт и обслуживание объектов недвижимости. Эта отрасль играет ключевую роль в обеспечении жильем, создании инфраструктуры, а также развитии и благоустройстве территорий, что непосредственно влияет на качество жизни населения.

Мировая практика управления строительным комплексом подразумевает использование передовых инструментариев для оценки уровня устойчивого развития компаний. Использование принципов ESG позволяет определить не только финансовые показатели как индикатор финансовой стабильности компании, но и оценить компанию в части соответствия новым реалиям и вкладу в будущее.

В начале 2000-х годов в США насчитывалось всего 20 компаний с ESG-рейтингом, к 2020 году их количество выросло почти до 800. Средний рейтинг ESG за 20 лет удвоился, что связывают с ростом объема, качества и доступности данных [14].

В России принципы ESG менее распространены, чем за рубежом, но их уже постепенно внедряют в бизнес. Одной из актуальных тем на Петербургском международном экономическом форуме (ПМЭФ) в 2021-м стала защита окружающей среды [15].

Участники ПМЭФ-2021 обсуждали снижение выбросов углекислого газа при добыче и переработке топлива, а также развитие новых источников энергии. В рамках нацпроекта «Экология» поставлена задача, к 2030 году отправлять на сортировку 100 % отходов и вдвое сократить объем захоронения мусора.

Кроме того, треть крупнейших банков страны уже внедрила в кредитный процесс ESG-оценку компаний, еще 20 % – планируют. Это значит, что банки будут тестировать каждого заемщика на соблюдение принципов устойчивого развития.

Формирование ESG-рейтинга базируется на экспертном оценивании путем выделения критериев и балльности. Например, американская финансовая компания MSCI делит компании на три категории (рис. 1).

Рейтинг MSCI создан для определения способности компании противостоять долгосрочным отраслевым существенным рискам, связанным с экологией, социальной сферой и корпоративным управлением (ESG). MSCI использует шкалу от «AAA» до «CCC». Этот методологический подход помогает определить лидеров и отстающих среди компаний в зависимости от их уязвимости перед ESG-рисками и того, насколько эффективно они управляют этими рисками в сравнении с аналогами. Источниками информации выступают: академические и правительственные данные, годовые отчеты и отчеты об устойчивом развитии компаний ежедневно отслеживаемые новости СМИ.

Помимо подхода ESG-оценки развития компании по MSCI, важно учитывать и другие подходы в ESG-оценке, например, компания Bloomberg ESG Disclosure предоставляет данные по

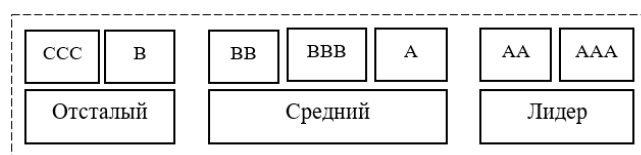


Рис. 1. ESG-оценки развития компании по MSCI

Fig. 1. ESG-assessment of the company's development according to MSCI

AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C	D
100-75			75-50			50-25			25-0
Высокий уровень			Хороший уровень			Низкий уровень			Отрицательный уровень

Рис. 2. ESG-оценки развития компании по Bloomberg

Fig. 2. ESG-assessment of the company's development by Bloomberg

Незначительный	Низкий	Средний	Высокий	Наивысший
0-10	10-20	20-30	30-40	40+

Рис. 3. ESG-оценки развития компании по Sustainalytics

Fig. 3. ESG-assessment of the company's development by Sustainalytics

экологии, социальной сфере и корпоративному управлению (ESG), которые систематизированы более чем в 2000 категориях, охватывающих несколько основных аспектов устойчивого развития. Специалисты Bloomberg приводят данные ESG к единому стандарту и следят за тем, чтобы они отражали 80 % деятельности компании и ее сотрудников, таким образом, в полной мере отображая операционное влияние организации. Эти данные не являются оценочными или производными; любые данные имеют отсылки к документам компании. Для анализа применяют документы компании (отчеты о корпоративной социальной ответственности, годовые отчеты, вебсайты компаний), а также собственный опросник Bloomberg, благодаря которому для анализа данные можно получить напрямую. Рейтинг представлен в виде буквенно-числовой шкалы, где AAA – наивысший рейтинг, а D – наихудший (рис. 2).

Изучив подходы компаний MSCI и Bloomberg стоит так же изучить методику компании Sustainalytics ESG Risk Rating, которая оценивает не только индивидуальный рейтинг компании, но и её рейтинг в отрасли и среди всех исследуемых компаний. Чем ниже балл, то есть чем ниже риск, тем выше рейтинг (рис. 3). Система оценки рисков ESG Sustainalytics измеряет устойчивость компании к отраслевым специфическим рискам ESG и то, как хорошо компания справляется с этими рисками.

Рейтинговые агентства применяют разные подходы к сбору и анализу данных о компаниях по трем ключевым направлениям: экология, социальная сфера и управление. Компании предоставляют информацию о выбросах в атмосферу парниковых газов и прочих экологических показателях, что используется для анализа их воздействия на окружающую среду. Опросы заинтересованных сторон помогают выявить методы взаимодействия компании с различными



Рис. 4. Этапы оценки строительного комплекса на корпоративном уровне (I и II этапы)

Fig. 4. Stages of assessment of the construction industry at the corporate level (Stages I and II)

стейкхолдерами, включая сотрудников, поставщиков, клиентов и местное сообщество. В некоторых индустриях существуют собственные стандарты и нормы, которые используются для оценивания компаний по критериям ESG. Финансовые аналитики применяют ESG-данные для определения потенциальных рисков при инвестировании в определенные компании. Независимые исследовательские организации и специалисты проводят исследования и составляют отчеты, в которых оценивают компании по параметрам ESG [16].

Единого подхода к формированию рейтинга нет. Все эксперты анализируют открытые данные о компаниях, но выделяют критерии оценки и значимость критерия по-разному, в зависимости от целеполагания исследования [17].

Отсутствие единого подхода к оценке комплексов на корпоративном уровне свидетельствует о том, что оценка уровня устойчивого развития предприятия строительного комплекса — задача достаточно сложная и требует комплексной проработки.

Учитывая нестабильность и изменчивость внешней среды, которая присуща современному состоянию Донецкой Народной Республики, в работе предлагается методика оценки строительного комплекса на корпоративном уровне по принципу ESG-оценки. Процесс создания методики оценки включает в себя последовательное выполнение нескольких этапов.

Первый этап — по определению структуры методики и второй — по выделению области оценки схематически представлены на рис. 4.

На *первом этапе* формируется структура разрабатываемой методики оценки строительного комплекса на корпоративном уровне. Проводится оценка текущего состояния системы управления путем анализа статистических данных и определяются цели и задачи оценки путем определения основных проблем компании.

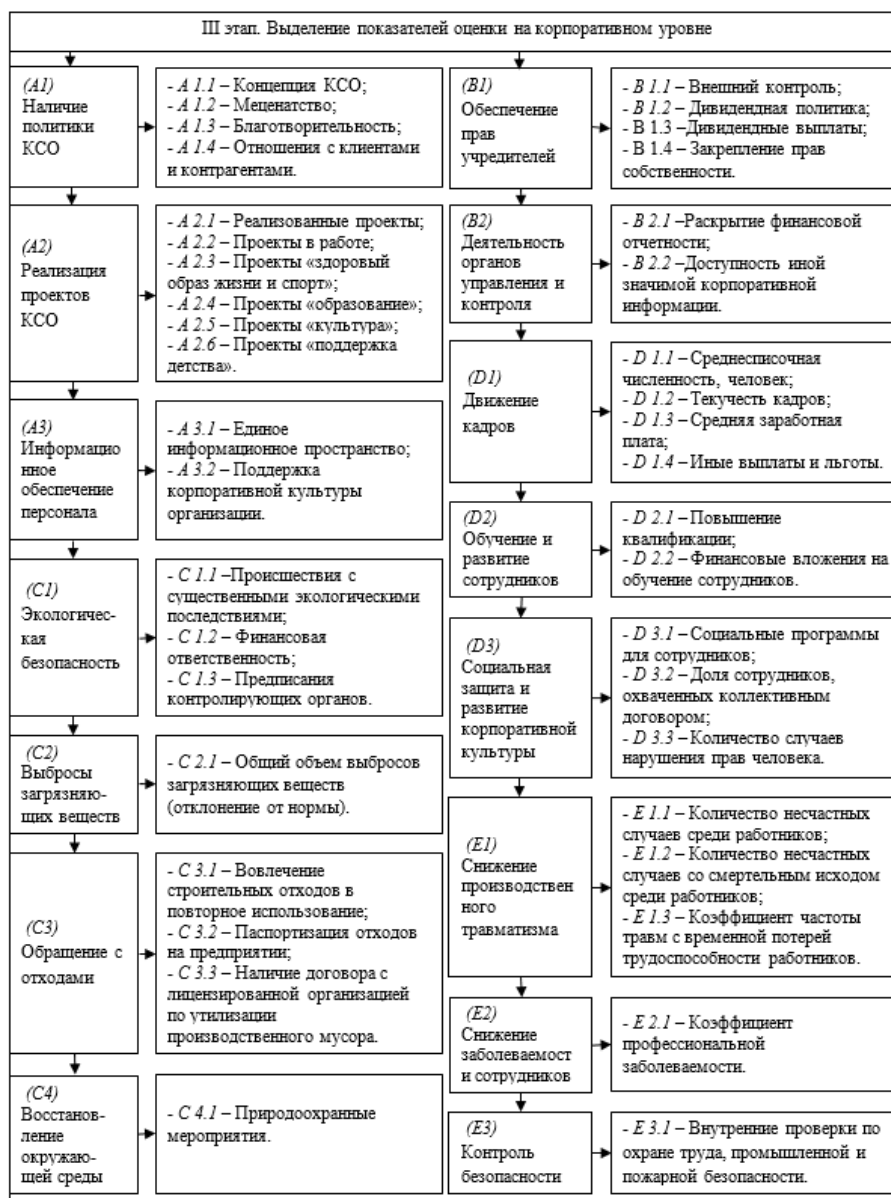


Рис. 5. Этапы оценки строительного комплекса на корпоративном уровне (III этап)

Fig. 5. Stages of assessment of the construction industry at the corporate level (Stage III)

На *втором этапе* в рамках методики оценки на корпоративном уровне выделяются:

- направления оценки: корпоративная социальная ответственность, качество корпоративного управления, отношение к экологии, трудовая обстановка и безопасность труда;
- область дальнейшего исследования (в совокупности на все направления пятнадцать областей).

На *третьем этапе* происходит выделение показателей оценки на корпоративном уровне. Каждой области исследования присваивается один или несколько показателей оценки, которые в совокупности определяют общие, специфические и частные данные каждого направления исследования. Определенные в работе показатели оценки представлены на рис. 5.

Четвертый этап включает сбор исходных данных для оценки строительного комплекса на корпоративном уровне. В условиях развития строительного комплекса Донецкой Народной Республики в качестве горизонта оценки рекомендуется трехлетний интервал.

Пятый этап базируется на системной (комплексной и частной) оценке строительного комплекса на корпоративном уровне. Комплексная оценка включает в себя анализ всех аспектов управления, таких как структура управления, функции подразделений, методы управления и контроля, результаты работы комплекса и удовлетворенность сотрудников [18].

Частные оценки могут проводиться по отдельным направлениям, таким как оценка эффективности использования ресурсов, уровень производительности, удовлетворенность работников и т.д.

Расчет комплексной оценки строительного комплекса на корпоративном уровне предлагается осуществить путем взвешивания отдельных направлений оценки A, B, C, D, E . Взвешивание предлагается осуществить с использованием многопродуктивной модели типа функции Кобба-Дугласа [19]:

$$K_{\text{компл}} = A \cdot \alpha + B \cdot \beta + C \cdot \chi + D \cdot \delta + E \cdot q, \quad (1)$$

где $\alpha, \beta, \chi, \delta, q$ – удельный вес каждого из направлений оценки, суммарно равный 1,0.

Весовые коэффициенты для каждого из направлений оценки приведены в табл. 2.

Таблица 2. Весовые коэффициенты для каждого из направлений оценки
Table 2. Weight coefficients for each of the assessment directions

№ пп	Направления оценки	Весовые коэффициенты
1	Корпоративная социальная ответственность	0,15
2	Качество корпоративного управления	0,15
3	Отношение к экологии	0,3
4	Трудовая обстановка	0,18
5	Безопасность труда	0,22

Таким образом, расчет комплексной оценки строительного комплекса на корпоративном уровне выполняется с учетом весовых коэффициентов по формуле:

$$K_{\text{компл}} = A \cdot \alpha + B \cdot \beta + C \cdot \chi + D \cdot \delta + E \cdot q, \quad (2)$$

$$K_{\text{компл}} = A \cdot 0,15 + B \cdot 0,15 + C \cdot 0,3 + D \cdot 0,18 + E \cdot 0,22.$$

В частном порядке на пятом этапе предполагается получение оценки строительного комплекса на корпоративном уровне. Так как все показатели имеют разные единицы измерения, а также разное направление воздействия на итоговый комплексный показатель объекта, необходимо провести процедуру нормализации показателей и привести их значения к интервалу [0, 1].

Таким образом, обобщенный показатель направления оценки имеет следующий вид:

$$A_{\text{осц}} = \left(\frac{\sum A1}{\sum_{\kappa} A1} + \frac{\sum A2}{\sum_{\kappa} A2} + \frac{\sum A3}{\sum_{\kappa} A3} \right);$$

$$B_{\text{осц}} = \left(\frac{\sum B1}{\sum_{\kappa} B1} + \frac{\sum B2}{\sum_{\kappa} B2} \right);$$

$$C_{ocy} = \left(\frac{\sum C1}{\sum_{\kappa} C1} + \frac{\sum C2}{\sum_{\kappa} C2} + \frac{\sum C3}{\sum_{\kappa} C3} + \frac{\sum C4}{\sum_{\kappa} C4} \right); \quad (3)$$

$$D_{ocy} = \left(\frac{\sum D1}{\sum_{\kappa} D1} + \frac{\sum D2}{\sum_{\kappa} D2} + \frac{\sum D3}{\sum_{\kappa} D3} \right);$$

$$E_{ocy} = \left(\frac{\sum E1}{\sum_{\kappa} E1} + \frac{\sum E2}{\sum_{\kappa} E2} + \frac{\sum E3}{\sum_{\kappa} E3} \right).$$

где $A_{ocy}, B_{ocy}, C_{ocy}, D_{ocy}, E_{ocy}$ – обобщенный показатель направления оценки;

$\sum A1... \sum A3, \sum B1, \sum B2, \sum C1... \sum C4, \sum D1... \sum D3, \sum E1... \sum E3$ – сумма показателей области оценки;

$\sum_{\kappa} A1... \sum_{\kappa} A3, \sum_{\kappa} B1, \sum_{\kappa} B2, \sum_{\kappa} C1... \sum_{\kappa} C4, \sum_{\kappa} D1... \sum_{\kappa} D3, \sum_{\kappa} E1... \sum_{\kappa} E3$ – сумма количественных показателей оценки, принимающих участие в расчете суммы области оценки.

Шестой этап знаменуется определением уровня устойчивого развития объектов исследования путем суммирования показателей комплексной оценки строительного комплекса с учетом весового коэффициента. Расчет выполняется по формуле:

$$K_{компл} = (A_{ocy}) \cdot \alpha + (B_{ocy}) \cdot \beta + (C_{ocy}) \cdot \chi + (D_{ocy}) \cdot \delta + (E_{ocy}) \cdot q. \quad (4)$$

В табл. 3 отображена шкала градаций развития предприятия в составе двух характеристик: уровень комплексного устойчивого развития и значение показателя. Уровень развития оценивается единицей, а диапазон устойчивости развития имеет шаг прироста, равный 0,1.

Таблица 3. Градация шкалы оценок предприятия
Table 3. Rating scale of the enterprise

Уровень оценки комплексного устойчивого развития	Значения показателя	Уровень оценки комплексного устойчивого развития	Значения показателя
Максимальный уровень СУ	$0,9 < K_{компл} \leq 1$	Средний уровень СУ	$0,5 < K_{компл} \leq 0,6$
Очень высокий уровень СУ	$0,8 < K_{компл} \leq 0,9$	Низкий уровень СУ	$0,4 < K_{компл} \leq 0,5$
Высокий уровень СУ	$0,7 < K_{компл} \leq 0,8$	Очень низкий уровень СУ	$0,3 < K_{компл} \leq 0,4$
Достаточно высокий уровень СУ	$0,6 < K_{компл} \leq 0,7$	Неустойчивое (кризисное) состояние	$K_{компл} \leq 0,3$

На заключительном *седьмом этапе* определяются «узкие места» управленческих действий и мероприятия по их ликвидации. Регламентация управленческих действий по ликвидации «узких мест» включает в себя разработку и внедрение процедур, направленных на выявление и устранение проблем в системе управления. Это может включать в себя анализ структуры управления, функций подразделений, методов управления и контроля, а также оценку удовлетворенности работников.

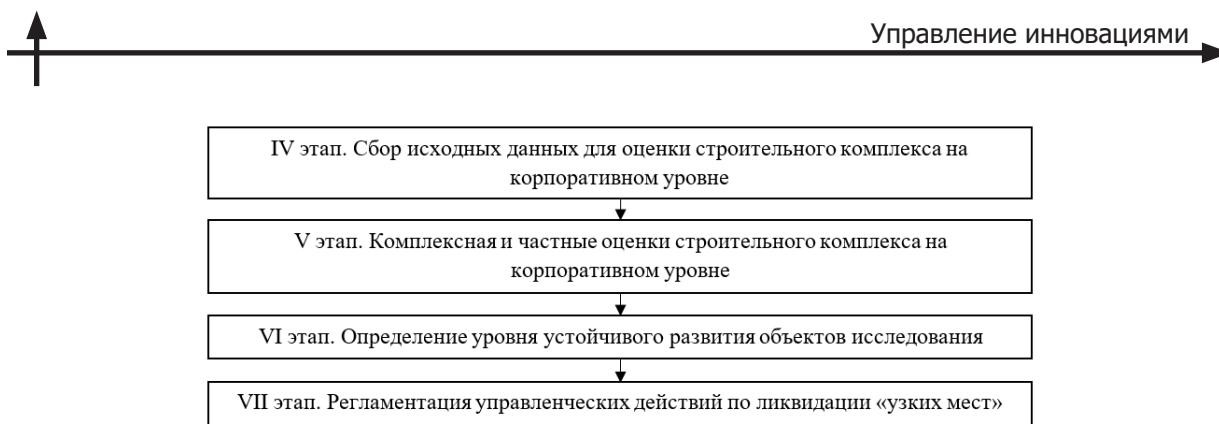


Рис. 6. Этапы оценки строительного комплекса на корпоративном уровне (IV–VII этапы)
Fig. 6. Stages of assessment of the construction industry at the corporate level (Stages IV–VII)

Схематически последовательность выполнения IV–VII этапов методики представлено на рис. 6.

Заключение

В условиях современных вызовов одной из важнейших задач стабильности региона является создание благоприятного климата для развития строительного комплекса, мультипликационный эффект которого вызывает рост национальной экономики.

Результаты данного исследования выражаются в следующем:

- разработаны этапы оценки строительного комплекса на корпоративном уровне по принципу ESG-оценки;
- предложена методика оценки строительного комплекса на корпоративном уровне базирующаяся на этапном подходе, отличающаяся комплексным учетом направлений оценки и областей исследования.

Новизна результатов исследования выражается во взаимозависимости и взаимообусловленности параметров различных направлений и областей управления, что имеет важное теоретическое и практическое значение с точки зрения понимания сдерживающих факторов развития строительного комплекса. Разработанная методика имеет важные управленческие последствия, поскольку подчеркивает необходимость развития социальной ответственности компаний на всех уровнях управления.

Направления дальнейших исследований

Критически важной задачей разработки методик является возможность их апробации, так как именно применение на практике разработанной методической модели позволяет определить правильность выбранных этапов и критериев изучения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Асаул В.В. (2005) Анализ конкурентного рынка строительных работ и услуг. *Экономика строительства*, 5, 19–24.
2. Тарасов А.С. (2022) Определение факторов инновационного развития строительного комплекса Донецкой Народной Республики в условиях интеграции с Российской Федерацией. *Экономика и экология территориальных образований*, 6 (2), 25–36.
3. *Российский статистический ежегодник* (2023) Федеральная служба государственной статистики. [online] Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> [Accessed 30.11.2023]
4. Иванов М.Ф. (2014) Логико-формальные и методологические подходы к разработке стратегий развития и активизации инноваций и инвестиций на региональном уровне. *Промышленная экономика*, 1, 82–90.

5. Василенко Д.В. (2019) Стратегические приоритеты территориального развития: от поиска до воплощения: монография, М.: Буки Веди, 368.
6. Губерная Г.К. (2007) Блеск и нищета инноваций. *Экономика промышленности*, 4 (39), 77–84.
7. Подольский Р.Ю. (2009) Вплив факторів ринкового середовища на ступінь інвестиційної привабливості будівельного комплексу України [Влияние факторов рыночной среды на степень инвестиционной привлекательности строительного комплекса Украины]. *Вісник Донецького національного університету. Серія В: «Економіка і право»* [Вестник Донецкого национального университета. Серия В: «Экономика и право»], 1, 165–169.
8. Амоша А.И., Севка В.Г. и др. (2011) *Розвиток економіки будівництва та міського господарства Донецької області в контексті трансформаційних перетворень в Україні* [Развитие экономики строительства и городского хозяйства Донецкой области в контексте трансформационных преобразований в Украине], Донецьк: ТОВ «Друкінфо», 316 с.
9. Богомолова Е.А., Козловский А.В., Моисеенко Н.А. (2018) Перспективы развития жилищного строительства. *Вестник университета*, 3, 59–65. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-3-59-65>
10. Моисеев В.А. Прокофьев К.Ю. (2013) Механизмы финансирования жилищного строительства. *Региональная экономика: теория и практика*, 48, 31–41.
11. Ведерин И.В., Головшинский К.И., Давыдов М.И., Петько Б.Б. и др. (2022) ESG: три буквы, которые меняют мир. *Доклад к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. По проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г.* М.: Изд. дом Высшей школы экономики.
12. Моргунова Р.В. (2009) Механизм управления взаимоотношениями со стейкхолдерами крупных машиностроительных предприятий. *Бизнес в законе*, 5, 344–349.
13. Freeman R.E., McVea J. (2001) A Stakeholder Approach to Strategic Management, *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.263511>
14. Чувычкина И.А. (2022) ESG-инвестирование: мировой и российский опыт. *Экономические и социальные проблемы России*, 1, 95–110.
15. Бурлин Е.Б. (2022) Перспективы применения ESG-принципов в российском корпоративном сегменте. *Отходы и ресурсы*, 9 (4). DOI: <https://doi.org/10.15862/51ECOR422>
16. Porter M.E., Vincent P.R. (2006) Discipline-Based Organization (dbO) Theory: Bringing Back the Person at the Heart of Organization Studies. *Academy of Management Annals*, 10 (1), 395–418.
17. Жатикова Д.В., Щербаченко П.С. (2023) Методология присвоения ESG-рейтингов. *Вестник университета*, 8, 99–108.
18. Aziz A. (2020) *The Power Of Purpose: The Business Case For Purpose (All The Data You Were Looking For Pt 2)*. [online] Available at: <https://www.forbes.com/sites/afdelaziz/2020/03/07/the-power-of-purpose-the-business-case-for-purpose-all-the-data-you-were-looking-for-pt-2/?sh=26306d1e3cf7> [Accessed 30.10.2023]
19. Суворов Н.В., Ахунов Р.Р., Губарев Р.В. и др. (2020) Применение производственной функции Кобба – Дугласа для анализа промышленного комплекса региона. *Экономика региона*, 16 (1), 187–200.

REFERENCES

1. Asaul V.V. (2005) Analiz konkurentnogo rynka stroitel'nykh rabot i uslug. *Ekonomika stroitel'stva*, 5, 19–24.
2. Tarasov A.S. (2022) Opredelenie faktorov innovatsionnogo razvitiya stroitel'nogo kompleksa Donetskoi Narodnoi Respubliki v usloviyakh integratsii s Rossiiskoi Federatsiei. *Ekonomika i ekologiya territorial'nykh obrazovaniy*, 6 (2), 25–36.
3. *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik* (2023) Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. [online] Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> [Accessed 30.11.2023]
4. Ivanov M.F. (2014) Logiko-formal'nye i metodologicheskie podkhody k razrabotke strategii razvitiya i aktivizatsii innovatsii i investitsii na regional'nom urovne. *Promyshlennaya ekonomika*, 1, 82–90.
5. Vasilenko D.V. (2019) *Strategicheskie prioritety territorial'nogo razvitiya: ot poiska do voploshcheniya*, monografiya, M.: Buki Vedi, 368.
6. Gubernaya G.K. (2007) Blesk i nishcheta innovatsii. *Ekonomika promyshlennosti*, 4 (39), 77–84.



7. Podol'skii R.Yu. (2009) Vpliv faktoriv rinkovogo seredovishcha na stupin' investitsiinoi privablivosti budivel'nogo kompleksu Ukraïni [The influence of market environment factors on the degree of investment attractiveness of the Ukrainian construction complex]. *Bulletin of Donetsk National University*. Series B: "Economics and Law", 1, 165–169.
8. Amosha A.I., Sevka V.G. i dr. (2011) *Rozvitok ekonomiki budivnitstva ta mis'kogo gospodarstva Donets'koï oblasti v konteksti transformatsiinih peretvoren' v Ukraïni* [Development of the economics of construction and urban management of the Donetsk region in the context of transformational changes in Ukraine], Donetsk: TOV «Drukinfo», 316 s.
9. Bogomolova E.A., Kozlovskii A.V., Moiseenko N.A. (2018) Perspektivy razvitiya zhilishchnogo stroitel'stva. *Vestnik universiteta*, 3, 59–65. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-3-59-65>
10. Moiseev V.A. Prokof'ev K.Yu. (2013) Mekhanizmy finansirovaniya zhilishchnogo stroitel'stva. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 48, 31–41.
11. Vederin I.V., Golovshchinskii K.I., Davydov M.I., Pet'ko B.B. i dr. (2022) ESG: tri bukvy, koto-rye menyayut mir. *Doklad k XXIII Yasinskoi (Aprel'skoi) mezhdunar. nauch. konf. Po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 2022 g.* M.: Izd. dom Vysshei shkoly ekonomiki.
12. Morgunova R.V. (2009) Mekhanizm upravleniya vzaimootnosheniyami so steikholderami krupnykh mashinostroitel'nykh predpriyatii. *Biznes v zakone*, 5, 344–349.
13. Freeman R.E., McVea J. (2001) A Stakeholder Approach to Strategic Management, *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.263511>.
14. Chuvychkina I.A. (2022) ESG-investirovanie: mirovoi i rossiiskii opyt. *Ekonomicheskie i sotsial'nye problemy Rossii*, 1, 95–110.
15. Burlin E.B. (2022) Perspektivy primeneniya ESG-printsipov v rossiiskom korporativnom segmente. *Otkhody i resursy*, 9 (4). DOI: <https://doi.org/10.15862/51ECOR422>
16. Porter M.E., Vincent P.R. (2006) Discipline-Based Organization (dbO) Theory: Bringing Back the Person at the Heart of Organization Studies. *Academy of Management Annals*, 10 (1), 395–418.
17. Zhatikova D.V., Shcherbachenko P.S. (2023) Metodologiya prisvoeniya ESG-reitingov. *Vestnik universiteta*, 8, 99–108.
18. Aziz A. (2020) *The Power Of Purpose: The Business Case For Purpose (All The Data You Were Looking For Pt 2)*. [online] Available at: <https://www.forbes.com/sites/afdelaziz/2020/03/07/the-power-of-purpose-the-business-case-for-purpose-all-the-data-you-were-looking-for-pt-2/?sh=26306d1e3cf7> [Accessed 30.10.2023]
19. Suvorov N.V., Akhunov R.R., Gubarev R.V. i dr. (2020) Primenenie proizvodstvennoi funktsii Kobba – Duglasa dlya analiza promyshlennogo kompleksa regiona. *Ekonomika regiona*, 16 (1), 187–200.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

БАЛАБЕНКО Елена Владимировна

E-mail: e.v.balabenko@donnasa.ru

Elena V. BALABENKO

E-mail: e.v.balabenko@donnasa.ru

БОРОДАЦКАЯ Анна Витальевна

E-mail: a.v.borodatskaya@donnasa.ru

Anna V. BORODATSKAYA

E-mail: a.v.borodatskaya@donnasa.ru

БРАЙЛА Наталья Васильевна

E-mail: brajla_nv@spbstu.ru

Natalia V. BRAILA

E-mail: brajla_nv@spbstu.ru

Поступила: 27.11.2023; Одобрена: 27.02.2024; Принята: 28.02.2024.

Submitted: 27.11.2023; Approved: 27.02.2024; Accepted: 28.02.2024.

Экономическая безопасность Economic safety

Научная статья

УДК 332.1

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17109>



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.В. Солобнева , А.Ю. Сащенко 

Дальневосточный Федеральный Университет,
г. Владивосток, Российская Федерация

 mariam_vladimirovna@mail.ru

Аннотация. Данная статья носит прикладной характер и основана на анализе состояния экономической безопасности рыбной промышленности региона. Одно из важнейших направлений экономической безопасности в рыбной отрасли — это борьба с незаконным выловом водных биологических ресурсов. Целью данной статьи является разработка мероприятий по совершенствованию методов обеспечения экономической безопасности рыбной промышленности. Авторами произведён анализ технико-экономических показателей рыбопромышленной отрасли в динамике за 10 лет, а также проанализирована динамика преступлений в сфере незаконной добычи водных биологических ресурсов на территории Дальневосточного федерального округа, доказано отрицательное влияние роста правонарушений на экономическую безопасность региона. В работе рассмотрены приемы и методы, используемые предприятиями при совершении экономических правонарушений в рыбной отрасли, среди которых превышение квот на вылов водных биологических ресурсов, незаконная реализация водных биологических ресурсов, злоупотребление налоговыми льготами, сокращение затрат на экологическую безопасность, продажа неучтенной продукции, сокрытие зарплат российскими рыбодобывающими предприятиями, невозвращение в Россию валютной выручки от реализации морепродуктов, продажа рыбной продукции через фиктивных посредников др. Данная работа вносит вклад в обеспечение экономической безопасности региона, благодаря авторской системе отслеживания количества выловленных водных биологических ресурсов. В работе авторами предложен инновационный проект по контролю количества вылова водных биологических ресурсов «Тралл». Данный проект, разработанный авторами, позволяет сократить преступления, совершаемые по статье 256 Уголовного кодекса Российской Федерации. Также авторами представлен организационно-экономический механизм предложенных мероприятий по совершенствованию методов противодействия преступлениям в рыбной промышленности. В заключении, авторами произведена оценка влияния предложенных рекомендаций на экономическую безопасность Дальневосточного федерального округа. Доказано, что показатели, характеризующие экономическое положение региона улучшатся в динамике при снижении преступности в рыбной промышленности. Данная статья будет интересна исследователям, изучающим проблемы обеспечения экономической безопасности в сфере рыбной промышленности.

Ключевые слова: экономическая безопасность, незаконная добыча, водные биологические ресурсы, экономические преступления, методы обеспечения экономической безопасности, рыбная промышленность

Для цитирования: Солобнева М.В., Сащенко А.Ю. (2024) Совершенствование методов обеспечения экономической безопасности рыбной промышленности. П-Economy, 17 (1), 126–142. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17109>



IMPROVING METHODS AND MECHANISMS FOR ENSURING ECONOMIC SECURITY OF THE FISHING INDUSTRY

M.V. Solobneva  , A.Yu. Sashchenko 

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

 mariam_vladimirovna@mail.ru

Abstract. This scientific article of applied nature is based on an analysis of the state of economic security of the fishing industry in the region. One of the most important areas of economic security in the fishing industry is the fight against illegal procurement (catching) of aquatic biological resources (ABR). The purpose of the article is to develop measures to improve methods for ensuring economic security in the fishing industry. The authors analyzed in detail the economic and technological indicators of the fishing industry of the Far Eastern Federal District over a 10-year period, and proved the negative impact of the increase in crime on the economic security of the region. The authors analyzed the dynamics of crimes in the field of illegal procurement of ABR in the Far Eastern Federal District. The work examines the techniques and methods used by enterprises when committing economic offenses in the fishing industry, including exceeding ABR catching quotas, illegal ABR sale, abuse of tax benefits, reducing environmental safety costs, etc. The work contributes to the literature on the issue of ensuring economic security of the region, thanks to the authors' system for tracking the amount of ABRs caught. The project developed by the authors makes it possible to reduce crimes committed under Art. 256 of the Criminal Code of the Russian Federation. The authors also presented the organizational and economic mechanism of the proposed measures to improve methods of combating crimes in the fishing industry. In conclusion, the authors assessed the impact of the proposed recommendations on the economic security of the Far Eastern Federal District. They proved that the indicators characterizing the economic situation of the region improve over time, with a decrease in crime in the fishing industry. The article will be of interest to researchers studying the problems of ensuring economic security in the fishing industry.

Keywords: economic security, illegal mining, aquatic biological resources, economic crimes, methods of ensuring economic security, fishing industry

Citation: Solobneva M.V., Sashchenko A.Yu. (2024) Improving methods and mechanisms for ensuring economic security of the fishing industry. *П-Economy*, 17 (1), 126–142. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17109>

Введение

Актуальность исследования

Актуальность данной статьи заключается в необходимости решения проблемы обеспечения экономической безопасности рыбной промышленности, в которой в последнее время преобладает криминогенная ситуация. Экономическая безопасность страны сегодня является одной из самых острых проблем, которая привлекает к себе внимание специалистов самых разных профилей, в том числе и правоохранительные органы. В первую очередь, это обусловлено тем фактом, что экономика является стержневой сферой, обеспечивающей жизнеспособность других сфер экономики. С точки зрения национальной безопасности, экономика является наиболее уязвимым звеном в экономике страны, поэтому обеспечение ее безопасного функционирования — одна из приоритетных задач спецслужб и органов правопорядка.

Объектом исследования выступают рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, правоохранительные и контролирующие органы по обеспечению экономической безопасности.

Предметом исследования в работе является анализ экономической безопасности рыбной промышленности Дальневосточного Федерального округа.

Литературный обзор

Данная статья базируется на исследованиях Савичева А.А., Золотаревой О.В., Облакова А.А., Гусаренко Д.М., Ширинкиной Е.С., Наумовой Н.М. и др.

Так, Савичев А.А. в статье «Незаконная добыча водных биологических ресурсов: криминологический аспект» обосновывает необходимость включения в причинный комплекс незаконного вылова гидробионтов недостаточного развития аквакультуры как деятельности по разведению водных биологических объектов в специальной искусственно созданной среде обитания. Автором предложена система организационных, социально-экономических, правовых и административно-политических мер противодействия незаконной добыче водных биологических ресурсов [11].

Золотарева О.В. в статье «Влияние субъективной стороны состава на квалификацию незаконной добычи (вылова) водных биологических ресурсов» рассматривает проблемы, связанные с определением особенностей субъективной стороны браконьерского вылова водных биологических ресурсов, их влияние на квалификацию и достижение целей наказания. На основе проведенного анализа делает вывод о возможности совершения незаконной добычи рыбы, водных животных и растений только с прямым умыслом [5].

Облаков А.А. и Гусаренко Д.М. в статье «Проблемы правового регулирования порядка обращения с незаконно добытыми водными биологическими ресурсами при выявлении и расследовании преступлений» доказывают, что уничтожение вещественных доказательств, выловленных водных биологических ресурсов, приводит к ухудшению доказательной базы в следственном процессе, нарушению конституционных гарантий обеспечения права собственности, нарушению принципа презумпции невиновности. Авторами предлагаются пути обеспечения выполнения задач уголовного судопроизводства в рассматриваемой сфере [10].

Ширинкина Е.С. в статье «Незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов: проблемы квалификации (по материалам Дальневосточного федерального округа)» подвергает всестороннему анализу основные проблемы, возникающие при квалификации преступного деяния по составу статьи 256 УК РФ, предусматривающей уголовную ответственность за незаконную добычу водных биологических ресурсов. В статье автором используется актуальная судебная практика. В ходе рассмотрения сущности проблем квалификации статьи 256 УК РФ, автор предлагает наиболее эффективные пути их решения [18].

Наумова Н.М. в статье «Охрана водных биологических ресурсов и экономическая безопасность России» рассматривает экономическую безопасность РФ, выявляет проблемы в сфере незаконного вылова водных биологических ресурсов. Автором предполагается пересмотреть положения ст. 256 УК РФ в части определения стоимостного предела, признающего деяние преступным [8].

Цель исследования

Целью данной работы является совершенствование методов обеспечения экономической безопасности рыбой промышленности.

Методы и материалы

В процессе разработки данного исследования авторами были использованы методы статистического, системного анализа и синтеза, так же использован сравнительный подход. В качестве информационной базы были исследованы материалы, опубликованные в научных изданиях и научной литературе, статьи печатных и электронных источников, данные, размещенные на сайтах Территориального управления федерального агентства по рыболовству, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Росстата и др.

Результаты и обсуждение

Экономическая безопасность играет важную роль в развитии рыбной промышленности. Она охватывает широкий спектр вопросов, включая защиту прав собственности, обеспечение стабильности цен на рынке, применение эффективных методов управления, защиту от финансовых рисков и обеспечение социальной защиты работников [8].

Одним из наиболее значимых аспектов экономической безопасности в рыбной промышленности является борьба с незаконным рыболовством.

Угроза безопасности рыбоперерабатывающего комплекса обусловлена рядом причин:

- Приватизация привела к распаду отраслевого баланса, разделению предприятий на мелкие самостоятельные предприятия, которые не имеют достаточного финансирования для развития своего бизнеса;
- Проблема изношенности судов, около половины из которых не выработало нормативного срока эксплуатации и подлежит списанию;
- Утрачен государственный контроль над рыбопромышленным комплексом, который ранее находился в федеральной собственности;
- Государство не осуществляет должного контроля за деятельностью рыболовов;
- В последнее время наблюдается постоянный рост экспорта наиболее ценной и высоко-рентабельной продукции;
- В России и за рубежом осуществляется браконьерская ловля рыбы;
- Ускоряется криминализация российского рыбного промысла, который становится все более прибыльным по сравнению с незаконным оборотом наркотиков;
- Рыбодобывающие компании переориентируются на иностранных покупателей, а основной объем продаж с них идет на внешний рынок;
- Незаконная торговля, контрабанда валютной продукции, неучтенный вывоз за границу и реализация на таможне валютоемкой морской продукции, уклонение от налогов и пошлин;
- Передача функций по контролю и надзору за рыбными ресурсами Федеральной пограничной службе Российской Федерации (ФПС РФ) не улучшила их эффективность, а наоборот, привела к нарушениям со стороны чиновников. При этом расходы ФПС на содержание созданных в составе ФПС РФ региональных инспекторов по охране водных ресурсов возросли вдвое;
- Слабо охраняется морская граница, пограничные формирования не оснащены техникой и горючими материалами, отсутствуют финансы.

Результаты анализа полученной информации позволяют сделать вывод, что данные угрозы экономической безопасности в рыбном секторе в сочетании с современными методами и интенсивностью промышленного рыболовства в условиях несовершенств законодательной базы наносят значительный урон биологическим ресурсам морей России. Это также ухудшает экологическую, экономическую и политическую ситуацию в стране.

Методы играют важную роль в обеспечении экономической безопасности рыбной промышленности. Они включают в себя законодательную базу, регулирующую вопросы лицензирования, контроля качества, обмена информацией и др. Такие методы могут снизить риски для бизнеса и повысить уровень доверия между участниками рынка.

Для обеспечения экономической безопасности в рыбной промышленности используются следующие методы:

1. Мониторинг ресурсов. Систематический сбор информации о количестве и состоянии рыбных запасов и других морских биоресурсов. Для этого могут использоваться различные способы реализации данного метода, например, установление квот на вылов, введение лицензий на рыболовство, а также совершенствование системы наблюдения за выловом рыбы.
2. Регулирование добычи, установление квот на добычу рыбы, контроль за размерами рыб, запрещение ловли рыбы в период нереста.

3. Контроль за обработкой и хранением, предполагает контроль за соблюдением санитарных условий при обработке и хранении рыбы во время транспортировки и на складах. Для этого может использоваться введение сертификации продукции, а также качественного контроля на всех этапах производства.

4. Защита от незаконной добычи. Данный метод предполагает борьбу с браконьерством и нелегальной добычей рыбы, установление жестких наказаний за нарушение законодательства.

5. Развитие аквакультуры, разведение рыб в искусственных условиях для снижения нагрузки на природные ресурсы и повышения уровня их воспроизводства.

6. Сотрудничество между странами, предполагает организацию международного сотрудничества и обмена информацией о состоянии ресурсов и охранных мерах.

7. Развитие туризма, развитие морского туризма и экотуризма для поддержания экологической стабильности рыбных ресурсов.

8. Разработка государственной политики в области рыбного хозяйства и рыбопромышленности, включающей в себя меры по регулированию рынка рыбных продуктов и защите прав потребителей.

9. Развитие инфраструктуры рыбного промысла, включая строительство и модернизацию портов, судов, складов и других сооружений.

10. Укрепление системы контроля и надзора за производством, транспортировкой и реализацией рыбных продуктов, включая внедрение механизмов отслеживания продуктов от их происхождения до потребителя.

11. Формирование стабильного и конкурентоспособного рынка рыбных продуктов, включая развитие торговых цепей и создание условий для появления новых игроков на рынке.

12. Разработка и внедрение инновационных технологий в рыбном хозяйстве и рыбопромышленности для повышения эффективности производства и решения экологических проблем.

13. Содействие развитию кооперации в рыбном хозяйстве для повышения эффективности производства и увеличения доли малого и среднего бизнеса на рынке.

14. Установление и поддержание международных стандартов качества и безопасности рыбных продуктов и сотрудничество с другими странами в области рыболовства и рыбопромышленности.

Для дальнейшего исследования будем опираться на два основополагающих метода обеспечения экономической безопасности рыбной промышленности, а именно: регулирование добычи водных биологических ресурсов и защита от незаконной добычи.

Таким образом, рыбная индустрия является важной отраслью государства, но сталкивается с рядом экономических и экологических проблем. Для обеспечения экономической безопасности в рыбной промышленности необходимо использовать различные методы, включая контроль за выловом рыбы, повышение контроля за переработкой рыбы и обеспечение экологической безопасности [6].

Рыбная промышленность Дальнего Востока России является одной из крупнейших в стране и представляет собой важный элемент региональной экономики. Она занимается добычей, переработкой и экспортом различных видов рыб и морепродуктов, включая лосося, треску, камбалу, сельдь, крабов, устриц и другие [3].

Рассмотрим структуру добычи водных биологических ресурсов на территории Дальневосточного федерального округа.

Согласно данным Федерального агентства по рыболовству, на Дальневосточный бассейн приходится основной объем планового улова водных биологических ресурсов в России на освоение общих допустимых уловов и квот — 73%; и на рекомендованные — 76%¹.

По сравнению с 2021 годом в ДФО объем освоения общих допустимых уловов и квот снизился на 0,9%, рекомендованных, напротив, увеличился на 24%.

¹ Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству. — Электронный ресурс. <https://fish.gov.ru/>



Рис. 1. Соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового (квоты и рекомендованные объёмы) в России за 2022 г.

Fig. 1. Ratio of actual to planned ABR catching (quotas and recommended volumes) in Russia for 2022



Рис. 2. Соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового на территории Дальневосточного бассейна за 2022 г.

Fig. 2. Ratio of actual to planned ABR catching in the Far Eastern basin for 2022

Соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового на территории РФ за 2022 год отображено на рис. 1.

Соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и плановых (квоты и рекомендованные объёмы) на территории Дальневосточного бассейна за 2022 год представлено на рис. 2.

Таким образом, из рис. 1 и 2 сделаем вывод, что на территории Российской Федерации, в том числе и на Дальнем Востоке согласно документам и отчетам об уловах демонстрируется недовылов водных биологических ресурсов, то есть нереализованность плановых утвержденных квот. Так в 2022 году плановый вылов превысил фактический на 13%, что является негативным фактором [13].

По данным Главного информационного центра МВД РФ в 2022 году примерно треть от общего числа зарегистрированных в округе правонарушений, совершаемых в отношении водных биоресурсов по статье 256 УК РФ «Незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов» относится к категории преступлений, предусмотренных частью 1 статьи 256 Уголовного кодекса Российской Федерации. Противодействие организованной преступности на Дальнем Востоке является приоритетным направлением деятельности органов внутренних дел. На основании вышеизложенного проведем анализ преступности, связанной с незаконным выловом водных биологических ресурсов на территории ДФО. Динамика преступлений в сфере незаконной добычи водных биологических ресурсов за 2013–2022 гг. в ДФО отображена на рис. 3.

Таким образом, исходя из рис. 3, в динамике за 10 лет, а именно с 2013 года по 2022 год в Дальневосточном федеральном округе было зарегистрировано 12 171 преступление в сфере незаконной добычи (вылова) водных биологических ресурсов.

Также наблюдается нестабильная динамика количества лиц, привлеченных к уголовной ответственности за преступления, совершенные в сфере незаконной добычи водных биологических ресурсов. Так, в 2013 году данный показатель составил 918, в 2014 году показатель равен 974 (рост на 6,1%), в 2015 году показатель равен 1013 (рост на 4%), в 2016 году данный показатель составил 1 194 (рост на 17,7%), в 2017 году – 1 221 (рост на 2,3%), в 2018 году – 1 297 (рост на 6,2%),



Рис. 3. Динамика преступлений в сфере незаконной добычи водных биологических ресурсов за 2013–2022 гг. в Дальневосточном бассейне

Fig. 3. Dynamics of crimes in the field of illegal ABR procurement for 2013–2022 in the Far Eastern basin

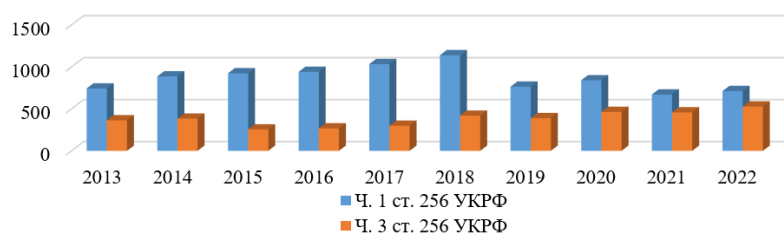


Рис. 4. Структура преступной деятельности по незаконной добыче водных биологических ресурсов в динамике за 10 лет в ДФО

Fig. 4. Structure of criminal activity in the illegal ABR procurement over 10 years in the Far Eastern Federal District

в 2019 году — 1 037 (снижение на 20,1%), в 2020 году — 1056 (рост на 1,8%), в 2021 году — 882 (снижение на 16,5%). Таким образом, на протяжении 10 лет наблюдается снижение количества лиц, привлеченных к уголовной ответственности за рассматриваемые преступления на 11,32%².

Стоит отметить, что число зарегистрированных за последние 10 лет преступлений в рассматриваемой сфере и число выявленных лиц, привлеченных к уголовной ответственности, демонстрирует разрыв в сторону уменьшения последнего, а это свидетельствует о том, что не по каждому факту выявляются лица, совершившие преступления в сфере незаконной добычи водных биологических ресурсов [15].

Структура преступной деятельности по незаконной добыче ВБР в динамике за 10 лет, в ДФО по статье 256 УК РФ представлена на рис. 4.

Доля выявляемых преступлений в сфере незаконной добычи водных биологических ресурсов, совершенных в крупном и особо крупном размере, за анализируемый период составляет 31,2% от общего количества выявляемых преступлений, от 9 364 преступлений, 0,2%, совершенных организованной группой или преступным сообществом³.

Количество преступлений, совершаемых в рыбной промышленности на территории ДФО за 2013–2022 гг. представлено в табл. 1.

Незаконная добыча водных биологических ресурсов повлекла за собой ряд экономических правонарушений. Рассмотрим приемы и методы совершения экономических правонарушений рыбопромышленными предприятиями:

1. Продажа рыбопромышленных предприятий зарубежным фирмам без учета в бухгалтерии, при этом выручка остается на счетах руководителей и учредителей.

² Официальный сайт Территориального управления федерального агентства по рыболовству. – Электронный ресурс. <http://www.moktu.ru/>

**Таблица 1. Количество преступлений,
совершаемых в рыбной промышленности на территории ДФО**
Table 1. Number of fishing industry crimes committed in the Far Eastern Federal District

Регион	Годы									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сахалинская область	437	482	336	510	430	455	334	393	383	372
Камчатский край	248	301	257	195	307	411	241	262	249	251
Республика Бурятия	141	184	204	148	222	305	238	223	200	247
Приморский край	116	139	146	114	157	178	130	171	150	163
Хабаровский край	127	117	183	201	141	141	127	206	79	142
Магаданская область	28	38	31	25	52	42	38	23	46	37
Республика Саха (Якутия)	3	4	6	7	8	5	18	12	12	11
Чукотский АО	4	6	9	3	13	12	8	5	7	4
Забайкальский край	1	3	5	2	2	8	19	7	1	12
Амурская область	0	0	1	1	0	0	1	0	2	1
Еврейская АО	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0
Итого	1105	1274	1179	1208	1332	1557	1154	1303	1129	1240

2. Реализация морских биоресурсов, добываемых в Тихоокеанском бассейне по выданным российским предприятиям бесплатным квотам, за пределы России из районов промысла иностранными компаниями под прикрытием заключенных ими договоров простого товарищества о совместной деятельности.

3. Производство рыбопромысловых ресурсов в Камчатском заливе по бесплатно полученным российскими предприятиями квотам за пределами России под прикрытием договоров о простом товариществе, по которым российские предприятия предоставляют иностранным компаниям не только право добычи, но также и лицензию на промысел.

4. Производство рыбопродукции, добытой предприятиями в России через компании, которые зарегистрированы в заграничных офшорах.

5. Производство рыбопродукции для внутреннего рынка через нелегальных посредников.

Рассмотрим способы сокрытия дохода от налогов Дальневосточными рыбопромышленными предприятиями:

1. Превышение объемов квот, выделенных на вылов морских и речных биоресурсов в исключительных экономических зонах, которые трудно отслеживать и пресекать по причине слабой материально-технической обеспеченности управлений рыбной охраны, морских пограничных частей (ФПС) России.

2. Большое количество морских обитателей вылавливают для научных целей. Теоретически научные промыслы могут быть направлены на изучение миграции рыб и морских млекопитающих, а также для испытаний новых видов рыболовных снастей. В то же время, результаты исследований могут быть интересны судовладельцу, получившему «научное жилье».

3. Превышение фактически добытой продукции над квотами.

4. В последнее время в России все чаще применяются договоры о сотрудничестве с иностранными компаниями по вылову рыбы.

5. Сокрытие зарплат российскими рыбодобывающими предприятиями. Большинство предприятий, занимающихся рыбопереработкой, не показывают реальные фонды оплаты труда, а занижают их в 20–30 раз (в основном это компании с большим количеством добытой рыбы).

6. Невозвращение в Россию валютной выручки от реализации морепродуктов за счет занижения объемов и стоимости реализации продукции иностранным фирмам.

Вышеописанные схемы как правило используются для ухода от налогов при осуществлении внешнеэкономической деятельности [12].

На внутреннем рынке наиболее распространены следующие способы неуплаты налогов:

1. Регистрация предприятий не по месту основной деятельности, что препятствует своевременному отслеживанию объемов получаемых доходов.

2. Продажа рыбной продукции через фиктивных посредников.

3. Предприятие-производитель может создать коммерческую структуру на базе коммерческих структур без разделения финансовой деятельности, а также посреднические организации для неуплаты недоимок.

4. Занижение налоговой базы: неполный учет объемов реализованных товаров и услуг, сокрытие прибыли от реализации (работ, услуг) путем необоснованного включения их в состав расходов предприятия; завышение затрат на финансирование за счет доходов, остающихся у предприятия.

5. Продажа неучтенной продукции.

Практика применения налогового законодательства и проведение проверок его соблюдения показывает, что в рыбопромышленном комплексе имеют место большинство традиционных способов уклонения от уплаты налогов, однако существует и ряд специфических приемов, используемых рыболовными компаниями для извлечения незаконной прибыли:

1. Реализация морепродуктов непосредственно с промысловых участков без учета операций по экспорту или внесению искаженных сведений в бухгалтерский учет.

2. Научный промысел, в котором большое количество морских обитателей выловлено для коммерческих целей.

3. Заключение договоров о совместном ведении деятельности с зарубежными предприятиями, которые имеют рыбопромысловые суда и получают квоту на добычу морепродукта, а бухгалтерский учет ведется иностранным юридическим лицом.

4. Скрытие сумм, выплаченных работнику, путем искусственного занижения заработной платы (фиктивные договоры).

5. Невозвращаемость в Россию валюты, полученной от реализации морских продуктов, путем размещения средств на счетах подставных фирм за пределами РФ (например, оффшорные зоны).

6. Открытие российскими промысловыми компаниями фирм за границей для хранения валютных накоплений в банках РФ.

7. Фиктивное банкротство компаний, занимающихся добычей и переработкой морской биомассы.

8. Продажа рыбной продукции в России через незаконные предприятия посреднических структур (фиктивные компании).

9. Снижение налоговой базы для предприятий, реализующих продукцию за пределами России [12].

Несмотря на существование спутниковой системы «Гонец» для мониторинга рыболовецкого флота, Дальневосточные рыбодобывающие компании нашли способы обхода системы «Гонец»:

1. Один из способов обхода системы «Гонец» заключается в использовании судов с поддельными номерами.

2. Другой способ обхода системы заключается в использовании технических ухищрений, таких как установка на судне специального оборудования для нарушения работы системы «Гонец» [14].

Несмотря на все усилия правоохранительных органов, проблема обхода системы «Гонец» продолжает существовать.

Был разработан проект «Тралл», который представлен в табл. 2. Он призван обеспечить более эффективный контроль за рыболовством в российской экономической зоне, предотвращать незаконный вылов рыбы и сохранять биоресурсы морских водных пространств России.

Таблица 2. Проект для отслеживания количества вылова водных биологических ресурсов «Тралл»
Table 2. Trall Project for tracking the amount of ABR caught

№ п/п	Название проекта, который будет включен в федеральную программу	Проект для отслеживания количества вылова ВБР «Тралл»
1	Геолокация реализации проекта	Дальневосточный Федеральный округ
2	Руководитель проекта	Назначенный руководитель
3	Заказчик	Государственные органы власти
4	Исполнители	Государственные органы власти
5	На базе каких федеральных, региональных программ разработана	Развитие рыбохозяйственного комплекса
6	Контролирующие органы	Государственные органы власти

Программа для снижения незаконно выловленных водных биологических ресурсов «Тралл» будет включать в себя следующие компоненты, отображенные в табл. 3.

Таблица 3. Компоненты, которые будет включать система «Тралл»
Table 3. Components of Trall System

Компонент	Описание	Детализация
Датчики веса и количества вылова, установленные на борту судна	Связаны с компьютерной системой, которая автоматически записывает данные о каждом улове	Установка на соответствующих элементах судна датчиков давления, ультразвуковых датчиков, гидроакустических датчиков, датчиков фото- и видеонаблюдения, датчиков температуры и солености
GPS-навигаторы и другое оборудование для определения местоположения судна и места вылова	Эти данные будут включены в отчеты об уловах	Замена используемой спутниковой системы для отслеживания местоположения судов «Гонец» на разрабатываемую Роскосмосом инновационную спутниковую систему «Сфера»
Инновационная система идентификации рыбы, попадающей в трал	Эти данные будут включены в отчеты об уловах	Инновационная система идентификации рыбы, которая будет использоваться для отслеживания видов рыб, которые попадают в трал
Компьютерный софт для анализа данных о вылове	Позволяет отслеживать фактическую деятельность рыбодобывающих предприятий	Инновационное оборудование для судов рыбопромыслового флота
Цифровизация рыбной промышленности	Для отчетности перед уполномоченными органами и партнерами по бизнесу [1]	В рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» должна произойти цифровизация рыбной отрасли ⁴

Разберем детально каждый компонент программы «Тралл».

⁴ Информационные материалы о национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации». – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://government.ru/info/35568/> (дата обращения: 01.05.2023).

1. Датчики веса и количества вылова, установленные на борту траулера.

Существуют различные типы датчиков для определения количества вылова биологических ресурсов и видов водных ресурсов для рыболовецких траулеров. Их виды и стоимость отображена в табл. 4.

Таблица 4. Виды датчиков и их стоимость
Table 4. Types of sensors and their cost

Вид датчика	Описание	Примерная стоимость за 1 шт., руб.
Датчики давления	Электронные приборы, которые предназначены для измерения давления воды на различных глубинах	180 000
Ультразвуковые датчики	Электронное устройство, которое использует ультразвуковые волны для измерения глубины воды под дном судна	450 000
Гидроакустические датчики	Электронное устройство, которое используется для обнаружения и локализации подводных объектов	3 820 000
Датчики фото- и видео-наблюдения	Используются для контроля за процессом ловли рыбы, сохранности трофеев и принятия решений о дальнейшей стратегии работы судна	120 000
Датчики температуры	Электронные устройства, предназначенные для измерения температуры воды в море, океане или другом водоеме, где работает траулер	150 000
Датчик солености	Электронные приборы, которые используются для определения солености воды в море	120 000
Трубка лага	Датчик скорости судна, который используется в рыбодобывающих судах для определения скорости перемещения	1 200 000
Итого		6 040 000

Таким образом, стоимость покупки пяти видов датчиков на один траулер будет составлять 6 040 000 руб.

Конечная стоимость будет определяться исходя из параметров и размеров судна, стоимости постановки в ДОК. Стоимость может варьироваться в пределах 20% в сторону увеличения или уменьшения от представленной суммы.

Разберем процесс и стоимостное выражение установки каждого вида датчика на судоремонтном заводе АО «Восточная верфь». Представим расчет установки датчика давления на рыбодобывающие суда заводом АО «Восточная Верфь». По остальным датчикам был произведен аналогичный расчет.

Таким образом, стоимость установки пяти датчиков с учетом их стоимости на одно рыболовецкое судно будет составлять 18 551 000 руб.

Стоимость работ по оснащению траулеров рыбодобывающего флота ДФО комплектом датчиков: датчик давления, ультразвуковой датчик, гидроакустический датчик, датчик фото- и видео-наблюдения и датчик температуры и солености исходя из цен, предоставленных АО «Восточная верфь», количества рыбодобывающих судов ДФО составит: 2 676 274 000 руб.

2. Навигаторы и другое оборудование для определения местоположения судна и места вылова.

Для системы навигации используется спутниковая система «Гонец», но согласно программам развития Дальнего Востока планируется перейти на инновационную спутниковую систему «Сфера» [4].

Система «Сфера» обеспечивает более точную и актуальную информацию о местонахождении рыбодобывающих судов, более широкий диапазон действия и более полное покрытие морских

пространств. Стоимость запусков спутников и реализации внедрения системы устанавливается Роскосмосом.

3. Инновационная система идентификации рыбы, которая будет использоваться для отслеживания видов рыб, которые попадают в трал [7].

Система идентификации рыбы – это комплекс технологий и методов, который позволяет определять вид рыбы на основании ее физиологических, морфологических и генетических характеристик [16].

4. Компьютерный софт для анализа данных о вылове.

На судах, занимающихся выловом ВБР, используются компьютерные программы и софт для анализа данных о вылове, отраженные в табл. 6.

**Таблица 5. Процесс установки датчика давления
на рыбодобывающие суда заводом АО «Восточная Верфь»
Table 5. The process of installing a pressure sensor
on fishing vessels by the Joint Stock Company "Vostochnaya Verf"**

Наименование операции	Описание операции	Стоимость работ, руб.
Подъем корабля на стапель палубу	Проведение доковой операции с помощью плав дока	800 000
Подготовка корпуса в месте установки датчика, вырез технологического отверстия	Чистка корпуса в месте установки от нарастаний на корпусе судна, шлифовка поверхности, подготовка к грунтовке и окраса используемой поверхности	700 000
Изготовление и установка фланцевого герметичного соединения для опускаемой части датчика	Использование токарных станков, сварка фланца соединения для опускаемой части датчика, набивка смазочных реагентов в него	150 000
Установка опускаемого оборудования с датчиками на корпус корабля, проверка на герметичность	Установка опускаемого оборудования с датчиком, проверка герметичности фланцевого соединения	200 000
Грунтовочные работы	Нанесение специальных грунтовых реагентов на листы стали	100 000
Установка софт оборудования	Установка системы выдачи данных, поступающих от датчика, установка ПО	900 000
Установка кабельных трасс	Установка и дефектация кабельных трасс	500 000
Проведение испытательных работ	Испытательные работы.	150 000

По состоянию на декабрь 2023 года, все приложения работают в исправном режиме.

5. Цифровизация рыбной промышленности.

Программа цифровизации рыбной промышленности будет предполагать внедрение современных информационных технологий для повышения эффективности работы отрасли [2].

Таким образом, если реализовать все этапы и собрать воедино наработки научных центров, инновационные технологии в один проект под названием «Тралл», то Дальний Восток сведет к минимуму правонарушения в области рыбной промышленности.

Далее оценим влияние предложенных рекомендаций на экономическую безопасность Дальневосточного Федерального округа.

Прогнозируемая динамика преступлений после внедрения проекта «Тралл» отображена на рис. 5.

Спрогнозируем структуру преступной деятельности по незаконной добыче водных биологических ресурсов в динамике за 10 лет, в ДФО по статье 256 УК РФ (рис. 6) с учетом уменьшения преступлений на 20% ежегодно.

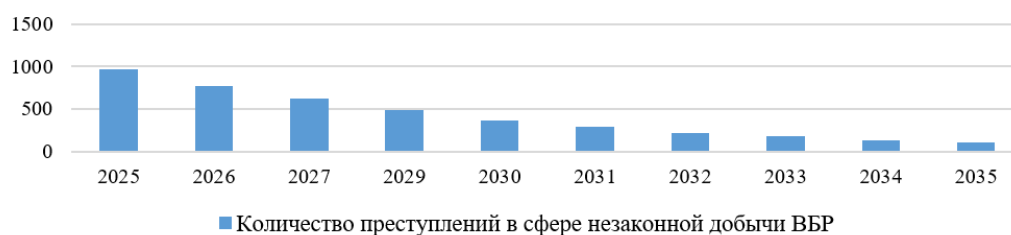


Рис. 5. Прогнозируемая динамика преступлений после внедрения проекта «Тралл»
Fig. 5. Predicted dynamics of crimes after the implementation of Trall Project

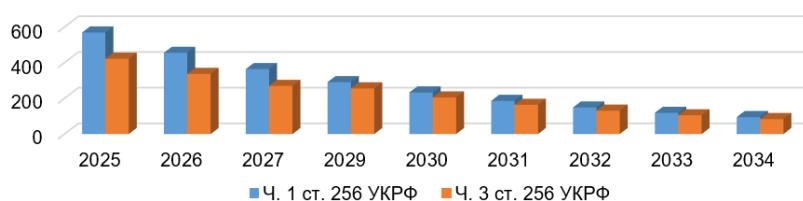


Рис. 6. Прогнозная динамика преступлений по незаконной добыче водных биологических ресурсов в динамике за 10 лет, в ДФО по статье 256 УК РФ
Fig. 6. Forecast dynamics of crimes related to illegal ABR procurement over 10 years, in the Far Eastern Federal District under Article 256 of the Criminal Code of the Russian Federation

Таблица 6. Компьютерные программы и софт для анализа данных о вылове рыбы [17]
Table 6. Computer programs and software for analyzing fish catching data

Приложение	Описание	Разрешено/запрещено использование в условиях санкций
FishStat Plus	Приложение, которое используется для сбора, обработки и анализа данных о вылове рыбы по всему миру	Разрешено использование
SeaDataNet	Система управления и распространения морских данных, которая включает в себя широкий спектр данных о вылове ВБР	Разрешено использование
Fishbase	Онлайн-база данных, содержащая информацию о более чем 34 000 видов рыб и более чем 323 000 образцов их жизненного цикла	Разрешено использование
E.U. Data Collection Framework	Компьютерная программа, используемая для сбора, обработки и анализа данных о вылове рыбы в рамках Европейского союза	Разрешено использование

Таким образом, исходя из проведенных расчетов, преступления, квалифицируемые по ст. 256 УК РФ «Незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов» по части 1 сократятся в динамике за 10 лет на 83%, по части 3 на 80%.

1. Производство рыбной продукции.

Сокращение преступлений может повысить эффективность использования ресурсов рыбной промышленности, увеличить объемы вылова водных биологических ресурсов и улучшить качество производимой готовой продукции.



Рис. 7. Прогнозное соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового в России на 2025 г.

Fig. 7. Forecast ratio of actual to planned ABR procurement in Russia for 2025

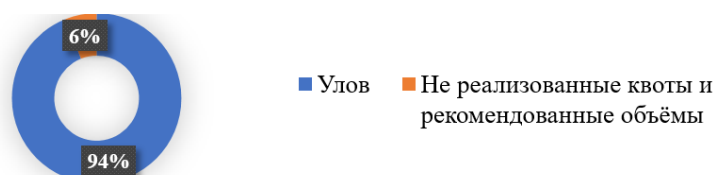


Рис. 8. Прогнозное соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового в Дальневосточном бассейне на 2025 г.

Fig. 8. Forecast ratio of actual to planned ABR procurement in the Far Eastern basin for 2025

Плановое соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового на территории РФ и Дальневосточного бассейна за 2025 год отображено на рис. 7 и 8 соответственно. Прогнозируемое увеличение реализации квот составляет 10%.

Прогнозное соотношение фактического вылова водных биологических ресурсов и планового объёма в России на 2025 год отображено на рис. 8.

Таким образом, при снижении преступлений по незаконной добыче, у предприятий средством увеличения дохода будет не реализация водных биологических ресурсов, добытых незаконным путем, а вылов и реализация в пределах квот.

Заключение

Таким образом, экономическая безопасность является важным фактором для устойчивого развития рыбной промышленности. Она охватывает широкий спектр вопросов, таких как защита прав собственности, обеспечение стабильности цен на рынке, применение эффективных методов управления и контроля, защита от финансовых рисков и обеспечение социальной защиты работников.

Одно из важнейших направлений экономической безопасности в рыбной промышленности — это борьба с незаконным выловом водных биологических ресурсов.

В процессе написания данной работы, нами:

1. Выявлены методы экономической безопасности в рыбной промышленности, среди которых: мониторинг ресурсов, регулирование добычи, контроль за обработкой и хранением, защита от незаконной добычи и др. Детально были рассмотрены два метода, это — регулирование добычи и защита от незаконной добычи водных биологических ресурсов.

2. Произведён анализ технико-экономических показателей рыбопромышленной отрасли в динамике за 10 лет.

3. Рассмотрены преступления в рыбной промышленности в динамике за 10 лет, и сделан вывод, что в РФ и на территории Дальневосточного федерального округа преобладают преступления, квалифицируемые по статье 256 УК РФ «незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов. Которые являются мотивом для ряда преступлений экономического характера,

по сбыту незаконно выловленных ВБР. Данная проблема является актуальной и требует незамедлительного решения. Государственные органы интенсивно борются с уровнем преступности в рыбной промышленности, разрабатывая Федеральные программы [9].

4. Был предложен проект по контролю количества вылова водных биологических ресурсов «Тралл».

5. Разработаны и просчитаны мероприятия для реализации данного проекта. Так же составлен организационно-экономический механизм предложенных мероприятий по совершенствованию методов противодействия преступлениям в рыбной промышленности.

6. Для оценки предложенных мероприятий, были составлены прогнозные значения показателей уровня экономической безопасности рыбной промышленности.

Таким образом, подводя итог, можно сделать общий вывод: поставленная цель была достигнута. Проблема, выдвинутая нами, является острой, актуальной и требующей решения. При реализации предложенного проекта «Тралл», снизится динамика преступлений в рыбной промышленности и тем самым улучшится экономическая безопасность Дальневосточного федерального округа.

Направления дальнейших исследований

На наш взгляд особенно актуальными направлениями исследований являются следующие тематики:

1. Исследования, направленные на развитие инновационных технологий и методов, которые в дальнейшем позволят сократить незаконную добычу водных биологических ресурсов.

2. Исследования, направленные на изучение предпосылок незаконной добычи водных биологических ресурсов, необходимо изучить какие факторы мотивируют предприятия на незаконный вылов водных биологических ресурсов, что является причинами незаконного вылова. Данное направление позволит разработать модели и стратегии по разрешению конфликтных ситуаций в секторе рыбной промышленности и тем самым сократить незаконную добычу водных биологических ресурсов.

3. Немаловажным направлением для дальнейших исследований является социальный сектор. Изучение данного сектора включает в себя исследование культурных и социальных факторов, влияющих на незаконный вылов водных биологических ресурсов. Необходимо изучить мотивацию местных сообществ и населения в борьбе с незаконным выловом водных биологических ресурсов. При детальном анализе данного сектора, и выявлении проблем, возможно разработать мероприятия и общественные программы для повышения осведомлённости граждан о существующих проблемах и замотивировать население на принятие мер по защите водных биологических ресурсов от незаконного вылова.

4. Также немаловажным является изучение интеграции РФ с другими странами. То есть необходимо развивать международное сотрудничество по борьбе с незаконным выловом водных биологических ресурсов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики. *Вестник международных организаций*, 13 (2), 143–172.
2. Грибанов Ю.И. (2021) Ключевые аспекты теории и методологии цифровой трансформации социально-экономических систем. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 2–1, 83–89.
3. Ермакова И.Н., Михеева Н.Б., Хандогина Д.С. (2018) Методические подходы к оценке уровня экономической безопасности сельскохозяйственного предприятия. *Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ*, 4 (10), 43–54.



4. Завиваев Н.С. (2022) Внедрение информационных технологий в управление сельскохозяйственными организациями. *Вестник НГИЭИ*, 1 (128), 82–94.
5. Золотарева О.В. (2020) Влияние субъективной стороны состава на квалификацию незаконной добычи (вылова) водных биологических ресурсов. *Развитие научного знания в глобализирующемся мире. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*, 93–97.
6. Карсунцева О.В., Буркина Т.А. (2020) Промышленный комплекс в контексте обеспечения экономической безопасности региона. *Вестник евразийской науки*, 5 (12).
7. Ленчук Е.Б., Власкин Г.А. (2018) Формирование цифровой экономики России: проблемы, риски, перспективы. *Вестник ИЭ РАН*, 5, 9–21.
8. Наумов И.В., Дубровская Ю.В., Козоногова Е.В. (2020) Цифровизация промышленного производства в регионах России: пространственные взаимосвязи. *Экономика региона*, 16 (3), 896–910.
9. Наумова Н.М. (2019) Охрана водных биологических ресурсов и экономическая безопасность России. *Экономическая безопасность личности, общества, государства: проблемы и пути обеспечения. Материалы ежегодной всероссийской научно-практической конференции*, 11 (2), 549–555.
10. Облаков А.А., Гусаренко Д.М. (2016) Проблемы правового регулирования порядка обращения с незаконно добытыми водными биологическими ресурсами при выявлении и расследовании преступлений. *Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права*, 3, 69–77.
11. Савичев А.А. (2023) Незаконная добыча водных биологических ресурсов: криминологический аспект. *Виктимология*, 1, 89–100.
12. Сашенко А.Ю., Солобнева М.В. (2023) Методы противодействия преступности как способ экономической безопасности рыбохозяйственного комплекса (на примере Дальневосточного федерального округа). *Экономическая и информационная безопасность цифровых интеллектуальных экосистем, монография*, 163–214.
13. Сашенко А.Ю., Солобнева М.В., Слепченко И.С. (2023) Разработка и внедрение мотивационной модели для сотрудников на предприятиях рыбохозяйственного комплекса. *Экономика и предпринимательство*, 4 (153), 1099–1104.
14. Сашенко А.Ю., Солобнева М.В. (2023) Совершенствование методов противодействия преступности в рыболовстве. *Интеллектуальная инженерная экономика и индустрия 5.0 (ЭКОПРОМ). Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург*, 615–619.
15. Скобцова А.С. (2021) Вопросы оценки экономической безопасности государства. *Санкт-Петербургский научный вестник*, 1 (10), 10.
16. Центр финансовых инноваций «Сколково». [online] Available at: <https://www.skolkovo.ru/researches/indeks-cifrovaya-rossiya/>. [Accessed 03.11.2023].
17. Чупахин В. (2017) *Оборудование предприятий и судов рыбной промышленности*. М.: Пищевая промышленность, 492.
18. Ширинкина Е.С. (2023) Незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов: проблемы квалификации (по материалам Дальневосточного Федерального округа). *Академическая публицистика*, 11 (2), 596–616.

REFERENCES

1. Bukht R., Khiks R. (2018) Opredelenie, kontseptsiya i izmerenie tsifrovoy ekonomiki. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii*, 13 (2), 143–172.
2. Griбанov Yu.I. (2021) Klyuchevye aspekty teorii i metodologii tsifrovoy transformatsii sotsial'no-ekonomicheskikh sistem. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 2–1, 83–89.
3. Ermakova I.N., Mikheeva N.B., Khandogina D.S. (2018) Metodicheskie podkhody k otsenke urovnya ekonomicheskoi bezopasnosti sel'skokhozyaistvennogo predpriyatiya. *Sotsial'no-ekonomicheskii i gumanitarnyi zhurnal Krasnoyarskogo GAU*, 4 (10), 43–54.
4. Zavivaev N.S. (2022) Vnedrenie informatsionnykh tekhnologii v upravlenie sel'skokhozyaistvennymi organizatsiyami. *Vestnik NGIEI*, 1 (128), 82–94.

5. Zolotareva O.V. (2020) Vliyanie sub"ektivnoi storony sostava na kvalifikatsiyu nezakonnoi dobychi (vylova) vodnykh biologicheskikh resursov. Razvitie nauchnogo znaniya v globaliziruyushchemsya mire. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, 93–97.
6. Karsuntseva O.V., Burkina T.A. (2020) Promyshlennyy kompleks v kontekste obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti regiona. *Vestnik evraziiskoi nauki*, 5 (12).
7. Lenchuk E.B., Vlaskin G.A. (2018) Formirovanie tsifrovoi ekonomiki Rossii: problemy, riski, perspektivy. *Vestnik IE RAN*, 5, 9–21.
8. Naumov I.V., Dubrovskaya Yu.V., Kozonogova E.V. (2020) Tsifrovizatsiya promyshlennogo proizvodstva v regionakh Rossii: prostranstvennye vzaimosvyazi. *Ekonomika regiona*, 16 (3), 896–910.
9. Naumova N. M. (2019) Okhrana vodnykh biologicheskikh resursov i ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii. *Ekonomicheskaya bezopasnost' lichnosti, obshchestva, gosudarstva: problemy i puti obespecheniya. Materialy ezhegodnoi vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, 11 (2), 549–555.
10. Oblakov A.A., Gusarenko D.M. (2016) Problemy pravovogo regulirovaniya poryadka obrashcheniya s nezakonno dobytyimi vodnymi biologicheskimi resursami pri vyavlenii i rassledovanii prestuplenii. *Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava*, 3, 69–77.
11. Savichev A.A. (2023) Nezakonnaya dobycha vodnykh biologicheskikh resursov: kriminologicheskii aspekt. *Viktimologiya*, 1, 89–100.
12. Sashchenko A.Yu., Solobneva M.V. (2023) Metody protivodeistviya prestupnosti kak sposob ekonomicheskoi bezopasnosti rybokhozyaistvennogo kompleksa (na primere Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga). *Ekonomicheskaya i informatsionnaya bezopasnost' tsifrovyykh intellektual'nykh ekosistem, monografiya*, 163–214.
13. Sashchenko A.Yu., Solobneva M.V., Slepchenko I.S. (2023) Razrabotka i vnedrenie motivatsionnoi modeli dlya sotrudnikov na predpriyatiyakh rybokhozyaistvennogo kompleksa. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 4 (153), 1099–1104.
14. Sashchenko A.Yu., Solobneva M.V. (2023) Sovershenstvovanie metodov protivodeistviya prestupnosti v rybolovstve. *Intellektual'naya inzhenernaya ekonomika i industriya 5.0 (EKOPROM). Sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Sankt-Peterburg*, 615–619.
15. Skobtsova A.S. (2021) Voprosy otsenki ekonomicheskoi bezopasnosti gosudarstva. *Sankt-Petersburgskii nauchnyi vestnik*, 1 (10), 10.
16. *Tsentr finansovykh innovatsii «Skolkovo»*. [online] Available at: <https://www.skolkovo.ru/research-es/indeks-cifrovaya-rossiya/>. [Accessed 03.11.2023].
17. Chupakhin V. (2017) *Oborudovanie predpriyatii i sudov rybnoi promyshlennosti*. M.: Pishchevaya promyshlennost', 492.
18. Shirinkina E.S. (2023) Nezakonnaya dobycha (vylov) vodnykh biologicheskikh resursov: problemy kvalifikatsii (po materialam Dal'nevostochnogo Federal'nogo okruga). *Akademicheskaya publitsistika*, 11 (2), 596–616.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

СОЛОБНЕВА Мария Владимировна

E-mail: mariam_vladimirovna@mail.ru

Maria V. SOLOBNEVA

E-mail: mariam_vladimirovna@mail.ru

САЩЕНКО Анна Юрьевна

E-mail: saschenko.ayu@dvfu.ru

Anna Yu. SASHCHENKO

E-mail: saschenko.ayu@dvfu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7682-5768>

Поступила: 22.12.2023; Одобрена: 23.02.2024; Принята: 26.02.2024.

Submitted: 22.12.2023; Approved: 23.02.2024; Accepted: 26.02.2024.