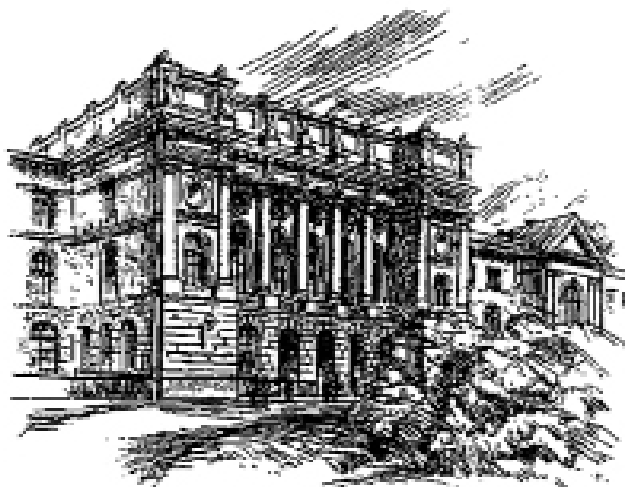


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ISSN 2782-6015

π -ECONOMY

Том 15, № 6, 2022

Санкт-Петербург
2022

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

Барабанер Ханон, д-р экон. наук, профессор, Русское академическое общество Эстонии, Таллин, Эстония;

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;

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;

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;

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

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

Тицелинский Стефан, Технологический университет, Познань, Польша;

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.

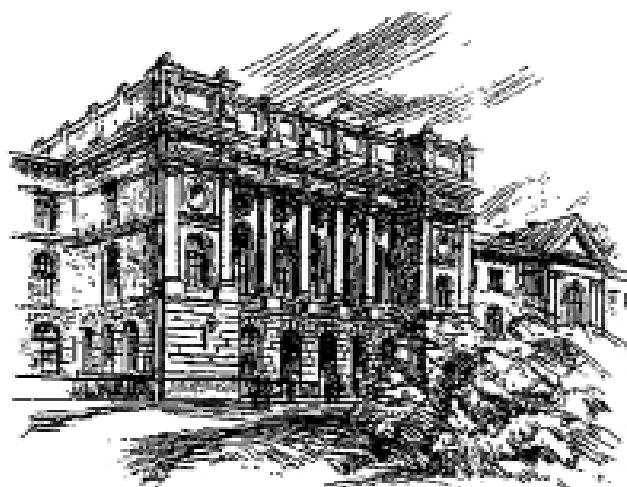
Адрес редакции: Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

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

Дата выхода: 28.12.2022

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2022

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION



ISSN 2782-6015

π -ECONOMY

Vol. 15, no. 6, 2022

Saint Petersburg
2022

π -ECONOMY

EDITORIAL COUNCIL

A.A. Akaev – foreign member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc. (phys.-math.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
Hanon Barabaner – Dr.Sc. (econ.), prof., Estonian Entrepreneurship University of Applied Sciences, Estonia;
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;
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;
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.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;
Stefan Trzcielinski – Dr.Sc. (econ.), prof., Poznan University of Technology, Poland;
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: 28.12.2022

© Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2022

Содержание

Цифровая экономика: теория и практика

Тутуева Д.Д., Викторова Н.Г., Саякбаева А.А. Внедрение технологий искусственного интеллекта в корпоративные финансы: классификация по сферам деятельности.....	7
Старченкова О.Д., Величенкова Д.С. Анализ внедрения цифровых технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения.....	18

Региональная и отраслевая экономика

Еремина И.А., Юдин А.А., Тарабукина Т.В., Облизов А.В. Разработка моделей цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми.....	33
Костюкова К.С. «Зеленая» трансформация Японии и некоторые контуры новой энергетической политики страны.....	54

Экономика и менеджмент предприятий и комплексов

Цуцкарёв В.К. Стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации.....	71
Егорова С.Е., Кулакова Н.Г., Будасова В.А. Исследование взаимосвязи между экологическими и экономическими показателями предприятия.....	85
Балашова Е.С., Малышев Е.А., Васильева С.А. Применение системы менеджмента качества в разрезе эффективной деятельности сложных промышленных систем.....	100
Качалкина К.Г. Стоимостная оценка организационных патологий предприятия.....	113

Экономико-математические методы и модели

Боровкова В.А., Люкевич И.Н., Акылбекова Н.И. Методика оценки целесообразности внедрения на предприятиях программного обеспечения риск-менеджмента.....	128
Антипов С.К. Моделирование устойчивого развития Арктических регионов Российской Федерации (на примере Мурманской области).....	146

Contents

Digital economy: theory and practice

Tutueva D.D., Viktorova N.G., Sayakbaeva A.A. Implementation of artificial intelligence technologies in corporate finance: classification by spheres of activity.....	7
Starchenkova O.D., Velichenkova D.S. Analysis of implementing digital technologies in high-tech healthcare.....	18

Regional and branch economy

Eremina I.A., Yudin A.A., Tarabukina T.V., Oblizov A.V. Development of digitalization models for the agro-industrial complex of the Komi Republic.....	33
Kostyukova K.S. The green transformation of Japan and some contours of the new national energy policy.....	54

Economy and management of enterprise and complexes

Tsutsarev V.K. Strategic potential of business aviation ground handling enterprises.....	71
Egorova S.E., Kulakova N.G., Budasova V.A. Research on relationship between environmental and economic indicators of an enterprise.....	85
Balashova E.S., Malyshev E.A., Vasileva S.A. Application of the quality management system in the context of the effective operation of complex industrial systems.....	100
Kachalkina K.G. Cost estimation of enterprise' organizational pathologies.....	113

Economic & mathematical methods and models

Borovkova V.A., Lyukevich I.N., Akylbekova N.I. Methodology for assessing the feasibility of implementing risk management software at enterprises.....	128
Antipov S.K. Modeling of sustainable development of the Arctic regions of the Russian Federation (on the example of the Murmansk region).....	146

Digital economy: theory and practice

Цифровая экономика: теория и практика

Research article

UDC 336.6

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15601>



IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN CORPORATE FINANCE: CLASSIFICATION BY SPHERES OF ACTIVITY

D.D. Tutueva¹ ✉, **N.G. Viktorova¹**, **A.A. Sayakbaeva²**

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

² Kyrgyz National University named after J. Balasagyn,
Bishkek, Kyrgyz Republic

✉ dasha.tutueva1999@mail.ru

Abstract. The article considers the meaning of artificial intelligence technologies, such as machine learning, deep learning, natural language processing plus robotic process automation and data analytics. This is done for understanding of AI technologies functions in their implementation in corporate finance of an enterprise. According to the literature review, machine learning is mainly used in reconciliation, validation, analysis, and forecasting; RPA and intelligence process automation – for KPI management, transaction processes and compliance; NLP – for speech and text recognition in different operations. Based on the analysis of the technological development prospects of the largest financial companies, consulting bodies, professional associations, and educational structures, such as ICAEW, CPA Australia, CPA Canada, ACCA and SigmaIQ, the relationship between AI technologies and business processes of such companies is systematized. A classification is proposed in relation to the introduction of AI technologies in the areas of corporate finance in the financial sector and specific tasks to be solved in each area. Namely, in the areas of: accounting (accounts receivable management, accounts payable control, reporting, financial planning and analysis), external finance processes, internal audit, forensic accounting and fraud detection, work of CFO. The main benefits of such technological implementation are also defined for three groups: efficiency, control and decision-making. Significance of the study is expressed in the most concrete classification of AI technologies implementation in corporate finance, which allows harnessing the benefits specified. However, the article does not cover such topics as prerequisites, problems of implementation and their solution, because these questions were discussed in previous articles of the authors. Future research could be viewed as description of real implementation evidence in business environment, complicated with constraints of the economic reality.

Keywords: artificial intelligence, management of innovations, finance, accounting, business analysis

Citation: D.D. Tutueva, N.G. Viktorova, A.A. Sayakbaeva, Implementation of artificial intelligence technologies in corporate finance: classification by spheres of activity, π-Economy, 15 (6) (2022) 7–17. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15601>



ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОРПОРАТИВНЫЕ ФИНАНСЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.Д. Тутуева¹ ✉, Н.Г. Викторова, А.А. Саякбаева²

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

² Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына,
г. Бишкек, Кыргызская Республика

✉ dasha.tutueva1999@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается значение технологий искусственного интеллекта, таких как машинное обучение, глубокое обучение, обработка естественного языка, а также роботизированная автоматизация процессов и анализ данных. Это сделано для понимания функций технологий искусственного интеллекта при их внедрении в корпоративные финансы предприятия. Согласно обзору литературы, машинное обучение в основном используется для согласования, валидации, анализа и прогнозирования; автоматизация процессов RPA (robotic process automation – роботизированная автоматизация процессов) и IPA (intellectual process automation – интеллектуальная автоматизация процессов) – для управления ключевыми показателями эффективности, транзакционными процессами и соблюдением требований; NLP (natural language processing – обработка естественного языка) – для распознавания речи и текста в различных операциях. На основе аналитики перспектив технологического развития крупнейших финансовых компаний, консалтинговых органов, профессиональных ассоциаций и образовательных структур, таких как ICAEW, CPA Australia, CPA Canada, ACCA и SigmaIQ, систематизирована взаимосвязь между технологиями искусственного интеллекта и бизнес-процессами таких компаний. Предложена классификация в отношении внедрения технологий искусственного интеллекта в области корпоративных финансов в финансовом секторе и конкретных задач, которые необходимо решить в каждой области. А именно, в областях: бухгалтерского учета (управление дебиторской задолженностью, контроль кредиторской задолженности, отчетность, финансовое планирование и анализ), внешних финансовых процессов, внутреннего аудита, выявления мошенничества, работы финансового директора. Основные преимущества такого технологического внедрения также определены для 3 составляющих: эффективность, преимущества контроля и принятия решений. Значимость исследования выражается в наиболее конкретной классификации внедрения технологий искусственного интеллекта в корпоративные финансы, которая позволяет использовать указанные преимущества. Однако в статье не рассматриваются такие темы, как предпосылки, проблемы внедрения и их решение, поскольку эти вопросы обсуждались в предыдущих статьях авторов. Будущие исследования можно рассматривать как описание реальных кейсов внедрения в бизнес-среде, осложненных ограничениями экономической реальности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, менеджмент инноваций, финансы, финансовый учет, бизнес анализ

Для цитирования: Тутуева Д.Д., Викторова Н.Г., Саякбаева А.А. Внедрение технологий искусственного интеллекта в корпоративные финансы: классификация по сферам деятельности // *ПЕ-Еconomy*. 2022. Т. 15, № 6. С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15601>

Introduction

Programming and technological skills shape the future of different fields of economy, and finance is no exception [1, 2]. The question for this article was how to deal with such technologies, artificial intelligence particularly, which of them are the most important and transformational, whether or not some of them are applicable now, how they could develop further, how they could change the current financial working framework. Therefore, according to the previously published article about prerequi-



sites, problems of implementation and their solution for AI technologies, now the research focused on classifying such technologies by the particular spheres for determining tasks and content of their work [3]. Thus, the problem could be stated as understanding the meaning, content and outcomes of artificial intelligence technologies in different realms and task types of financial sector.

The relevance of the study is justified by absence of articles and scientific outlooks on implementation of AI technologies particularly in finance sector, describing the mechanism and meaning of their work [4, 5]. Thus, this research was done for IT-specialists, accountants, business-analysts, auditors, forensic specialists, CFO and all people interested in optimization of finance functions in terms of speed, cost, flexibility, consistency and accuracy.

Literature review

First of all, we should define the terms we are going to discuss, because the right understanding of their meaning is the key in identification of their difference from currently widespread economic programs and their special features. In general, researchers describe AI (artificial intelligence) systems as the machines that mimic human cognitive functions like thinking, understanding, reasoning, learning and problem solving; in most cases, they far supersede human efforts, however they fail to fully replicate the human intelligence [6]. Machine learning (ML) is a related term and is known as a sub-set of AI emphasizing the ability of the system to learn from the data input and perform better over time, continuously improving itself without being explicitly programmed by people. DL (deep learning) and NLP (natural language processing) are deemed to be the sub-fields of ML, handling more complex unstructured data, for example, pictures and voice [7]. Deep learning is characterized by using neural network model (like neurons in the human brain) to learn at deeper levels from the large amount of data. The artificial neural networks (ANN) are based on the model of biological neural network, and thus are built up of many layers of nodes – data pieces; the flow of algorithm or signal can pass up and down such levels from the level of input to the output layer, analyzing the data in it. Thus, the term DL captures the number of layers between input and output – the depth of ANN.

It is also important to understand how the ML and particularly DL systems work. They develop some formulae (models) that can leverage historical data to make predictions about future situations. Such models can self-adjust to new and changing patterns as external data systems evolve. Thus, the process looks like the one presented in Fig. 1 [8].

The NLP technology as the part of ML means recognizing unstructured data by:

- speech recognition (voice to text conversation)
- natural language understanding and interpretation (providing comprehension of texts given)
- machine translation.

There is also another noteworthy AI term – robotic process automation (RPA). RPA is in fact a programmed software automation tool that, like high-end Excel macros, handles high volume, low complexity, repeatable tasks tirelessly, quickly and without errors. This technology is not an AI sub-field. However, there is also IPA (intelligent process automation), which, like RPA, is predictive, self-aware and self-healing, making it a sub-set of AI [9].

The range of all definitions presented above could be illustrated by Fig. 2 and it is essential for the future understanding to distinguish between these terms.

The second question, interesting for all financial professionals, is how such systems can help specialists and what is the main aim and possible results of implementing them. As we already mentioned, the main opportunity we can seize using these systems is continuous improvement of the everyday tasks of the department, company, business, industry and finally economy by learning-based data-driven systems [10]. In the short-term, researchers say AI is focused on:

- improving efficiency (reducing arduous and tedious tasks, freeing employees to work on high-priority ones, resulting in lower costs and more value);

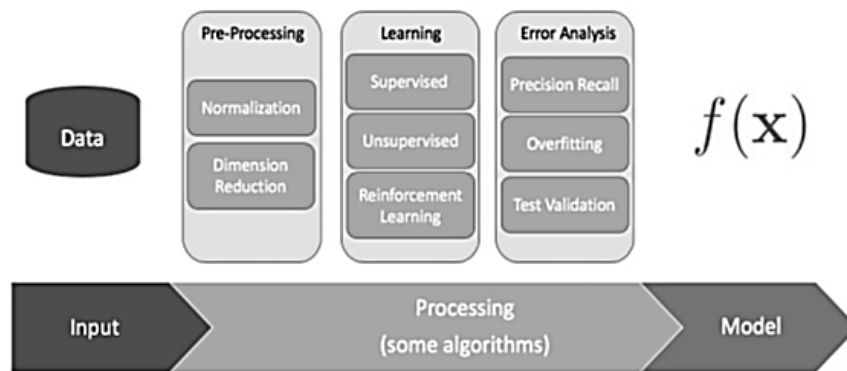


Fig. 1. Processing scheme of machine learning technology [8]

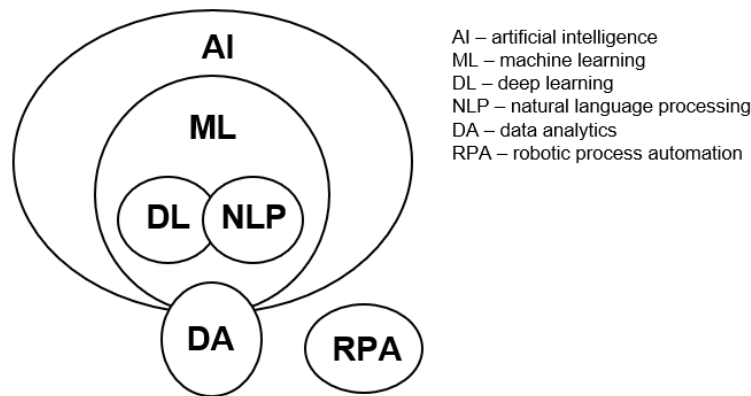


Fig. 2. Range of artificial intelligence sub-technologies [7]

– providing more valuable and accurate insights for further use by humans (identifying patterns for improvement and driving decisions to increase performance).

Nevertheless, in the longer term, consultants expect systems to take over a great chunk of decision-making tasks, thereby superseding humans [11].

In addition, the authors of the articles being analyzed stress out that AI systems are useful not only for companies, but also for investors (for obtaining confidence in the financial results of companies and ensuring they are correct) and governments (to ensure the correct taxation level and to establish continuous tax monitoring) [12].

Summarizing the results of the literature review, it should be emphasized that the analyzed publications are mainly devoted to the characteristics of advanced technologies and their role for the company's financial activities. The purpose of this study is to deepen the existing knowledge about the applicability of technologies in the field of corporate finance and to identify the correlation between a particular technology and a specific financial business process in general and in relation to such functions of the company's financial and economic activities as accounting, external financial processes, internal audit, forensic accounting and fraud detection, and CFO functions.

Materials and methods

The research on description and classification of implementation spheres was done based on the analysis of outlooks of the biggest financial companies, consulting bodies, professional associations and



educational structures such as ICAEW, CPA Australia, CPA Canada, ACCA and SigmaIQ. Other methods include logics, systematization, classification and synthesis to present thorough results.

Results

The results part comprises two different classification of AI implementations in finance. The first classification shows the abilities of concrete AI sub-technologies in financial sector operations – classification done by technologies.

Let us start with the machine learning, it can transform such operations as:

- 1) cash/intercompany reconciliation;
- 2) judgement-based journey entry validation;
- 3) spend optimization;
- 4) payables/receivables analysis;
- 5) marketing analysis;
- 6) performance forecasting.

RPA and IPA can do:

- 1) finance transactions processing;
- 2) cross-function / control and compliance workflow management;
- 3) journal entry validation;
- 4) revenue management.

NLP can change such operations as:

- 1) control/exceptions management (as a virtual agent);
- 2) finance query management (as a virtual agent);
- 3) finance helpdesk (recognizing speech);
- 4) automated contract/purchase order management (analyzing text);
- 5) social media (analyzing text and context).

All operations mentioned above reflect the definition and the main aim of systems discussed, therefore they are reasonable and shape the implementation issues and determine the main benefits of the systems we cover further.

For the best understanding of perspective of human–technologies interaction it is rather useful to observe the main realms AI systems can take over, and the main problems they are going to solve. This is the second type of classification – implementation of AI-technologies by realms of financial sector and concrete tasks.

Let us start from accounting. The first type of tasks connected with order-to-cash or accounts receivable include:

1. Mastering customer data by RPA bots – collecting info from e-mails, workflow forms; validating for completeness; routing for approval; updating systems.
2. Order processing by IPA bots – extracting and processing data from unstructured info sources.
3. Cash application by RPA bots – downloading bank files; entering or uploading data; matching payments to remittances and summarizing items.
4. AR reconciliations by IPA bots – validation and reconciliation of data across billing systems, CRM and ERP systems [13].

The second type of accounting tasks is connected with procure-to-pay or accounts payable:

1. Mastering vendor data by RPA bots – collecting info from emails, workflow forms; validating for completeness; routing for approval; updating systems.
2. Invoice processing by IPA bots – extracting and processing data from unstructured info sources.
3. Payment processing by RPA bots – creation and editing of payment proposals, checking for duplication and sending payment notice to vendors.
4. Reconciliation and analysis by IPA and AI – sample checking of receipts; identification of fraud risk upfront [14].

Third type of accounting activities is reporting or general accounting consisting of:

1. Journal entry processing by RPA – checking for the completeness; preparation automation and parking to ERP or CRM systems.
2. General ledger reconciliations by IPA – downloading statements from external sources; reconciliation of transactions with ERP or CRM systems; creation of balancing entries for handling discrepancies.
3. Intercompany accounting by IPA – checking and reconciliations of counterparty sheets; creation exception reports.
4. Financial reporting by RPA – data extraction and aggregation automation; preliminary analysis; spot checking.
5. Management reporting by IPA – downloading financial accounting ledgers and enriching them with necessary additional info; creating trend and variance analysis reports [15].

Fourth and final type of tasks pertinent to accounting activities is financial planning and analysis:

1. Planning and budgeting by RPA – data distribution and collation with patterns; basic completeness checks; variance and sensitivity analysis [16].
2. Forecasting by AI tools – analyzing historical data on internal and external drivers (production portfolio, competition, macroeconomics, nature and history events); generation of new insights (costing, pricing, sales, cash flow, profit gaining strategies); data visualization enabling self-service and proper reporting [17].

The second realm AI is going to revolutionize in finance scope is external finance processes including:

1. Connection with banks – identification of optimistic trends of organization activity or market environment, probably resulting in foreign exchange or interest rate flux; forecasting events and predicting alerts or warnings; dynamics analysis and managing hedging instruments.
2. Connection with tax authorities – classification of documents, checking GL and payroll files to estimate necessity and volume of payroll tax; warning on areas possibly contravening tax laws; identification of risky transactions and tax treaties applicability [18–20].

The third important financial sphere is an internal audit and AI is powering such tasks as:

1. Customer data protection – minimizing threats and keeping systems up-to-date.
2. Anomaly detection – proactive search for anomalies and discrepancies [21].
3. Predictive analytics – alert generation and blocking suspicious activities in real time [22].

Logically, forensic accounting and fraud detection is the fourth relevant financial sphere to change in the near future by implementing AI and its sub-sets in order to proactively detect and swiftly respond to procurement fraud, payroll fraud, expense reimbursements, fraudulent financial reporting, bribery and corruption, financial crimes:

1. Anomaly detection and clustering by DL of structured data.
2. Unstructured data analysis by NLP and computer vision.

Finally, the fifth largest scale financial sphere to implement AI is the work of CFO:

1. Assuring intelligent finance – touchless processing, reconciliation and allocation of financial data; continuous accounting, closing stocks and compliance; real-time self-service analysis and reporting; predictive forecasting and rapid planning; driving real-time insights on resources; freeing up employees for value creation [23].
2. Leading digitalization efforts and innovation in digital factories or incubation of ideas – the best overlook of operations in that field is presented in Fig. 3 [24].
3. Development of the future finance talent to manage post-digital finance function.

Discussion

Thus, the results of the study are presented, and we can discuss their meaning. Apparently, computer systems are designed as to be better than humans in different aspects. Let us have a look at various advantages separated by specialists into different groups:

Efficiency benefits:

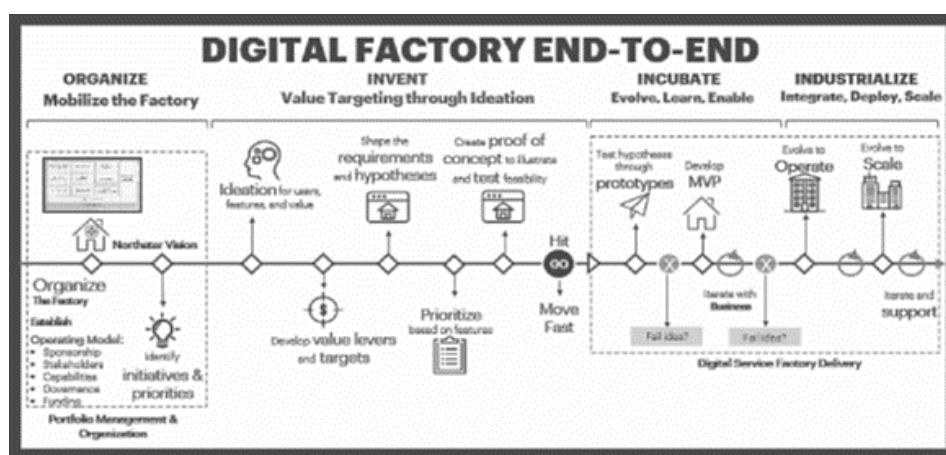


Fig. 3. Representation of factory digitalization using artificial intelligence sub-technologies [10]

1. Speed – velocity far surpassing human processing activities.
2. Cost – technologies are much cheaper than employees in the time horizon.
3. Flexibility – consistently matching demand volatility.
4. Volumes – ability to process and analyze the largest data sets than ever before.

Control benefits:

1. Consistency – assurance of identical processes, elimination of spontaneous variations.
2. Audit trail – full maintenance of logs essential for compliance verification.
3. Confidentiality – nondisclosure of sensitive personal information.
4. Freedom from prejudice – elimination of human physically, psychologically and socially-based biases.

Decision making benefits:

1. Insight – providing thorough advanced analytics.
2. Accuracy – great scrutiny guarantee.
3. Knowledge retention – implementation of historical learning in current algorithms.

Hence, all these benefits could be harnessed by using AI technologies in finance sector. The meaning of results is in better understanding which particular technology serves your tasks and needs.

Significance of the results lies in possible economy from optimization of processes and finding right technological solution before investment.

Future direction of research is connected with description of implementation process for particular technologies in individual spheres, realization of methods of problem-solving (possible problems were thoroughly discussed in previous article) [3, 25].

Conclusion

In terms of the results, we reviewed the content and tasks artificial intelligence sub-technologies can present, classified this information by technology implementation and spheres of work in financial sector. Main benefits were also stated, as well as links to the previous articles about prerequisites, problems of AI implementation and their solution given.

Directions for further research

As for the future research, we could suggest a description of real implementation evidence in business environment complicated with sanctions, curtailed program infrastructures, and other constraints of the current world economics.

In particular, the authors intend to create a method for AI optimization of foreign trade procedures in a company, description of technologies implementation scheme, possible problems and methods of their solution.

REFERENCES

1. **Chetna Chauhan, Vinit Parida, Amandeep Dhir**, Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. *Technological Forecasting and Social Change*, 2022, Vol. 177, article 121508.
2. **E. Svetlova**, AI meets narratives: the state and future of research on expectation formation in economics and sociology. *Socio-Economic Review*, Vol. 20, Issue 2, April 2022, Pp. 841–861.
3. **N. Viktorova, D. Tutueva**, Implementation of AI in financial sphere: tasks, prerequisites, problems of realization and their solution. Youth science week Institute of industrial management, economics and trade, 2021. (rus)
4. **Dong Yang, W.G. (Will) Zhao, Jingjing Du, Yimin Yang**, Approaching Artificial Intelligence in business and economics research: a bibliometric panorama (1966–2020). *Technology Analysis & Strategic Management*, 2022.
5. **María A. Agustí, Manuel Orta-Pérez**, Big data and artificial intelligence in the fields of accounting and auditing: a bibliometric analysis. *Spanish Journal of Finance and Accounting, Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 2022.
6. ICAEW 2018. Artificial intelligence and the future of accountancy. URL: <https://www.icaew.com/-/media/corporate/files/technical/information-technology/thought-leadership/artificial-intelligence-report.ashx> (accessed: October 10, 2022)
7. ACCA 2019. Machine learning. More science than fiction. URL: https://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/professional-insights/machine-learning/pi-machine-learning-report.pdf (accessed: October 10, 2022)
8. **I.Q. Sigma**, A Primer on AI & Machine Learning for Finance/Accounting. URL: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4326424/Sales%20Enablement%20Collateral/Finance-Team-Primer-AI-ML-WhitePaper-Sigma-IQ-Final.pdf> (accessed: October 10, 2022)
9. CPA Australia and Singapore Management University School of Accountancy 2019. Charting the future of accountancy with AI. URL: <https://www.cpaaustralia.com.au/~media/corporate/allfiles/document/professional-resources/business/charting-the-future-of-accountancy-ai.pdf> (accessed: October 10, 2022)
10. CPA Canada 2019. Big Data and Artificial Intelligence – The Future of Accounting and Finance. URL: <https://www.cpacanada.ca/-/media/site/operational/rg-research-guidance-and-support/docs/02041-rg-big-data-ai-future-of-accounting-finance-january-2019.pdf?la=en&hash=1EE397CE-46ABBC188115123C8CE345C1FD807933> (accessed: October 10, 2022)
11. **S.C. Wijayasekera, S.A. Hussain, A. Paudel, B. Paudel, J. Steen, R. Sadiq, K. Hewage**, Data Analytics and Artificial Intelligence in the Complex Environment of Megaprojects: Implications for Practitioners and Project Organizing Theory. *Project Management Journal*, 2022, 53 (5), 485–500.
12. **V.V. Martynov, D.N. Shavaleeva, A.A. Zaytseva**, "Information Technology as the Basis for Transformation into a Digital Society and Industry 5.0". International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS), 2019, pp. 539–543.
13. **Amy Foshee Holmes, Ashley Douglass**, Artificial Intelligence: Reshaping the Accounting Profession and the Disruption to Accounting Education. *Journal of Emerging Technologies in Accounting* 1 March 2022; 19 (1): 53–68.
14. **S. Nielsen**, (2022), "Management accounting and the concepts of exploratory data analysis and unsupervised machine learning: a literature study and future directions", *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JAOC-08-2020-0107>
15. **S. Leitner-Hanetseder, O.M. Lehner**, "AI-powered information and Big Data: current regulations and ways forward in IFRS reporting". *Journal of Accounting & Organizational change*, 2022, Vol. 18 Issue 5, pp. 811–853.
16. **A.V. Bataev, N. Dedyukhina, M.N. Nasrutdinov**, "Innovations in the Financial Sphere: Performance Evaluation of Introducing Service Robots with Artificial Intelligence". 2020 9th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM), 2020, pp. 256–260.



17. **E.V. Kushnikova, V.A. Ivaschenko, M.M. Dvoryashina**, "Coordination of the Functional Structure of the Decision Support and Management System". 2021 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2021, pp. 1–5.
18. **N. Metawa, M.K. Hassan, S. Metawa**, (Eds.) *Artificial Intelligence and Big Data for Financial Risk Management: Intelligent Applications* (1st ed.). Routledge, 2022, p. 246.
19. **H. Arslan, O. Uğurlu, D.T. Eliyi**, An Overview of New Generation Bio-Inspired Algorithms for Portfolio Optimization. Bozkuş Kahyaoglu, S. (eds) *The Impact of Artificial Intelligence on Governance, Economics and Finance*, 2022, Vol. 2, pp. 207–224. Accounting, Finance, Sustainability, Governance & Fraud: Theory and Application. Springer, Singapore.
20. **D. Rodionov, E. Konnikov, T. Tenishev**, Methodology for assessing the impact of digital transformation on bank organizational activities. *Vestnik of Ryazan State Radio Engineering University*, 2021, 75, pp. 121–132.
21. **A. Fedyk, J. Hodson, N. Khimich, et al.**, Is artificial intelligence improving the audit process?. *Rev Account Stud*, 2022, no. 27, pp. 938–985.
22. **N.N. Balashova, S.A. Vardanyan, M.V. Volodina, N.A. Ishkina, I.A. Koshkarev**, Prospects of the use of artificial intelligence and automatization systems in accounting and auditing in the realities of the digital economy. *Advances in Research on Russian Business and Management*, 2021, Vol. 2021, pp. 527–534.
23. **E. Konnikov, O. Konnikova, D. Rodionov, O. Yuldasheva**, Analyzing Natural Digital Information in the Context of Market Research. *Information. Information (Switzerland)*, 2021, 12 (10), p. 387.
24. **D. Rodionov, D. Kryzhko, T. Tenishev, V. Uimanov, A. Abdulmanova, A. Kvikvinia, P. Aksenov, M. Solov'ev, F. Kolomenskii, E. Konnikov**, Methodology for Assessing the Digital Image of an Enterprise with Its Industry Specifics. *Algorithms*, 2022, no. 15, pp. 177.
25. **N. Viktorova, D. Tutueva**, Implementation of AI technology in financial accounting of intangible assets and goodwill. *Industry 5.0, Digital economics and intellectual systems (ECOPROM-2021)*, 2021. (rus)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Chetna Chauhan, Vinit Parida, Amandeep Dhir**. Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. *Technological Forecasting and Social Change*, 2022, Volume 177, article 121508.
2. **Svetlova E.** AI meets narratives: the state and future of research on expectation formation in economics and sociology. *Socio-Economic Review*, Volume 20, Issue 2, April 2022, Pages 841–861.
3. **Viktorova N., Tutueva D.** Implementation of AI in financial sphere: tasks, prerequisites, problems of realization and their solution. [Внедрение искусственного интеллекта в финансовой сфере: задачи, предпосылки, проблемы реализации и их решение.] *Youth science week Institute of industrial management, economics and trade*, 2021. (rus)
4. **Dong Yang W.G. (Will) Zhao, Jingjing Du, Yimin Yang**. Approaching Artificial Intelligence in business and economics research: a bibliometric panorama (1966–2020). *Technology Analysis & Strategic Management*, 2022.
5. **María A., Agustí & Manuel Orta-Pérez**. Big data and artificial intelligence in the fields of accounting and auditing: a bibliometric analysis. *Spanish Journal of Finance and Accounting, Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 2022.
6. ICAEW 2018. Artificial intelligence and the future of accountancy. URL: <https://www.icaew.com/-/media/corporate/files/technical/information-technology/thought-leadership/artificial-intelligence-report.ashx> (accessed October 10, 2022)
7. ACCA 2019. Machine learning. More science than fiction. URL: https://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/professional-insights/machine-learning/pi-machine-learning-report.pdf (accessed October 10, 2022)
8. **Sigma I.Q.** A Primer on AI & Machine Learning for Finance/Accounting. URL: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4326424/Sales%20Enablement%20Collateral/Finance-Team-Primer-AI-ML-WhitePaper-Sigma-IQ-Final.pdf> (accessed October 10, 2022)
9. CPA Australia and Singapore Management University School of Accountancy 2019. Charting the future of accountancy with AI. URL: <https://www.cpaaustralia.com.au/~media/corporate/allfiles/doc->

ument/professional-resources/business/charting-the-future-of-accountancy-ai.pdf (accessed October 10, 2022)

10. CPA Canada 2019. Big Data and Artificial Intelligence – The Future of Accounting and Finance. URL: <https://www.cpacanada.ca/-/media/site/operational/rg-research-guidance-and-support/docs/02041-rg-big-data-ai-future-of-accounting-finance-january-2019.pdf?la=en&hash=1EE397CE-46ABBC188115123C8CE345C1FD807933> (accessed October 10, 2022)

11. **Wijayasekera S.C., Hussain S.A., Paudel A., Paudel B., Steen J., Sadiq R., Hewage K.** Data Analytics and Artificial Intelligence in the Complex Environment of Megaprojects: Implications for Practitioners and Project Organizing Theory. *Project Management Journal*, 2022, 53(5), 485–500.

12. **Martynov V.V., Shavaleeva D.N., Zaytseva A.A.** "Information Technology as the Basis for Transformation into a Digital Society and Industry 5.0". International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS), 2019, pp. 539–543.

13. **Amy Foshee Holmes, Ashley Douglass.** Artificial Intelligence: Reshaping the Accounting Profession and the Disruption to Accounting Education. *Journal of Emerging Technologies in Accounting* 1 March 2022; 19 (1): 53–68.

14. **Nielsen S.** (2022), "Management accounting and the concepts of exploratory data analysis and unsupervised machine learning: a literature study and future directions", *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JAOC-08-2020-0107>

15. **Leitner-Hanetseder S., Lehner O.M.** "AI-powered information and Big Data: current regulations and ways forward in IFRS reporting". *Journal of Accounting & Organizational change*, 2022, Vol. 18. Issue 5, pp. 811–853.

16. **Bataev A.V., Dedyukhina N., Nasrutdinov M.N.** "Innovations in the Financial Sphere: Performance Evaluation of Introducing Service Robots with Artificial Intelligence". 2020 9th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM), 2020, pp. 256–260.

17. **Kushnikova E.V., Ivaschenko V.A., Dvoryashina M.M.** "Coordination of the Functional Structure of the Decision Support and Management System". 2021 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2021, pp. 1–5.

18. **Metawa N., Hassan M.K., Metawa S.** (Eds.) *Artificial Intelligence and Big Data for Financial Risk Management: Intelligent Applications* (1st ed.). Routledge, 2022, pages 246.

19. **Arslan H., Ugurlu O., Eliyi D.T.** An Overview of New Generation Bio-Inspired Algorithms for Portfolio Optimization. Bozkuş Kahyaoğlu, S. (eds) *The Impact of Artificial Intelligence on Governance, Economics and Finance*, 2022, Vol. 2, pp. 207–224. *Accounting, Finance, Sustainability, Governance & Fraud: Theory and Application*. Springer, Singapore.

20. **Rodionov D., Konnikov E., Tenishev T.** Methodology for assessing the impact of digital transformation on bank organizational activities. *Vestnik of Ryazan State Radio Engineering University*, 2021, 75, pp. 121–132.

21. **Fedyk A., Hodson J., Khimich N. et al.** Is artificial intelligence improving the audit process?. *Rev Account Stud*, 2022, no. 27, pp. 938–985.

22. **Balashova N.N., Vardanyan S.A., Volodina M.V., Ishkina N.A., Koshkarev I.A.** Prospects of the use of artificial intelligence and automatization systems in accounting and auditing in the realities of the digital economy. *Advances in Research on Russian Business and Management*, 2021, Vol. 2021, pages 527–534.

23. **Konnikov E., Konnikova O., Rodionov D., Yuldasheva O.** Analyzing Natural Digital Information in the Context of Market Research. *Information. Information (Switzerland)*, 2021, 12 (10), p. 387.

24. **Rodionov D., Kryzhko D., Tenishev T., Uimanov V., Abdulmanova A. Kvikvinia A., Aksenov P., Solov'ev M., Kolomenskii F., Konnikov E.** Methodology for Assessing the Digital Image of an Enterprise with Its Industry Specifics. *Algorithms*, 2022, no. 15, pp. 177.

25. **Viktorova N., Tutueva D.** Implementation of AI technology in financial accounting of intangible assets and goodwill. [Применение технологии искусственного интеллекта в финансовом учете нематериальных активов и гудвила.] *Industry 5.0, Digital economics and intellectual systems (ECOi PROM-2021)*, 2021, (rus)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ТУТУЕВА Дарья Дмитриевна

E-mail: dasha.tutueva1999@mail.ru

Darya D. TUTUEVA

E-mail: dasha.tutueva1999@mail.ru

ВИКТОРОВА Наталья Геннадьевна

E-mail: viknata@mail.ru

Natalia G. VIKTOROVA

E-mail: viknata@mail.ru

САЯКБАЕВА Айганыш Апышевна

E-mail: aas51@mail.ru

Ayganysh A. SAYAKBAEVA

E-mail: aas51@mail.ru

Поступила: 11.11.2022; Одобрена: 21.12.2022; Принята: 21.12.2022.

Submitted: 11.11.2022; Approved: 21.12.2022; Accepted: 21.12.2022.

Научная статья

УДК 338.012

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>



АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

О.Д. Старченкова¹ ✉, Д.С. Величенкова

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

✉ starchenkova.od@edu.spbstu.ru

Аннотация. Здравоохранение является сектором национальной экономики, где прослеживается тенденция к внедрению инновационных технологий. Они плотно концентрируются вокруг цифровизации здравоохранения, которое позволит значительно расширить спектр предоставляемых услуг, повысит их качество, а также сделает персонализированную медицину доступной для каждого. В данных условиях возникает острая необходимость изменения методологии оказания услуг. За последнее десятилетие произошли изменения в подходах к ведению пациентов, что привело к формированию концепции медицины будущего, которая представляет собой непрерывный процесс профилактической заботы о здоровье при помощи высоких технологий. Так, например, в период пандемии активно развивалось одно из основных направлений персонализированной медицины — телемедицина. Находясь в разных точках города или страны, пациенты могли получить консультационную помощь, не нарушая рекомендаций социального дистанцирования. Более того, благодаря повышенному интересу к мониторингу здоровья при помощи различных девайсов, персонализированная медицина активно интегрируется в систему российского здравоохранения, вытесняя устаревшие практики. Однако, несмотря на все преимущества персонализированной медицины, научное сообщество разделилось на ее сторонников и оппонентов. Данная статья посвящена определению возможностей и последствий внедрения инновационных технологий в сфере здравоохранения. Прогнозы строятся на опыте тех стран, которые имеют опыт успешного внедрения проектов персонализированной медицины. Также статья демонстрирует роль обнаружения фармацевтических биомаркеров, которые выявляют предрасположенности пациентов к заболеваниям, и могут помочь врачу назначить терапию, следовательно, это залог успеха персонализированной медицины. В исследовании обозначен ряд возможных сопутствующих проблем и предложены пути их решения. Результатом исследования является разработка рекомендаций для достижения максимального эффекта от революционного шага инноваций, не вызвав последствий от влияния экзогенных шоков. Основные положения и выводы работы направлены на дальнейшее развитие персонализированной медицины в России и могут быть использованы в формировании эффективной политики ее внедрения.

Ключевые слова: здравоохранение, персонализированная медицина, цифровизация здравоохранения, внедрение инноваций, последствия внедрения инноваций

Благодарности: Исследование профинансировано Советом по грантам Президента Российской Федерации в рамках проекта № МД-2258.2022.2

Для цитирования: Старченкова О.Д., Величенкова Д.С. Анализ внедрения цифровых технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 18–32. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>



ANALYSIS OF IMPLEMENTING DIGITAL TECHNOLOGIES IN HIGH-TECH HEALTHCARE

O.D. Starchenkova¹ ✉, D.S. Velichenkova

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

✉ starchenkova.od@edu.spbstu.ru

Abstract. Healthcare is a sector of the national economy, where there is a trend towards the introduction of innovative technologies. They are tightly concentrated around the digitalization of healthcare, which will significantly expand the range of services provided, improve their quality, and make personalized medicine accessible to everyone. Under these conditions, there is an urgent need to change the methodology for the provision of services. Over the past decade, there have been changes in approaches to patient management, which led to the formation of the concept of medicine of the future, which is a continuous process of preventive health care using high technologies. For example, during the pandemic, one of the main areas of personalized medicine, telemedicine, was actively developing. Being in different parts of the city or country, the patients could receive consulting assistance without violating the recommendations of social distancing. Moreover, due to the increased interest in health monitoring using various devices, personalized medicine is actively integrating with the Russian healthcare system, replacing outdated practices. However, despite all the benefits of personalized medicine, the scientific community is divided into its supporters and opponents. This article is devoted to determining the opportunities and consequences of introducing innovative technologies in the healthcare sector. The forecasts are based on the experience of those countries that have experience in successfully implementing personalized medicine projects. It also demonstrates the role of identifying pharmaceutical biomarkers that reveal patients' predispositions to diseases and can help the doctor prescribe therapy; therefore, this is the key to the success of personalized medicine. The study identifies a range of possible related problems and suggests ways to solve them. The result of the study is the development of recommendations for achieving the maximum effect from the revolutionary step of innovation, without causing consequences from the influence of exogenous shocks. The main provisions and conclusions of the work are aimed at further development of personalized medicine in Russia and can be used in the formation of an effective policy for its implementation.

Keywords: healthcare, personalized medicine, digitalization of healthcare, innovation, consequences of innovation

Acknowledgements: The study was funded by the Grants Council of the President of the Russian Federation under project No. MD-2258.2022

Citation: O.D. Starchenkova, D.S. Velichenkova, Analysis of implementing digital technologies in high-tech healthcare, *П-Economy*, 15 (6) (2022) 18–32. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>

Введение

Ключевым направлением стратегии долгосрочного развития сферы здравоохранения Российской Федерации является достижение высокого качества жизни и всеобщая доступность медицинской помощи. Эти направления соответствуют концепции медицины будущего, которая представляет собой непрерывный процесс профилактической заботы о здоровье при помощи высоких технологий на этапах выявления предрасположенностей к ряду заболеваний, их профилактике, а также точной диагностике и лечению [2].

Медицина будущего основывается на принципах 4П, которые отображают изменения подходов к ведению пациентов. Согласно этой концепции, предложенной Лероем Худом, медицина

должна стать предиктивной, профилактической, партисипативной и персонализированной. Раскроем каждый из принципов в индивидуальном порядке [2, 30].

Предиктивная медицина — это медицина, использующая расшифровку генома человека для точного определения характера возникновения и течения заболевания и предвидения реакций на определенные виды лечения. Такие тесты предоставляют наибольшую ценность для исследований онкологий и рисков отторжения пересаженных органов [2, 3].

Профилактическая медицина — это раздел медицины, который занимается проблемами укрепления здоровья и профилактики различных инфекционных и неинфекционных заболеваний [2, 3].

Партисипативная медицина представляет собой двухстороннее общение врача и пациента. Пациент принимает активное участие в обсуждении медицинских решений, а также способствует отслеживанию состояния здоровья [2, 3].

Персонализированная медицина — это интегральная медицина, которая включает разработку персонализированных средств лечения на основе геномики и тестирования на предрасположенность к заболеваниям, профилактику, объединение диагностики с лечением и мониторингом лечения [8]. Фундаментальным компонентом персонализированной медицины является стандартная оценка риска для здоровья (HRA) для оценки вероятности развития у человека наиболее распространенных хронических заболеваний (или событий заболевания). HRA, основанные на фактических данных, в сочетании с прогностическими моделями облегчат оценку риска заболевания пациента и определение приоритетов клинических стратегий для их устранения [28].

Тенденции развития современного здравоохранения плотно концентрируются вокруг цифровизации здравоохранения. Цифровизационное здравоохранение позволит значительно расширить спектр предоставляемых услуг, повысит их качество, а также сделает персонализированную медицину доступной для каждого.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в современных условиях основной задачей является оценка необходимости внедрения инноваций в сфере здравоохранения. Принципы высокотехнологичной медицины будущего основаны на инновационных технологиях и новейшем подходе, который в Российской Федерации медицинские учреждения не практикуют. Чтобы достигнуть максимального эффекта от революционного шага инноваций необходимо совершить плавный переход к медицине будущего, не вызвав последствий от влияния экзогенных шоков.

Целью исследования является анализ внедрения технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения и формирование рекомендаций по их внедрению в систему здравоохранения РФ. **Задачи исследования:**

1. Выделить последствия внедрения цифровых технологий;
2. Предложить рекомендации по внедрению инновационных технологий для цифровизации системы здравоохранения.

Объектом исследования является система здравоохранения Российской Федерации.

Литературный обзор

Цифровизация российской системы здравоохранения призывает к переходу в постиндустриальное общество, упрощению процесса оказания медицинской помощи и улучшению их качества. В ближайшей перспективе произойдет массовый переход на электронный документооборот и ведение электронных медицинских карт. В 2020 году в пандемию коронавируса активно развивались процессы дистанционного взаимодействия медицинских организаций с пациентами [5]. ЕГИСЗ является примером успешного проекта в системе цифрового здравоохранения и играет большую роль, так как представляет единую сеть информационных систем медицинских учреждений, которая способствует значительному сокращению врачебных ошибок и упрощает систематизацию сведений [19, с. 4].

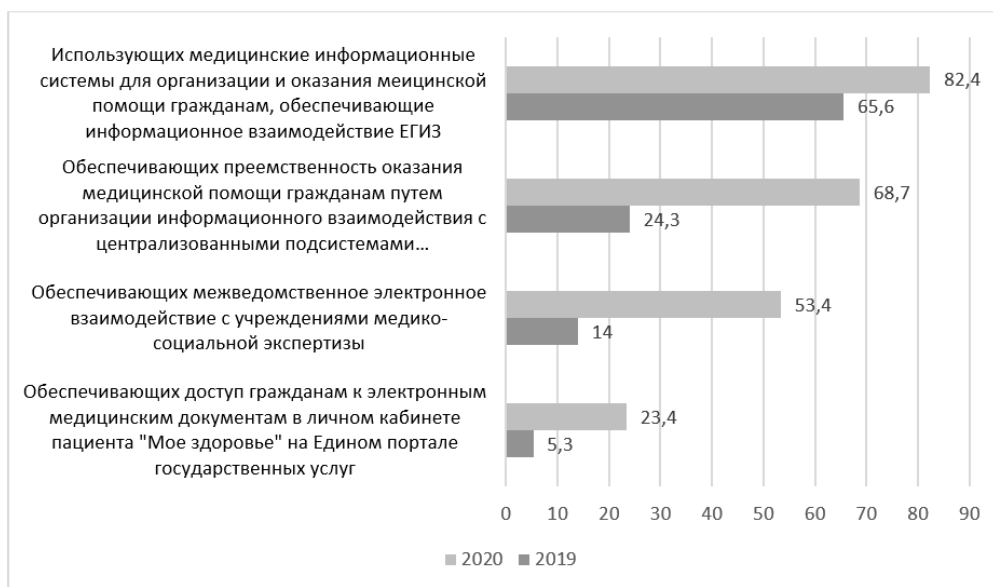


Рис. 1. Удельный вес медицинских организаций (в процентах от общего числа медицинских организаций государственной и муниципальной систем здравоохранения)

Fig. 1. Share of medical organizations (as a percentage of the total number of medical organizations of the state and municipal healthcare systems)

Источник: [6]

Рассмотрим данные статистического сборника «Индикаторы цифровой экономики: 2021». На рис.1 представлен удельный вес медицинских организаций от общего числа медицинских организаций по категориям.

На основе данных (рис. 1) можно сделать вывод, что за год увеличился удельный вес медицинских организаций, которые используют электронные медицинские карты и единую базу данных, увеличилась доступность проводимых услуг, а также наблюдается тенденция к повышению заинтересованности людей в вопросах собственного здоровья. Цифровизация медицины способствует снижению нагрузки на сотрудников больницы, ускоряет информационный обмен между подразделениями, помогает систематизировать данные и вносить в них изменения [15, с. 2].

Более того, к неочевидному преимуществу построения цифрового здравоохранения является искоренение коррупции [14]. Цифровые технологии призваны остановить взятки врачам, выдачу препаратов за «вознаграждение», платную сдачу анализов и обследования, которые должны быть бесплатными. Однако, стоит отметить, что на рынке услуг телемедицины, ответвления цифрового здравоохранения, наблюдается рост теневого сектора медицинских услуг [18]. А значит, еще рано говорить о пресечении коррупционных действий в системе здравоохранения.

Однако, несмотря на все преимущества персонализированной медицины научное сообщество разделилось за и против. Позицию «против» подкрепляют неоднозначные результаты проекта «Геном человека», посвященный расшифровке гена. Итоги исследования получились неоднозначные: выяснилось, что существует огромное множество вариаций каждого гена и это делает невозможным точно определить причину расположенности пациента к заболеванию [1].

Но подобный исход может быть выявлен в следствии неточной постановки задачи: суть персонализированной медицины заключается не в изучении вариаций каждого гена и определении причины расположенности, а в рассмотрении гена и наложении его на прочие данные пациента [1].

Доктор Michael Joyner считает, что индивидуальный подход к каждому пациенту не снизит основные причины заболеваемости и смертности, а значит нет смысла инвестировать в нее. Он

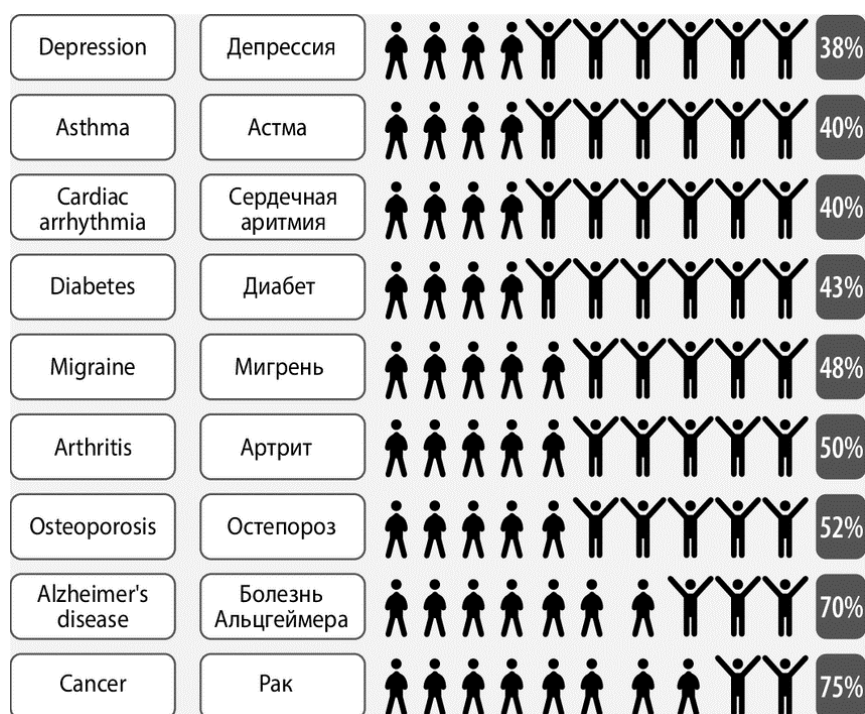


Рис. 2. Доля пациентов, наблюдавшихся по поводу указанных заболеваний, для которых проводимая терапия была неэффективна (2001 г.)

Fig. 2. Proportion of patients observed for the indicated diseases for whom the therapy was ineffective (2001)

Источник: 1

утверждает, что больший эффект принесет массовая иммунизация, повышенный контроль санитарных условий и улучшение социально-экономических условий [1].

Позицию автора можно опровергнуть результатами исследования, проведенного в 2001 году (рис. 2). Оно было проведено несколько десятилетий назад, его выводы дали толчок к развитию теории биомаркеров и позволили выявить их роль. Они могут значительно поспособствовать терапии и снизить вероятность наступления побочных эффектов от принятия неправильно подобранных препаратов. Биомаркер — это характеристика, которая используется в качестве индикатора состояния всего организма. С точки зрения персонализированной медицины выделяются диагностический маркер, маркер восприимчивости, прогностический маркер и предиктивный [23, 24, 30].

Диагностический биомаркер позволяет определить на ранней стадии заболевание. Биомаркер восприимчивости отражает потенциальный риск развития заболевания. Прогностический может выступать как предиктивным и предсказывать течение заболевания. Предиктивный биомаркер направлен на выявление реакции организма на препараты.

Данное исследование демонстрирует роль выявления фармацевтических биомаркеров, которые измеряют влияние препарата на организм. Результаты исследования неутешительные: при артрите половина пациентов принимает лекарства, которые не способствуют лечению, а из всех пациентов с диагнозом рак, лишь четверть пациентов смогла вылечиться. Болезнь Альцгеймера — страшное заболевание, которое невозможно вылечить и сложно обнаружить на ранних этапах, однако, после ее диагностики, лишь 30% смогут притормозить ее распространение. Следовательно, успех персонализированной медицины зависит от наличия точных диагностических тестов, которые выявляют предрасположенности пациентов к заболеваниям, и могут поспособствовать врачу назначить терапию [29, 30].



На основе исследования можно сделать вывод о необходимости предиктивных и прогностических биомаркеров в таких сферах медицины как онкология, ревматология и психиатрия [25, 26]. Предиктивные биомаркеры дают достоверную информацию относительно того или иного типа лечения и способствуют выявлению наиболее подходящего. Прогностические биомаркеры отражают исходный риск, что также способствует выбору лечения [32]. Но внедрение нового биомаркера, как и новой технологии, требует существенных вложений и поддержки со стороны государства. Современные исследователи выделяют условие развития персонализированной медицины: поддержка хранилищ клинического материала — биобанков [4, с. 63]. Такой ресурс позволит гораздо более широко оценить клиническую значимость генетической изменчивости при различных состояниях [29].

Фармакогеномика — это использование геномной информации для определения или прогнозирования ответа на терапию. В онкологии соматический геном опухоли использовался для идентификации биомаркеров, которые предсказывают терапию для оптимального отклика. Например, при остром лимфобластном лейкозе примерно у 20% больных становятся невосприимчивыми к лечению. Два исследования используя дифференциальную экспрессию генов, обнаружили, что гены, участвующие в химиорезистентности, также связаны с худшим прогнозом, закладывая фундамент для будущих исследований механизмов сопротивления [28, 30].

Исследовательский разрыв заключается в том, что проблема внедрения цифровых технологий и возможные последствия их влияния рассматривается в недостаточно полной мере. В существующих методиках отсутствует качественный анализ последствий цифровой трансформации системы российского здравоохранения.

Материалы и методы исследования. При проведении исследований использовались современные общенаучные методы: контент-анализ современной и отечественной научной литературы, метод синтеза, метод систематизации, метод научного прогнозирования. В качестве эмпирической базы использовались данные, приведенные в периодической печати и сети «интернет», материалы статей и конференций, электронные журналы и фундаментальные исследования относительно персонализированной медицины и цифровизации здравоохранения.

Контент анализ заключался в изучении статей отечественных и зарубежных исследователей в сфере инвестиций, телемедицины, социально-экономических изменений после пандемии коронавируса, а также проблем здравоохранения РФ. Метод научного прогнозирования применялся при формировании возможных сценариев развития событий после внедрения инновационных технологий.

Результаты и обсуждение

Изучение сущности концепции современного здравоохранения привело к выводу о том, что персонализированная медицина учитывает особенности больного, разрушая стереотип “одно лечение для всех”. Развитие болезни у представителей разных генотипов может отличаться, следовательно, диагностика и лечение пациентов стандартными методами может привести к провоцированию нежелательных лекарственных реакций, и в худшем случае летальный исход. Однако, несмотря на положительные стороны медицины будущего, научное сообщество относится к этому неоднозначно.

Проведенный анализ исследования 2001 года (рис. 2) позволяет сделать вывод о том, что персонализированная медицина может помочь избежать медицинских ошибок в диагностике заболевания, и данная модель способна сократить смертность, снизить инвалидность, уменьшить расходы на лечение и повысить уровень жизни. Следовательно, разработка рекомендаций по их внедрению представляют практическую значимость.

Систематизируя все тезисы выше, сформируем наглядную схему, отражающую взаимосвязи между государством, населением и медицинскими учреждениями.

Рекомендации по реализации идей персонализированной медицины представлены в трех сферах деятельности: государство, население и медицинские учреждения. Так как государство выполняет важные функции такие как: экономическая, правоохранительная, социальная и культурно-просветительскую, в совокупности оно создает пространство для деятельности медицинских учреждений и условия для жизни населения.

СМИ как важная составляющая часть этой системы перенимает часть культурно-просветительской деятельности государства, следовательно, трансляция идей персонализированной медицины до населения и медицинских учреждений лежит на данном социальном институте.

Население и медицинские учреждения представлены двумя большими областями, которые пересекаются между собой, представляя как площадку для сотрудничества. Например, медицинская организация предоставляет пациентам возможности дистанционного консультирования населения и плановой диспансеризации, а работникам условия для повышения квалификации.

Население в свою очередь пользуется услугами диспансеризации и телемедицины. Важным аспектом жизнедеятельности населения является формирование культурного кода, который заключается в передаче полезных привычек и проведении мероприятий по охране своего здоровья. В связи с изменением отношения к здоровью происходит переосмысление роли медицинского страхования в жизни общества. Также государство должно предоставлять гарантии инвесторам, которые поддерживают создание субъектов персонализированной медицины в области обновления медицинского оборудования и развития фармацевтики.

Медицинские учреждения должны предоставить гарантии пациентам конфиденциальности биометрических данных и дать возможность сторонним медицинским организациям в случае оказания экстренной медицинской помощи использовать данные пациента. Также при поддержке государства доработать лекарственную политику.

Перечисленные рекомендации имеют значимость так как только при скоординированных усилиях государства, медицинских организаций и населения могут быть реализованы принципы персонализированной медицины.

Последствия внедрения персонализированной медицины

Перейдем непосредственно к возможным сценариям развития событий после внедрения инновационных технологий, которое ожидается по словам экспертов в 2025 году [7]. Прогнозы строятся на опыте тех стран, которые имеют опыт успешного внедрения проектов персонализированной медицины [4, с. 3].

В первую очередь внедрение инноваций требует не только крупных финансовых вложений в лабораторное и информационное оснащение, в повышении квалификации медицинского персонала, в систему оценки качества помощи и клинические рекомендации. Со стороны государства должны быть предприняты меры по созданию инновационной инфраструктуры и условий для инновационной деятельности в сфере здравоохранения [13; 14, с. 7].

Однако, несмотря на успехи во внедрении передовых технологий телемедицины, правовое поле не получило должного развития [14, с. 7; 19, с. 6]. Существует пробел в нормативной базе в отношении статуса электронных документов [19, с. 6], полномочий врача диагностировать и лечить заболевания в дистанционном формате [17].

Медицина будущего подразумевает сбор и хранение результатов анализов генетического в облачном хранилище, доступ к которому будут иметь все медицинские организации в случае экстренных ситуаций. Пандемия коронавируса негативно сказалась на психологическом здоровье нации и подорвало доверие к конфиденциальности своих данных, в частности из-за распространения компьютерного мошенничества и распространения информации третьим лицам [20]. Следовательно, необходимо обеспечить конфиденциальность данных электронных систем от посторонних лиц, разработать этический кодекс, а также организовать регулирование соблюдения и законодательное согласование нововведений.

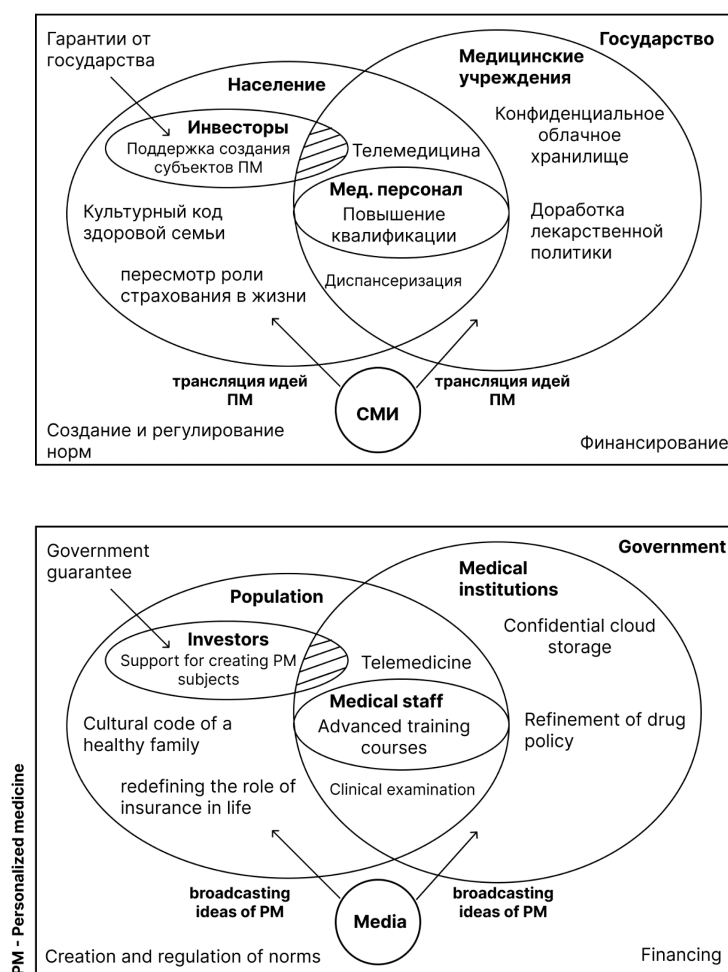


Рис. 3. Взаимосвязи разработанных рекомендаций между населением, медицинскими учреждениями и государством
Fig. 3. The relationship of the developed recommendations between the population, medical institutions, and the government

Источник: составлено автором

В период пандемии коронавируса выросла роль телемедицины в системе здравоохранения. Телемедицина — это медицинская практика получения или оказания услуг при помощи информационных и телекоммуникационных технологий [16, с. 1]. Выделяют два вида общения: «врач-врач» и «врач-пациент», однако до 2020 года преобладала форма общения «врач-врач». В условиях строгого социального дистанцирования российским площадкам телемедицины был брошен вызов срочной доработки формы «врач-пациент» («Доктор рядом», «Яндекс.Здоровье», «OnDoc») [17].

Первоначально целью внедрения телемедицинских технологий стала экстренная помощь уязвимым группам населения, и совершенствование лечебно-диагностического процесса в труднодоступных регионах. Данная медицинская практика позволяет осуществлять регулярный мониторинг пациентов и рассматривать каждый случай в индивидуальном порядке [16]. Мониторинг за пациентами с хроническими заболеваниями в дистанционном формате можно осуществлять при использовании технологий m-Health, которая охватывает все приложения телекоммуникационных и мультимедийных технологий для предоставления медицинской помощи [15, с. 2]. В практику медицинских учреждений также активно внедряется использование ID браслетов, которых находится чип с необходимой информацией о пациенте. Данный гаджет сложно снять са-

мостоятельно, однако дискомфорта пациенту не доставляет, так как сделан из ткани или винила [14, с. 6].

Пациенты стали больше внимания уделять здоровью и проявляют инициативу участника в программах мониторинга здоровья, что отражает партисипативную сторону медицины будущего.

Такую тенденцию необходимо поддерживать распространением технологий телемедицины в труднодоступных для специалистов районах страны и после пандемии. Данное направление персонализированной медицины позволит сократить расходы на высокотехнологичное здравоохранение через снижение нагрузки на врачей, расходы на средства индивидуальной медицины, сокращение распространения вирусов в сезон простуды и гриппа, а также поспособствует повышению роли медицинской культуры в жизни населения.

Существенной проблемой телемедицины является цифровое неравенство и нарушение конституционных прав на охрану здоровья и медицинскую помощь. В небольших городах не хватает медицинских учреждений и квалифицированных врачей [14], а отсутствие высокоскоростного интернета пользователям в сельских местностях тормозит развитие телемедицины и персонализированного подхода в лечении [19, с. 6].

Следует ожидать и рост спроса на услуги диспансеров, которые представляют собой обоснованную систему профилактических и лечебных мероприятий, направленных на сохранение, восстановление и укрепление здоровья [1]. Профилактические мероприятия поспособствуют укреплению здоровья населения и, согласно позитивным прогнозам, повысит продолжительность жизни на 10 лет. Спрос поражает предложение: к 2035 году планируется создание не менее 2035 центров превентивной медицины. На основе принципов социального предпринимательства только в сфере оказания превентивной медицины будет создано не менее 300 тысяч новых рабочих мест [4].

Бесплатную диспансеризацию могут пройти лица, которым в текущем году исполняется следующее количество полных лет: 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 40 и старше [8]. Осведомление о возможностях бесплатных профилактических мероприятиях, своевременное выявление предрасположенностей к заболеванию и качественное проведение профилактических мероприятий закладывают основу здоровой нации [9].

Формирование бережного отношения к здоровью является функцией средств массовой информации. Однако, для ребенка функцию выполняют родители, которые с рождения закладывают в него своего рода «генетический код». Такие мероприятия как посещение центров семейной медицины, совместное участие в спортивных мероприятиях, регулярная профилактика гриппа становятся частью образа жизни ребенка, который в будущем сможет передать эти традиции своим детям [22].

До населения доступным языком должны быть доведены основные сведения о персонализированной медицине, ее целях, методах. Идеологический сдвиг от внедрения персонализированной медицины может привести к возобновлению споров о медицинском патернализме: если сократится степень влияния пациента на лечебный процесс, он будет вынужден всецело довериться на квалификацию и опыт лечащего врача. Генетические тесты несовершенны, отчасти потому, что большинство генных мутаций не позволяют точно предсказать результаты. Клиницисты должны понимать специфичность и чувствительность новой диагностики. А пациенты должны быть уверены, что диагностические тесты дают достоверные результаты, особенно если результаты испытаний используются при принятии важных медицинских решений [29].

Вопросы медицинского страхования также потребуют нормативно-правового регулирования. Например, денежная компенсация дорогостоящей операции потребует значительных действий в процессах подготовки доказательной базы необходимости медицинского вмешательства.

Из этого вытекает следующее последствие: при внедрении инноваций необходимо заранее подготовить медицинский персонал, предоставив необходимые условия для получения теоретических и прикладных знаний. Данный вопрос актуален, так как в медицине особо остро востре-



бовано непрерывное образование, и цифровые технологии предоставляют удобные форматы для этого. Специалист должен уметь работать с большим массивом данных, разбираться в вопросах наследственности, учитывать экологические условия и образ жизни пациента. Такие знания должны получать и будущие специалисты в рамках обучения в университете, и в этом случае образовательная реформа неизбежна [2].

Ситуация может осложниться в случае ускоренного выбытия существующих специалистов старшей возрастной группы. Молодые специалисты не могут полностью восполнить пробел кадров, так как не обладают ценным набором знаний «советской школы» и не хотят работать в бюджетных медицинских организациях, считая данное место работы недостаточно престижным [10]. Внедрение передовых технологий однозначно повлечет расширению и усложнению должностных обязанностей как работников низшего, так и высшего звена. На данном этапе цифровизации специалисты старшей возрастной группы испытывают трудности в ведении электронного документооборота, поэтому важно грамотно адаптировать сотрудников к новым условиям [21, с. 4]. Следовательно, при внедрении технологий особое внимание следует на развитие образовательных услуг для данной категории: повышение квалификации, профессиональная подготовка, подготовка к оказанию услуг в цифровом формате.

Евсеева М.Е. и Сергеева О.В. в своем научном труде [2] разработали методические рекомендации по улучшению образовательных программ для студентов высших учебных заведений и колледжей в сфере персонализированной медицины на основе последних зарубежных рекомендаций. Например, во Франции студенты осваивают углубленно генетику и «информационные технологии здоровья» [4]. Результатом исследования стало теоретическое обоснование необходимости создания студенческих интерактивных учебных программ, которые расширят знания о социально значимых заболеваниях [2].

Для врачей в рамках ДПО Евсеева М.Е. и Сергеева О.В. предлагают разработать программу, затрагивающая вопросы 4П-медицины, основы геномики, эпигенетики, транскриптомики, протеомики, метаболомики и биоинформатики и раскрыть их взаимосвязь с 4П-медициной [2].

Данные меры позволят плавно провести перестройки системы здравоохранения как до дипломного, так и последипломного уровня. Ключевым препятствием для перевода геномной информации в клиническую практику является отсутствие понимания геномики и ограниченный доступ к соответствующим инструментам. Несколько обзоров указывают на растущий дефицит знаний в области генетики среди средних врачей. Сотрудники первичной медико-санитарной помощи из всех сил пытались интерпретировать семейные модели болезней и интегрировать эту информацию в практику [28].

Текущие геополитические изменения, а также нарастающее количество санкций, связанных с работой социально-экономических систем, в том числе, системы здравоохранения, создают дополнительные издержки и риски, которые требуют дополнительного рассмотрения.

Во-первых, производители медицинской техники в России вынуждены перейти на динамическое ценообразование, так как не в состоянии больше сдерживать их на уровне. К ценообразующим факторам относят сложности организации логистических цепочек, проблемы оплаты услуг, а также колебания общественного мнения. Следовательно, на ближайшую перспективу это затруднит разработку финансирования [10, 12].

Во-вторых, переход к персонализированной медицине потребует замены или обновления производственных мощностей и оборудования большим процентом износа, используемого с середины XX века на современное [4, с. 61]. Однако, отечественные производители не могут полностью провести замену, следовательно, расширение приборной базы будет осуществлено не в полной мере. Согласно статистическим данным Министерства здравоохранения, на июль 2022 года отечественные медицинские изделия составляют более 31%. За два года планируется нарастить до 50% за счет государственной поддержки [11].

В-третьих, транспортировка зарубежных лекарственных препаратов является также проблематичным. Однако ситуация в ближайшее десятилетие по прогнозам экспертов изменится: Москва на фоне санкций поддержит отечественные фармацевтические компании расширением офсетных контрактов. Также имеется опыт работы в сложных стрессовых ситуациях в период пандемии коронавируса, столица стала площадкой для проведения клинических испытаний вакцин [11].

Внедрение уникальных методов лечения повлечет за собой пересмотр и доработку лекарственной политики. С одной стороны, принимаемый препарат будет соответствовать особенностям организма, оказывать желаемый эффект и исключить лишние расходы. С другой стороны, для более распространенного типа гена лекарства будут дороже, а значит, не все желающие смогут позволить себе индивидуальную медицину. Более того, фармацевтика станет привлекательной сферой и сможет привлечь инвесторов [1, 9].

За последние годы наблюдается тенденция снижения объема инвестиционных вливаний в сферу здравоохранения, Скобникова В. К. видит решение данной проблемы в устранении препятствий входа на рынок здравоохранения для частных инвесторов, а также создать условия для реинвестирования доходов самих больниц [19, с. 6].

Заключение

В данном исследовании был проведен анализ внедрения цифровых технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения. В рамках работы была раскрыта сущность персонализированной медицины, а также сформированы рекомендации по внедрению цифровых технологий в систему здравоохранения РФ. К полученным результатам следует отнести:

1. Медицина будущего основывается на концепции 4П: предиктивной, партисипативной, профилактической и персонализированной медицины. В основе персонализированной медицины лежит высокотехнологичное здравоохранение, которое достигается за счет внедрения инноваций. Ярким примером может стать активное развитие процессов дистанционного взаимодействия медицинских организаций с пациентами в 2020 году в пандемию коронавируса.

2. Феномен персонализированной медицины расколол научное сообщество на сторонников и приверженцев. Доктор Michael Joynep считает, что индивидуальный подход к каждому пациенту не снизит основные причины заболеваемости и смертности, а значит нет смысла инвестировать в нее. Его позицию можно опровергнуть результатами исследования, посвященного роли выявления фармацевтических биомаркеров, измеряют влияние препарата на организм.

3. Внедрение нового биомаркера, как и новой технологии, требует существенных вложений и поддержки со стороны государства. На следующем этапе исследования был проведен анализ последствий.

Последствия внедрения высокотехнологичной медицины, следующие:

1. Пересмотр лекарственной политики
2. Недостаток квалифицированных кадров,
3. Проведение образовательной реформы,
4. Недоверие населения к революционным методам,
5. Возникшие издержки внедрения инноваций в условиях новой реальности.

Проведенный анализ последствий позволил в процессе изучения выделить следующие основные рекомендации:

1. Разработать инновационную структуру и создать условия для инновационной деятельности в сфере здравоохранения, в том числе предоставить гарантии инвесторам в объекты персонализированной медицины.

2. Обратить внимание на урегулирование насущных вопросов медицинских учреждений касательно сотрудников и лекарственной политики.



3. Доработать нормативно-правовую базу, а именно разработать этический кодекс и организовать порядок регулирования соблюдения.

4. Развивать всестороннее оповещение о принципах и идеях персонализированной медицины и телемедицины, а также о проведении плановой диспансеризации лиц, достигших определенного возраста.

Научная новизна исследования заключается в систематизации и теоретическом обосновании последствий внедрения инновационных технологий на данном этапе развития персонализированной медицины, а также в разработке научно-методологических положений на основе полученных выводов исследования.

Результаты соответствуют поставленным задачам, следовательно, цель исследования достигнута. В данной статье была раскрыта сущность персонализированной медицины, выделены последствия от внедрения и представлены рекомендации в разных сферах деятельности. Развитие цифровых технологий, в том числе в сфере предоставления медицинских услуг, выявляет необходимость дополнительного исследования условий функционирования отраслей производства высокотехнологичной медицинской техники.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. От персонализированной к точной медицине / К.В. Раскина, Е.Ю. Мартынова, А.В. Перфильев [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2017. — Т. 13. — № 1. — С. 69–79.
2. **Евсеева М.Е.** О подходах к формированию учебных программ по предиктивной, превентивной, персонализированной и партисипативной медицине (4П-медицине) / М.Е. Евсеева, О.В. Сергеева // Современные проблемы науки и образования. — 2018. — № 6. — С. 155.
3. Концепция персонализированной медицины в предметной области "нейромедицина" на технологической платформе "Медицина здоровья" / А.И. Вялков, С.А. Мартынич, В.А. Полесский, Г.В. Ковров // Здоровоохранение Российской Федерации. — 2014. — Т. 58. — № 6. — С. 4–9.
4. **Куракова Н.Г.** Переход к модели персонализированной медицины: барьеры и возможные решения / Н.Г. Куракова, И.М. Сон, А.Н. Петров // Менеджер здравоохранения. — 2017. — № 8. — С. 53–67.
5. **Скобникова В.К.** Цифровизация в Российской системе здравоохранения / В. К. Скобникова, Е. В. Шищенко // Вестник науки. — 2020. — Т. 5. — № 5(26). — С. 278–285.
6. Индикаторы цифровой экономики: 2021 : статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т И60 «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2021. — 380 с.
7. **Шляхто Е.В.** Персонализированная медицина. История, современное состояние проблемы и перспективы внедрения / Е.В. Шляхто, А.О. Конради // Российский журнал персонализированной медицины. — 2021. — Т. 1. — № 1. — С. 6–20.
8. Официальный сайт Территориального фонда ОМС Санкт-Петербурга. URL: <https://spboms.ru/citizen/service/dispensary/rights> (дата обращения: 05.10.2022)
9. **Сучков С.В., Абэ Х., Антонова Е.Н., Барах П., Величковский Б.Т., Галагудза М.М., Дворжик Д. А., Диммок Д., Земсков В.М., Колтунов И.Е., Люстиг Р., Малявская С.И., Медведев О.С., Петрайкина Е.Е., Ревитшвили А.Ш., Свистунов А.А., Смит Д., Сухоруков В.С., Тюкавин А.И., Царегородцев А.Д., Шапира Н.** Персонализированная медицина как обновляемая модель национальной системы здравоохранения. Часть 1. Стратегические аспекты инфраструктуры. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017; 62 (3): 7–14.
10. **Сергеева Н.М.** Сравнительная оценка уровня оплаты труда в системе здравоохранения федеральных округов РФ / Н.М. Сергеева // Азимут научных исследований: экономика и управление. — 2018. — Т. 7. — № 4 (25). — С. 283–286.
11. **Ожгихин И.В.** Инструменты многоканального финансирования для развития рынка инновационной медицинской техники / И.В. Ожгихин, И.А. Рудская // Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем : Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 20–21 ноября 2020 года / Под

редакцией Д.Г. Родионова, А.В. Бабкина. — Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. — С. 390–392.

12. **Рудская И.А.** Оценка эффективности региональной инновационной системы России по стадиям инновационного процесса // NBI-technologies. 2017. № 3 (11).

13. **Patsalias Athanasios, Kozovska Zuzana.** Personalized medicine: Stem cells in colorectal cancer treatment. Department of Molecular Oncology, Cancer Research Institute, Biomedical Research Center, University Science Park for Biomedicine, Slovak Academy of Sciences, Dubravska cesta 9, 845 05 Bratislava, Slovakia.

14. **Колкарева И.Н.** Цифровизация как инструмент преодоления коррупции в области здравоохранения / И.Н. Колкарева, Р.С. Дармограева // Сфера услуг: инновации и качество. — 2020. — № 51. — С. 47–56.

15. **Рвачева А.С.** Цифровизация в сфере здравоохранения / А.С. Рвачева, М.Б. Сарангов // Цифровизация региона: проблемы и перспективы : Материалы II национальной научно-практической конференции, Элиста, 05 мая 2020 года / Редколлегия: Г.Я. Казакова [и др.]. — Элиста: Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 2020. — С. 91–92.

16. **Качнов С.А.** Телемедицина в системе здравоохранения / С.А. Качнов, Н.В. Болдырихин // Техника и технологии: пути инновационного развития, 2019. — С. 164–166.

17. **Сазонова М.** Доктор онлайн: правовые аспекты телемедицины в России [Эл. ресурс] / М. Сазонова. URL: <https://www.garant.ru/article/1405237/> (дата обращения: 05.11.2022).

18. **Шадеркин И.** Может ли телемедицина быть экономически эффективной? [Эл. ресурс] / И. Шадеркин. URL: <https://www.sechenov.ru/pressroom/news/mozhet-li-telemeditsina-byt-ekonomich-eski-effektivnoy-/> (дата обращения: 05.11.2022).

19. **Скобникова В.К.** Цифровизация в Российской системе здравоохранения / В.К. Скобникова, Е.В. Шищенко // Вестник науки. — 2020. — Т. 5. — № 5 (26). — С. 278–285.

20. **Пешкова Г.Ю., Самарина А.Ю.** Разработка и применение концепции цифровой экономики в России в рамках стратегии экономического развития с учетом опыта развитых стран, 2018. № 1 (17). С. 17–20.

21. **Кудрина В.Г.** Оценка вовлеченности врачей в цифровизацию практического здравоохранения / В.Г. Кудрина, Т.В. Андреева, О.В. Гончарова // Актуальные вопросы общественного здоровья и здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2021. — С. 218–223.

22. **Никулина Н.М.** Роль семьи в формировании здорового образа жизни / Н.М. Никулина, Ю.Ю. Ануфриева, И.Г. Иванисенко // Вестник научных конференций. — 2018. — № 3-4 (31). — С. 114–116.

23. Stratification biomarkers in personalized medicine. Summary report. European Commission, DG Research — Brussels, 10–11 June 2010.

24. **Конради А.О.** Биомаркеры, их типы и основы применения в персонализированной медицине / А.О. Конради // Российский журнал персонализированной медицины. — 2022. — Т. 2. — № 3. — С. 6–16.

25. **Pereginya O.V.** Translation medicine, biomedicine and medical biotechnology: the transition to personalized medicine / O.V. Pereginya, T.M. Lutsenko // Biotechnologia Acta. — 2020. — Vol. 13. — No. 2. — Pp. 5–11.

26. Персонализированная медицина и лечение редких болезней — новая парадигма современной медицины / А.А. Соколов, М.Н. Гусева, А.А. Ацапкина [и др.] // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. — 2010. — Т. 9. — № 3. — С. 6–12.

27. **Isaac S. Chan and Geoffrey S. Ginsburg,** Personalized Medicine: Progress and Promise, The Annual Review of Genomics and Human Genetics is online at genom.annualreviews.org

28. **Margaret A., Hamburg M.D., Francis S., Collins M.D.** The Path to Personalized Medicine, The New England Journal of Medicine Downloaded from nejm.org on December 1, 2022.

29. **Arshad M.S., Shahzad A., Abbas N., AlAsiri A., Hussain A., Kucuk I., et al.** Preparation and characterization of indomethacin loaded films by piezoelectric inkjet printing: a personalized medication approach. Pharm Dev Technol. 2020; 25 (2): 197–205.

30. **Boehm R.D., Daniels J., Stafslie S., Nasir A., Lefebvre J., Narayan R.J.** Polyglycolic acid micro-needles modified with inkjet-deposited antifungal coatings. Biointerphases. 2015; 10 (1): 011004.

31. **Mathur S., Sutton J.** Personalized medicine could transform healthcare (review). Biomed Reports. 2017; 7 (1): 3–5.



32. **Amara I., Touati W., Beaune P., de Waziers I.** Mesenchymal stem cells as cellular vehicles for prod-rug gene therapy against tumors. *Biochimie*, 105 (2014), pp. 4–11.

REFERENCES

1. Ot personalizirovannoy k tochnoy meditsine / K. V. Raskina, Ye. Yu. Martynova, A. V. Perfilyev [i dr.] // *Ratsionalnaya farmakoterapiya v kardiologii*. – 2017. – T. 13. – № 1. – S. 69–79.
2. **M.Ye. Yevseyeva**, O podkhodakh k formirovaniyu uchebnykh programm po prediktivnoy, preventivnoy, personalizirovannoy i partisipativnoy meditsine (4P-meditsine) / M.Ye. Yevseyeva, O.V. Sergeyeva // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2018. – № 6. – S. 155.
3. Kontseptsiya personalizirovannoy meditsiny v predmetnoy oblasti "neyromeditsina" na tekhnologicheskoy platforme "Meditsina zdorovya" / A.I. Vyalkov, S.A. Martynchik, V.A. Polesskiy, G.V. Kovrov // *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. – 2014. – T. 58. – № 6. – S. 4–9.
4. **N.G. Kurakova**, Perekhod k modeli personalizirovannoy meditsiny: baryery i vozmozhnyye resheniya / N.G. Kurakova, I.M. Son, A.N. Petrov // *Menedzher zdravookhraneniya*. – 2017. – № 8. – S. 53–67.
5. **V.K. Skobnikova**, Tsifrovizatsiya v Rossiyskoy sisteme zdravookhraneniya / V. K. Skobnikova, Ye. V. Shishchenko // *Vestnik nauki*. – 2020. – T. 5. – № 5 (26). – S. 278–285.
6. Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2021 : statisticheskiy sbornik / G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevskiy, L.M. Gokhberg i dr.; Nats. issled. un-t I60 «Vysshaya shkola ekonomiki». – M.: NIU VShE, 2021. – 380 s.
7. **Ye.V. Shlyakhto**, Personalizirovannaya meditsina. Istoriya, sovremennoye sostoyaniye problemy i perspektivy vnedreniya / Ye.V. Shlyakhto, A.O. Konradi // *Rossiyskiy zhurnal personalizirovannoy meditsiny*. – 2021. – T. 1. – № 1. – S. 6–20.
8. Ofitsialnyy sayt Territorialnogo fonda OMS Sankt-Peterburga. URL: <https://spboms.ru/citizen/service/dispensary/rights> (data obrashcheniya: 05.10.2022)
9. **S.V. Suchkov, Kh. Abe, Ye.N. Antonova, P. Barakh, B.T. Velichkovskiy, M.M. Galagudza, D.A. Dvorzhik, D. Dimmok, V.M. Zemskov, I.Ye. Koltunov, R. Lyustig, S.I. Malyavskaya, O.S. Medvedev, Ye.Ye. Petryaykina, A.Sh. Revishvili, A.A. Svistunov, D. Smit, V.S. Sukhorukov, A.I. Tyukavin, A.D. Tsaregorodtsev, N. Shapira**, Personalizirovannaya meditsina kak obnovlyayemaya model natsionalnoy sistemy zdravookhraneniya. Chast 1. Strategicheskiye aspekty infrastruktury. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2017; 62 (3): 7–14.
10. **N.M. Sergeyeva**, Sravnitel'naya otsenka urovnya oplaty truda v sisteme zdravookhraneniya federal'nykh okrugov RF / N.M. Sergeyeva // *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye*. – 2018. – T. 7. – № 4 (25). – S. 283–286.
11. **I.V. Ozhgikhin**, Instrumenty mnogokanal'nogo finansirovaniya dlya razvitiya rynka innovatsionnoy meditsinskoy tekhniki / I.V. Ozhgikhin, I.A. Rudskaya // *Ustoychivoye razvitiye tsifrovoy ekonomiki, promyshlennosti i innovatsionnykh sistem : Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii s zarubezhnym uchastiyem, Sankt-Peterburg, 20–21 noyabrya 2020 goda / Pod redaktsiyey D.G. Rodionova, A.V. Babkina*. – Sankt-Peterburg: POLITEKh-PRESS, 2020. – S. 390–392.
12. **I.A. Rudskaya**, Otsenka effektivnosti regionalnoy innovatsionnoy sistemy Rossii po stadiyam innovatsionnogo protsessa // *NBI-technologies*. 2017. № 3 (11).
13. **Athanasios Patsalias, Zuzana Kozovska**, Personalized medicine: Stem cells in colorectal cancer treatment. Department of Molecular Oncology, Cancer Research Institute, Biomedical Research Center, University Science Park for Biomedicine, Slovak Academy of Sciences, Dubravska cesta 9, 845 05 Bratislava, Slovakia.
14. **I.N. Kolkareva**, Tsifrovizatsiya kak instrument preodoleniya korruptsii v oblasti zdravookhraneniya / I.N. Kolkareva, R.S. Darmograyeva // *Sfera uslug: innovatsii i kachestvo*. – 2020. – № 51. – S. 47–56.
15. **A.S. Rvacheva**, Tsifrovizatsiya v sfere zdravookhraneniya / A.S. Rvacheva, M.B. Sarangov // *Tsifrovizatsiya regiona: problemy i perspektivy : Materialy II natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Elista, 05 maya 2020 goda / Redkollegiya: G.Ya. Kazakova [i dr.]*. – Elista: Kalmytskiy gosudarstvennyy universitet imeni B.B. Gorodovikova, 2020. – S. 91–92.
16. **S.A. Kachnov**, Telemeditsina v sisteme zdravookhraneniya / S.A. Kachnov, N.V. Boldyrikhin // *Tekhnika i tekhnologii: puti innovatsionnogo razvitiya*, 2019. – S. 164–166.

17. **M. Sazonova**, Doktor onlayn: pravovyye aspekty telemeditsiny v Rossii [El. resurs] / M. Sazonova. URL: <https://www.garant.ru/article/1405237/> (data obrashcheniya 05.11.2022).
18. **I. Shaderkin**, Mozhet li telemeditsina byt ekonomicheskii effektivnoy? [El. resurs] / I. Shaderkin. URL: <https://www.sechenov.ru/pressroom/news/mozhet-li-telemeditsina-byt-ekonomicheskii-effektivnoy-/> (data obrashcheniya: 05.11.2022).
19. **V.K. Skobnikova**, Tsifrovizatsiya v Rossiyskoy sisteme zdravookhraneniya / V.K. Skobnikova, Ye.V. Shishchenko // Vestnik nauki. – 2020. – T. 5. – № 5 (26). – S. 278–285.
20. **G.Yu. Peshkova, A.Yu. Samarina**, Razrabotka i primeneniye kontseptsii tsifrovoy ekonomiki v Rossii v ramkakh strategii ekonomicheskogo razvitiya s uchetoм opyta razvitykh stran, 2018. № 1 (17). S. 17–20.
21. **V.G. Kudrina**, Otsenka вовлеченности vrachev v tsifrovizatsiyu prakticheskogo zdravookhraneniya / V.G. Kudrina, T.V. Andreyeva, O.V. Goncharova // Aktualnyye voprosy obshchestvennogo zdorovya i zdravookhraneniya na urovne subyektа Rossiyskoy Federatsii: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2021. – S. 218–223.
22. **N.M. Nikulina**, Rol semi v formirovaniі zdorovogo obraza zhizni / N.M. Nikulina, Yu.Yu. Anufriyeva, I.G. Ivanisenko // Vestnik nauchnykh konferentsiy. – 2018. – № 3–4 (31). – S. 114–116.
23. Stratification biomarkers in personalized medicine. Summary report. European Commission, DG Research – Brussels, 10–11 June 2010.
24. **A.O. Konradi**, Biomarkery, ikh tipy i osnovy primeneniya v personalizirovannoy meditsine / A.O. Konradi // Rossiyskiy zhurnal personalizirovannoy meditsiny. – 2022. – T. 2. – № 3. – S. 6–16.
25. **O.V. Pereginia**, Translation medicine, biomedicine and medical biotechnology: the transition to personalized medicine / O.V. Pereginia, T.M. Lutsenko // Biotechnologia Acta. – 2020. – Vol. 13. – No. 2. – Pp. 5–11.
26. Personalizirovannaya meditsina i lecheniye redkikh bolezney – novaya paradigma sovremennoy meditsiny / A.A. Sokolov, M.N. Guseva, A.A. Atsapkina [i dr.] // Voprosy gematologii/onkologii i immunopatologii v pediatrii. – 2010. – T. 9. – № 3. – S. 6–12.
27. **Isaac S. Chan, Geoffrey S. Ginsburg**, Personalized Medicine: Progress and Promise, The Annual Review of Genomics and Human Genetics is online at genom.annualreviews.org
28. **A. Margaret, M.D. Hamburg, S. Francis, M.D. Collins**, The Path to Personalized Medicine, The New England Journal of Medicine Downloaded from nejm.org on December 1, 2022.
29. **M.S. Arshad, A. Shahzad, N. Abbas, A. AlAsiri, A. Hussain, I. Kucuk, et al.**, Preparation and characterization of indomethacin loaded films by piezoelectric inkjet printing: a personalized medication approach. Pharm Dev Technol. 2020; 25 (2): 197–205.
30. **R.D. Boehm, J. Daniels, S. Stafslie, A. Nasir, J. Lefebvre, R.J. Narayan**, Polyglycolic acid microneedles modified with inkjet-deposited antifungal coatings. Biointerphases. 2015; 10 (1): 011004.
31. **S. Mathur, J. Sutton**, Personalized medicine could transform healthcare (review). Biomed Reports. 2017; 7 (1): 3–5.
32. **I. Amara, W. Touati, P. Beaune, I. de Waziers**, Mesenchymal stem cells as cellular vehicles for prod-rug gene therapy against tumors. Biochimie, 105 (2014), pp. 4–11.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

СТАРЧЕНКОВА Олеся Дмитриевна
E-mail: starchenkova.od@edu.spbstu.ru
Olesia D. STARCHENKOVA
E-mail: starchenkova.od@edu.spbstu.ru

ВЕЛИЧЕНКОВА Дарья Сергеевна
E-mail: Velichenkova_ds@spbstu.ru
Daria S. VELICHENKOVA
E-mail: Velichenkova_ds@spbstu.ru

Поступила: 11.11.2022; Одобрена: 27.12.2022; Принята: 27.12.2022.
Submitted: 11.11.2022; Approved: 27.12.2022; Accepted: 27.12.2022.

Региональная и отраслевая экономика Regional and branch economy

Научная статья

УДК 631.5

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15603>



РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

И.А. Еремина¹ , А.А. Юдин² ,
Т.В. Тарабукина¹ , А.В. Облизов³ 

¹ Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Федеральный исследовательский центр "Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук", Сыктывкар, Российская Федерация;

³ Коми республиканская академия государственной службы и управления,
Сыктывкар, Российская Федерация

 irenalks@mail.ru

Аннотация. Способность национального хозяйства страны в обеспечении достаточным количеством продуктов питания населения определяет благосостояние и развитость агропромышленного комплекса (АПК) – совокупной производственно-экономической системы, производящей, перерабатывающей сельскохозяйственную продукцию и доводящей ее до потребителя. Для реализации заявленной цели в проведенном исследовании обоснована необходимость формирования единой методики разработки моделей цифровизации для АПК. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что как и прочие отраслевые и межотраслевые индустриальные комплексы, АПК имеет свои основные цели на долгосрочный период: обеспечение абсолютного удовлетворения спроса жителей страны в пищевой продукции, изготовленной из сырьевых ресурсов; постепенное улучшение качества жизнедеятельности работников сельских территорий на базе увеличения производительности комплекса; внедрение инноваций в развитие сельского хозяйства, всех этих аспектов невозможно достичь без внедрения цифровых технологий. При этом в настоящее время отсутствуют комплексные исследования, позволяющие моделировать развитие сельского хозяйства с учетом проактивного вектора и в условиях цифровых трансформаций. Научная новизна определяется наметившимся противоречием между требованиями практики по научному объяснению (оцениванию, анализу) результатов использования цифровых бизнес – процессов, в частности, основанных на применении технологии интернета вещей, и имеющимися средствами (концептуальными, формальными моделями, методами и методиками) такого научного объяснения. Необходим авторский подход, позволяющий сочетать эти элементы. Целью данного исследования является разработка моделей развития цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми на примере конкретных муниципальных районов на основе комплексного сочетания концептуальных и формальных моделей, позволяющих оценивать показатели результативности использования цифровых бизнес – процессов, в том числе и на основе применения технологии интернета вещей. В процессе исследования был применены методы обобщения и синтеза, статистического, динамического и структурного анализа, абстрактно-логический метод. В результате были получены следующие научные результаты: разработаны модели развития цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми; построены ADL-модели развития цифровизации сельского хозяйства в Республике Коми; описана модель формирования результатов использования цифровых бизнес – процессов, основанных на применении технологии интернет вещей, через систематизацию факторов, определяющих специфику развития сельского хозяйства. Апробация выполнена на основе исследования конкретных муниципальных районов Республики Коми. Полученные результаты и выводы могут быть использованы при трансформационных процессах развития агропромышленного комплекса в условиях проактивного внедрения цифровых моделей.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровизация, цифровые технологии, сельское хозяйство, интернет вещей, цифровая модель

Для цитирования: Еремина И.А., Юдин А.А., Тарабукина Т.В., Облизов А.В. Разработка моделей цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми // *П-Economy*. 2022. Т. 15, № 6. С. 33–53. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15603>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15603>



DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION MODELS FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE KOMI REPUBLIC

I.A. Eremina¹ , A.A. Yudin² ,
T.V. Tarabukina² , A.V. Oblizov³ 

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

² Federal Research Centre "Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences", Syktyvkar, Russian Federation;

³ The Komi Republican Academy of state service and management,
Syktyvkar, Russian Federation

✉ irenalks@mail.ru

Abstract. The ability of the country's national economy to provide a sufficient amount of food for the population is determined by the well-being and development of the agro-industrial complex (AIC): the total production and economic system that produces, processes agricultural products and brings them to the consumer. To achieve the stated goal, the study substantiates the need to form a unified methodology for developing digitalization models for the agro-industrial complex. The relevance of the research topic is due to the fact that, like other sectoral and intersectoral industrial complexes, the agro-industrial complex has its main goals for the long term: ensuring absolute satisfaction of the demand of the country's inhabitants in food products made from raw materials; gradual improvement of the quality of life of workers in rural areas on the basis of increasing the productivity of the complex; introduction of innovations in the development of agriculture. All these aspects cannot be achieved without the introduction of digital technologies. At the same time, there are currently no comprehensive studies that allow modeling the development of agriculture taking into account the proactive vector and in the context of digital transformations. Scientific novelty is determined by the emerging contradiction between the requirements of practice for the scientific explanation (evaluation, analysis) of the results of using digital business processes, in particular, those based on the use of the Internet-of-things technology, and the available means (conceptual, formal models, methods and techniques) of such a scientific explanation. An author's approach is needed to combine these elements. The purpose of this study is to build models for the development of digitalization of the agro-industrial complex of the Komi Republic on the example of specific municipal districts based on a complex combination of conceptual and formal models that allow evaluating the performance indicators of using digital business processes, including those based on the use of the Internet-of-things technology. In the process of the research, the methods of generalization and synthesis, statistical, dynamic and structural analysis, the abstract-logical method were applied. As a result, the following scientific results were obtained: models for the development of digitalization of the agro-industrial complex of the Komi Republic were developed; ADL-models for the development of digitalization of agriculture in the Komi Republic were built; a model for generating the results of using digital business processes based on the use of the Internet-of-things technology was described through the systematization of factors that determine the specifics of the development of agriculture. The approbation was carried out on the basis of a study of specific municipal districts of the Komi Republic. The results and conclusions obtained can be used in the transformational processes of development of the agro-industrial complex in the context of the proactive introduction of digital models.

Keywords: agro-industrial complex, digitalization, digital technologies, agriculture, internet of things, digital model



Citation: I.A. Eremina, A.A. Yudin, T.V. Tarabukina, A.V. Oblizov, Development of digitalization models for the agro-industrial complex of the Komi Republic, *П-Economy*, 15 (6) (2022) 33–53. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15603>

Введение

Применение современных цифровых технологий способствует повышению эффективности от таких операций как посев, уборка, обработка от сорняков и вредителей, позволяет производить векторизацию посевной площади и др. Применение технологии точного земледелия минимизирует факторы неопределенности, позволяет планировать и рационально использовать производственные процессы, увеличить производительность труда. Внедрение цифровых сервисов и моделей в АПК способствует повышению эффективности администрирования АПК, оборачиваемости капитала, эффективности использования ресурсов, делает процесс государственной поддержки прозрачным, позволяет снизить расходы сельскохозяйственных товаропроизводителей на предоставление отчетности. В настоящее время АПК нуждается в государственной поддержке, что позволит сократить технологическое отставание России, в том числе и Республики Коми от ведущих стран мира по уровню производительности труда в АПК посредством внедрения цифровых технологий на основе комплексного применения различных цифровых моделей и решений. Необходимо отметить возрастающую роль цифрового моделирования во многих отраслях экономики, в том числе и в сельском хозяйстве, внедрение цифровых решений, ведет к снижению издержек, повышению качества продукции, оптимизирует бизнес-процессы, ускоряет управленческие решения, делая их при этом точнее.

Проблема состоит в том, что предприятия не спешат проводить цифровую трансформацию, в связи с консервативностью руководства, нет готовности сотрудников к переменам, сложность процесса и не понимание перспектив и преимуществ устойчивого развития, в связи с чем есть потребность разработать единую методологию, позволяющую адаптировать применение цифровых моделей и решений под различные бизнес-процессы в сельском хозяйстве.

Данная проблематика рассматривалась различными учеными, которые предлагали оценивать эффективность внедрения цифровых решений, оценить барьеры и трудности, связанные с осуществлением цифровой трансформации в сельском хозяйстве [1–3]. Формирование единой методологии оценки готовности предприятия АПК к трансформациям в цифровом пространстве было рассмотрено в современной экономической литературе [4–6], но наш взгляд, исследования носят точечный характер и отсутствует единый подход в методологии и предлагаемом инструментарии.

В рамках рассматриваемой темы необходимо обратить внимание на методы оценки готовности предприятий АПК к цифровой трансформации. В исследованиях [7–9] описана суть процесса цифровой трансформации, указано какие существуют ключевые задачи, где и какие изменения происходят в организации, например: повышение гибкости предприятия, то есть изменение бизнес-процессов и переоценка продукции; изменение культуры организации, наглядным примером выступают ИТ-компании, с выделяющийся корпоративной культурой. В центре формирования новой стратегии цифровой трансформации становится потребность в оценке способности предприятия к подобным изменениям, так называемая «оценка цифровой зрелости» [10]. В работе [11] проанализирован методы ее оценки, в результате которой сформировано пять направлений, по которым нужно проводить данную оценку «цифровой зрелости»: бизнес-модель и стратегия организации; клиенты, потребители или заказчики; корпоративная культура и кадры; операционные процессы и информационные технологии. Для того чтобы оценить уровень цифровизации предприятия АПК можно применить методику, предложенную авторами [12], но наш взгляд она не адаптирована под региональную практику.

Так же существует несколько моделей для оценки готовности малых предприятий к цифровой трансформации: модель цифровой зрелости DBA (компания KPMG); уровни зрелости модели Forester 4.0 (Предприятие СММИ); индекс зрелости Индустрии 4.0 (ассоциация Acatech) [13]. При рассмотрении сельского хозяйства необходимо учитывать региональный аспект [14]. Проведенное нами исследование предполагает использование различных методов статистического анализа, в частности в качестве инструмента анализа была выбрана математическая модель, представляющая собой систему взаимосвязанных уравнений, описывающая и оценивающая эффективность внедрения цифровых решений.

Объектом исследования выступает агропромышленный комплекс Республики Коми (муниципальные районы: Княжпогостский, Сыктывдинский, Сысольский)). Предметом исследования являются совокупность объективных и субъективных факторов, определяющих механизмы формирования моделей развития цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми.

Мы полностью поддерживаем ведущих экономистов в том, что эффективность цифровых моделей базируется на следующих ключевых конкурентных преимуществах: скорость предоставления продукта; максимальная продуктивность; максимальное качество (ценность); минимальные затраты, в том числе и транзакционные, за счет эффекта масштаба (совместного пользования); высокая гибкость и адаптируемость к изменениям [15]. С развитием интернета вещей появилось отдельное ответвление данной технологии, промышленный интернет вещей, оно представляет собой комплекс считывающих и вычислительных устройств, включенных в информационную сеть предприятия АПК, с целью считывания и обработки данных во время производственных процессов. Что косвенно говорит о начале процесса цифровой трансформации, то есть наполнение данной отрасли устройствами обработки, считывания и анализа данных, вычислительным оборудованием [16]. Для реализации процесса цифровой трансформации предприятия АПК отдельными авторами исследована возможность применения ряда мероприятий по совершенствованию цифрового моделирования, а именно внедрение автоматизированной системы с использованием технологии Big Data [17]. Отмечено, что внедрение таких цифровых технологий как большие данные и облачные технологии дает возможность предприятию АПК минимизировать финансовые риски и финансовые потери, снизить трудозатраты [18].

Эволюция агропромышленного комплекса, по мнению Д.А. Зюкина, должна рассматриваться в направлении пересмотра важнейших инновационных факторов стратегического развития, отражающих технологии цифровой экономики, и совокупности управленческих инструментов, необходимых для своевременного приспособления к глобальным изменениям условий развития [19]. Роль цифровизации в производственных процессах агропромышленного комплекса исследована в трудах, М.М. Нафикова [20], Т.А. Пантелеевой [21], А.В. Плотникова [22]. Так исследуя цифровую трансформацию агропромышленного комплекса, авторы отмечают, что процесс цифровизации отрасли зависит от уровня стратегического развития, определенных особенностей территориального развития, направлений государственной поддержки, а также от уровня заинтересованности в инновациях. Н.П. Шкилев в своем исследовании определяет совокупность отраслевых проблем, которые препятствуют цифровизации отрасли, делая акцент на реализацию государственной политики развития цифровой экономики [23].

При этом на наш взгляд, необходимо отойти от формализованного подхода и перейти к рассмотрению комплексного сочетания концептуальных и формальных моделей, позволяющих оценивать показатели результативности использования цифровых бизнес — процессов и моделей, в том числе и на основе применения технологий интернета вещей разработать универсальную методику развития цифровизации в сельском хозяйстве.

Литературный обзор. Внедрение цифровых технологий и соответствующих моделей цифровизации является одной из основных задач для развития бизнеса в течение последних лет, в том числе для сельского хозяйства. Развитие новых цифровых трендов и предпочтения потребителей



вынуждают сельскохозяйственные организации адаптироваться к новым реалиям. Для эффективного взаимодействия всех заинтересованных сторон этого процесса необходимо моделирование адаптированных под стратегические задачи развития АПК цифровых моделей. Изучению сущности цифровизации, цифровой экономики, цифровой трансформации в агропромышленном комплексе посвящены работы следующих авторов: И.М. Абазова [4], О.С. Агарковой [5], Т.Н. Астаховой [6], В.В. Герасимовой [7], А.А. Гретченко [8], Ф.И. Ерешко [9], Е.Н. Лазаревой [10], В.И. Меденникова [11], И.А. Петерс [12], А.В. Половян [13], В.И. Тарасова [14], Е.И. Тимофеева [15], В.Е. Торикова [16], Л.В. Турко [17], И.Г. Ушачева [18], и др. В своих исследованиях указанные ученые научно обосновывают исследовательские подходы к решению задач цифрового развития сельского хозяйства и оценке перспектив массового внедрения цифровых технологий во все производственные процессы агропромышленного комплекса, учитывая, что разработки в данном направлении продолжают находиться в стадии выработки рациональных подходов к стратегическому развитию отрасли. Необходимо отметить, что вопросы цифрового моделирования отдельно данными учеными не рассматривались.

Несмотря на значительное число научных работ, практически неисследованными остаются проблемы, связанные с разработкой ключевых моделей развития цифровизации агропромышленного комплекса с адаптацией под региональную практику.

Целью данного исследования является разработка моделей развития цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать модели цифровизации для агропромышленного комплекса Республики Коми;
- построить ADL-модели развития цифровизации сельского хозяйства в Республике Коми;
- описать модель формирования результатов использования цифровых бизнес – процессов, основанных на применении технологий интернета вещей, через систематизацию факторов, определяющих специфику инициации процессов цифровой трансформации сельского хозяйства.

Теоретическое значение проведенного исследования заключается в актуализации и развитии теоретического и методологического обеспечения цифровизации сельскохозяйственных организаций за счет комплексного внедрения моделей и их проактивного развития в условиях меняющейся институциональной среды. Прикладное значение проведенного исследования состоит в разработке практических рекомендаций по формированию моделей развития цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми на основе применения авторской методики.

Материалы и методы исследования. Теоретической основой исследования послужили анализ и обобщение трудов отечественных и зарубежных авторов в области системной цифровизации агропромышленного комплекса. В качестве аналитического материала были использованы официальные данные Федеральных и региональных статистических органов, статистические данные сельскохозяйственных организаций республики Коми. В процессе исследования был использован широкий спектр методов, основными из которых стали методы обобщения и синтеза, абстрактно-логический, статистического, динамического и структурного анализа, графического и табличного представления результатов. Метод обобщения и синтеза создал возможность аккумулировать весь спектр полученных научных результатов в единый концепт, отражающий актуальность, направления, цели, задачи развития цифровых моделей агропромышленного комплекса. Метод статистического, динамического и структурного анализа позволил построить ADL-модели развития цифровизации сельского хозяйства в Республике Коми. Визуализировать полученные результаты исследований позволил метод графического и табличного представления. Абстрактно-логический метод позволил сделать выводы по результатам проведенного исследования. Этапы решения представленной научной проблемы: 1. Разработка авторской методологии формирования перспективных моделей развития цифровизации агропромышленного комплекса на основе построения ADL-моделей развития цифровизации сельского хозяйства и использова-

ния цифровых бизнес — процессов для моделирования развития цифровизации, основанных на применении технологий интернета вещей; 2. Апробация данной методологии была проведена на конкретных муниципальных районах Республики Коми.

Результаты

Для формирования соответствующих перспективных моделей развития цифровизации агро-промышленного комплекса в Республике Коми предлагается следующая авторская методология, состоящий из таких этапов как:

1 Этап. Построение ADL-моделей развития цифровизации сельского хозяйства в Республике Коми (апробация на конкретных муниципальных районах). Данный этап выполнен на примере отрасли растениеводства, для ее построения были отобраны следующие показатели для формирования цифрового вектора развития отдельных муниципальных районов: Княжпогостский, Сыктывдинский, Сысольский (перспективных с точки зрения развития растениеводства). Распределение с учетом эндогенности и экзогенности представлено в табл. 1.

Таблица 1. Группировка эндогенных и экзогенных переменных для построения ADL-моделей развития цифровизации сельского хозяйства в Республике Коми (для муниципальных районов: Княжпогостский, Сыктывдинский, Сысольский)
Table 1. Grouping of endogenous and exogenous variables for building ADL models for the development of digitalization of agriculture in the Komi Republic (for municipal districts: Knyazhpogostsky, Syktyvdinsky, Sysolsky)

Обозначение	Показатели	Муниципальный район
Эндогенные переменные:		
Y 1	Производство картофеля, тыс. тонн	Княжпогостский
Y 2		Сыктывдинский
Y 3		Сысольский
Y 4	Производство овощей, тыс. тонн	Княжпогостский
Y 5		Сыктывдинский
Y 6		Сысольский
Y 7	Производство зерновых культур, тыс. тонн	Княжпогостский
Y 8		Сыктывдинский
Y 9		Сысольский
Экзогенные переменные:		
X 1	Посевная площадь картофеля, тыс. га	Княжпогостский
X 2		Сыктывдинский
X 3		Сысольский
X 4	Урожайность картофеля, ц. на га	Княжпогостский
X 5		Сыктывдинский
X 6		Сысольский
X 7	Посевная площадь овощей, тыс. га	Княжпогостский
X 8		Сыктывдинский
X 9		Сысольский
X 10	Урожайность овощей, ц. на га	Княжпогостский
X 11		Сыктывдинский
X 12		Сысольский

Окончание таблицы 1

X 13	Посевная площадь зерновых культур, тыс. га	Княжпогостский
X 14		Сыктывдинский
X 15		Сысольский
X 16	Урожайность зерновых культур, ц. на га	Княжпогостский
X 17		Сыктывдинский
X 18		Сысольский

Данное количество показателей дает возможность проведение теста на единичный корень, то есть осуществим проверку на стационарность всех показателей. В результате проведенного расширенного теста Дики-Фуллера для переменной Y 1 (производство картофеля в Княжпогостском районе, тыс. тонн) были получены следующие результаты: р-значение 0,0009922; коэффициент автокорреляции 1-го порядка для e : $-0,007$. Поскольку р-значение 0,0009922 ниже 0,05 (проверяем нулевую гипотезу на уровне 5%), значит, принимаем альтернативную гипотезу о стационарности ряда. В результате проведенного расширенного теста Дики-Фуллера для переменной X 1 (посевная площадь картофеля в Княжпогостском районе, тыс. га) были получены следующие результаты: р-значение 0,8297; коэффициент автокорреляции 1-го порядка для e : $-0,183$. Поскольку р-значение выше 0,05 (проверяем нулевую гипотезу на уровне 5%), значит, принимаем нулевую гипотезу о не стационарности ряда и порядке интегрируемости $d = 1$. Интегрируем ряд, проводим тест заново и получаем следующие результаты: р-значение 0,008463; коэффициент автокорреляции 1-го порядка для e : 0,040 лаг для разностей: $F(4, 8) = 1,901 [0,2037]$. Теперь ряд стационарен р-значение меньше 0,05 (проверяем нулевую гипотезу на уровне 5%) и принимаем альтернативную гипотезу о стационарности ряда. И так по аналогии все оставшиеся показатели проверяем на единичный корень, обобщенные результаты представим в табл. 2.

Таблица 2. Результаты применения теста Дики-Фуллера
Table 2. Results of applying the Dickey-Fuller test

Картофель		
Княжпогостский район	Сыктывдинский район	Сысольский район
Y 1	d_Y 2	d_d Y 3
d_X 1	d_X 2	d_X 3
d_X 4	X 5	d_X 6
Овощи		
Княжпогостский район	Сыктывдинский район	Сысольский район
d_Y 4	d_d Y 5	d_Y 6
d_d X 7	d_X 8	d_X 9
X 10	X 11	d_X 12
Зерновые культуры		
Княжпогостский	Сыктывдинский	Сысольский
d_Y 7	Y 8	d_Y 9
d_X 13	X 14	d_X 15
d_X 16	d_X 17	d_X 18

Далее необходимо оценить авторегрессионный процесс (для всех эндогенных переменных для этого будем применять информационный критерий, чтобы выбрать подходящее число лагов (задержек/временных сдвигов — lags). Снова приведем пример решения в табл. 3, а далее отобразим в табл. 4 результаты по всем эндогенным переменным.

Таблица 3. Зависимая переменная: Y 1 (Производство картофеля в Княжпогостском муниципальном районе, тыс. тонн.)
Table 3. Dependent variable: Y 1 (Production of potatoes in the Knyazhpogost municipal district, thousand tons.)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	157,11	2,272	69,15	< 0,0001	**
u(-1)	-0,14	0,224	-0,6125	0,5516	
u(-2)	-0,38	0,242	-1,5550	0,1459	
u(-3)	-0,08871	0,214082	-0,4144	0,6859	
u(-4)	-0,41923	0,220598	-1,9004	0,0817	

Значима константа (на уровне значимости 0,01 – ***) и лаговая переменная 4-го лага (на уровне значимости 0,1 – *). Подобным образом был оценен авторегрессионный процесс для всех оставшихся эндогенных переменных. Результаты выведем в общую табл. 4, где коэффициенты лагов в каждой модели будут значимы на уровне 0,01 (1%) – ***, на уровне 0,05 (5 %) – ** и на уровне 0,1 (10 %) – *.

Таблица 4. Сводная таблица по подходящим лагам эндогенных переменных
Table 4. Summary table of appropriate lags for endogenous variables

Переменные	Лаги	Лаги (2)
Y 1	4*	—
d_Y 2	1**	1**
d_d_Y 3	1**	—
d_Y 4	—	—
d_d_Y 5	1***,2**,3***	1***,2**,3***
d_Y 6	3***,4*	3*
d_Y 7	1*,2*	1**,2**
Y 8	1***,4**	1***,4***
d_Y 9	3*	const*

На основе полученных результатов были построены многофакторные модели. В результате значимыми оказались лишь следующие модели:

- Y 1 (Производство картофеля в Княжпогостском районе) с экзогенными d_X1 (посевная площадь картофеля в Княжпогостском районе) и d_d_X 7 (Посевная площадь овощей в Княжпогостском районе). Результаты моделирования представлены в табл. 5.
- d_Y 2 (Производство картофеля в Сыктывдинском районе) с одной экзогенной X 14 (Посевная площадь зерна в Сыктывдинском районе).
- d_Y 4 (Производство овощей в Княжпогостском районе) с одной экзогенной X 10 (Урожайность овощей в Княжпогостском районе).
- d_d_Y 5 (Производство овощей в Сыктывдинском районе) с четырьмя экзогенными переменными: d_X 2 (Посевная площадь картофеля в Сыктывдинском районе), d_X8 (Посевная площадь овощей в Сыктывдинском районе), X 11 (Урожайность овощей в Сыктывдинском районе) и X 14 (Посевная площадь зерновых культур в Сыктывдинском районе).
- Y 8 (Производство зерновых культур в Сыктывдинском районе) с одной экзогенной X 14 (Посевная площадь зерновых культур в Сыктывдинском районе).

– d_Y 33 (Производство зерновых культур в Сысольском районе) с одной экзогенной переменной d_X313 (Урожайность зерна в Сысольском районе).

Таблица 5. Многофакторная модель ADL для Y 1
Table 5. Multivariate ADL model for Y 1

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	169,28	0,008	2,258e + 00	< 0,0001	***
d_X 1	9,37	0,009	1007	0,0006	***
d_X 1_1	13,4	0,012	1161	0,0005	***
d_X 1_2	7,1	0,013	545,0	0,0012	***
d_d_X 7	–10,3	0,037	–282,0	0,0023	***
d_d_X 7 1_1	–15,2	0,030	–512,0	0,0012	***
d_d_X 7 1_2	–24,5	0,036	–673,8	0,0009	***
d_d_X 7 1_3	–7,53	0,032	–236,9	0,0027	***
d_d_X 7 1_4	–17,38	0,019	–934,3	0,0007	***

Таким образом, коэффициенты модели значимы. По аналогии строятся многофакторные и другие ADL модели. Как показывают расчеты все коэффициенты этих моделей также значимы.

Следующим этапом проведем тест Гренджера, результаты представим в табл. 6. Он выявляет – является ли один ряд «причиной» другого. Нулевая гипотеза – один ряд не является «причиной» другого. Альтернативная гипотеза – один ряд является «причиной» другого.

Таблица 6. Результаты теста Гренджера
Table 6. Results of the Granger test

Показатели	Значения показателей
Среднее зависимой переменной	158,83
Среднее квадратичное отклонение зависимой переменной	26,36
Статистическое отклонение зависимой переменной	26,36
Сумма квадратичных остатков	10198,02
Статистическая ошибка модели	24,49
R-квадрат	0,18
Испр. R-квадрат	0,14
Лог. Правдоподобие	86,67
Крит. Акаике	177,34
Крит. Шварц	179,23
Крит. Хеннана-Куинна	177,66
Параметр rho	–0,07
Стат. Дарбина-Вотсона	2,06

Таким образом, остатки являются стационарными, поскольку «асимпт. p- значение» = 0.001378 < 0.05, значит, принимаем альтернативную гипотезу: исходные временные ряды – коинтегрированы, один является «следствием» другого. Остальные расчеты были сделаны по аналогии. Остатки стационарны, так как «асимпт. p-значение» < 0.05, значит, принимаем альтернативную гипотезу: исходные временные ряды – коинтегрированы, один является «следствием» другого.

Далее необходимо сделать отбор качественных моделей, имеющих наименьшие статистические ошибки.

Отобранными моделями с наименьшими по значению ошибками являются следующие ADL-модели:

- Y 1 с экзогенными $d_X 1$ и $d_d_X 7$.
- $d_d_Y 5$ с четырьмя экзогенными переменными: $d_X 2$, $d_X 8$, $X 11$ и $X 14$.
- Y 8 с лагами экзогенной переменной $X 14$.
- $d_Y 9$ с экзогенной переменной $d_X 18$, $d_X 15$ и $d_X 14$.

Теперь среди отобранных ADL-моделей необходимо определить комбинации с разными вариантами лагов эндогенной переменной для определения варианта моделей с наименьшим по значению набором статистических ошибок. Для наглядности полученных данных приведем сводные таблицы по каждой ADL-модели. Выбор среди моделей ADL Y1 представлены в табл. 7.

Таблица 7. Различные варианты Y1 ADL-модели
Table 7. Different versions of the Y1 ADL model

Ошибки	Y1 ADL-модели			
	Y1-1	Y1-2	Y1-3	Y1-4
ME	1,71E-14	5,40E-14	5,03E-14	5,47E-14
RMSE	0,006	1,626	6,190	1,74E + 01
MAE	0,005	1,124	–0,133	1,36E + 01
MPE	–4,09E-05	–0,026	3,876	–1,03E + 00
MAPE	0,003	0,750	0,234	8,40E + 00

Таким образом, все четыре ADL модели эндогенной Y 1 имеют благоприятно низкие значения по статистическим ошибкам. Наименьшее значение по всем статистическим ошибкам имеет вариант ADL – Y1-1 ($d_X 1 = 0^{***}, 1^{***}, 2^{**}$) и ($d_d_X 7 = 0^{***}, 1^{**}, 2^{**}, 3^{***}, 4^{***}$). Положительный знак величины Средней ошибки ME указывает на то, что прогноз будет занижен, однако показатель средней ошибки для Y1-1 показывает крайне низкую величину отклонения: 1,71E-14. Значения ошибок RMSE и MAE также крайне незначительные: 0,006326 и 0,005111 соответственно. Значение ошибки MPE, в отличие от Средней ошибки, показало отрицательное значение: –4,09E-05, то есть прогноз переоценивающий (свойственно систематическое повышение прогнозируемого индикатора по сравнению с исходными данными). Самая точная среди статистических ошибок в данном исследовании – средняя абсолютная процентная ошибка MAPE. Значение модели Y 1-1 по MAPE составило 0,003 %, что согласно таблице точности является очень высоким по точности для прогноза.

Выбор среди моделей ADL $d_d_Y 5$ представлен в табл. 8.

Таблица 8. Различные варианты $d_d_Y 5$ ADL-модели
Table 8. Different versions of the $d_d_Y 5$ ADL model

Ошибки	$d_d_Y 5$ ADL-модели			
	$d_d_Y 5-1$	$d_d_Y 5-2$	$d_d_Y 5-3$	$d_d_Y 5-4$
ME	2,99E-15	–1,47E-15	3,41E-02	2,12E-15
RMSE	1,25E-07	0,151	1,462	1,07E-05
MAE	1,05E-07	0,129	1,162	8,71E-06
MPE	–2,66E-06	–0,169	–5,820	2,65E-05
MAPE	5,1944e-006	8,12	56,768	0,0004702

В целом ADL модели эндогенной d_d_Y5 имеют допустимо низкие значения статистических ошибок за исключением модели $d_d_Y 5-2$ по которой значение MAPE равняется 56,768 %, что означает неудовлетворительную точность для прогноза. Поэтому данная модель не рассматривалась при сравнении. Наименьшее значение по всем статистическим ошибкам имеет вариант ADL – $d_d_Y 5-4$ ($u-1^{***}$, $u-3^{***}$; $d_X 2 - 1^{***}, 2^{***}, 3^{***}$; $d_X 8-1^{***}$, $X 11-1^{**}, 2^{***}, 3^{***}$; $X3 14 - 1^{***}, 2^{**}, 3^{***}$) Положительный знак величины Средней ошибки ME свидетельствует о том, что потенциальный прогноз будет считаться заниженным, однако показатель средней ошибки для $d_d_Y 5-4$ показывает крайне низкую величину отклонения: $2,12E-15$. Значения ошибок RMSE и MAE равняется $1,07E-05$ и $8,71E-06$, что практически исключает наличие ошибок. Значение ошибки MPE подтвердило вывод по Средней ошибке, что потенциальный прогноз будет являться недооценивающим (характерно занижение показателя). Средняя абсолютная процентная ошибка MAPE (0,0005 %) указывает на очень высокую точность модели для прогноза. Выбор среди моделей ADL Y 8 представлен в табл. 9.

Таблица 9. Различные варианты Y 8 ADL-модели
Table 9. Different versions of the Y 8 model

Ошибки	Y 8 ADL-модели			
	Y 8-1	Y 8-2	Y 8-3	Y 8-4
ME	-3,8164e-017	0,006	-0,006	-0,012
RMSE	0,014	0,106	0,018	0,056
MAE	0,011	0,078	0,014	0,049
MPE	0,094	-7,343	-6,886	15,580
MAPE	7,362	24,521	11,241	22,090

Таким образом видно, что все четыре ADL-модели эндогенной Y 8 имеет благоприятно низкие значения по статистическим ошибкам. Можно отметить, что модели Y 8-2 и Y 8-4 по MAPE имеет удовлетворительную точность прогноза в отличие от других. Наименьшее значение по всем статистическим ошибкам имеет ADL-модель Y 8-1 вариант u_1^{***} , $u-4^{***}$, $X 14-0^{***}$, $X 14_1^{***}$, $X 14_2^{***}$, $X 14_3^{**}$, $X14_4^{***}$. Отрицательный знак величины Средней ошибки ME свидетельствует о том, что потенциальный прогноз будет считаться завышенным, однако показатель средней ошибки для Y33-1 показывает низкую величину отклонения: $-3,8164e-017$. Значения ошибок RMSE и MAE равняется 0,014523 и 0,010601, что практически исключает наличие ошибок. Значение ошибки MPE, в отличие от Средней ошибки, показало положительное значение: 0,094462, то есть прогноз недооценивающий (характерно систематическое занижение прогнозируемого показателя по сравнению с фактическими значениями). Средняя абсолютная процентная ошибка MAPE (7,36 %) указывает на очень высокую точность модели для прогноза.

Выбор среди моделей ADL d_Y9 представлен в табл. 10.

В большинстве случаев ADL модели эндогенной $d_Y 9$ имеют допустимо низкие значения статистических ошибок за исключением модели $d_Y 9-1$ по которой значение MAPE равняется 58,99 %, что означает неудовлетворительную точность для прогноза. MAPE для $d_Y 9-4$ равняется 15,937, что говорит о высокой точности. Однако остальные модели имеют очень высокую точность по этому параметру. Среди них и было произведено сравнение. Наименьшее значение по всем статистическим ошибкам имеет вариант ADL – $d_Y 9-2$ ($u-2^{***}$, $u-3^{***}$, $d_X 18^{***}$, $d_X18_2^{***}$, $d_X 15^{***}$, $d_X 15_2^{***}$, $d_X 14^{***}$, $d_X 14_1^{**}$, $d_X 14_2^{***}$). Положительный знак величины Средней ошибки ME свидетельствует о том, что потенциальный прогноз будет считаться заниженным, однако показатель средней ошибки для d_Y9-2 показывает крайне низкую величину отклонения: 0,017066. Значения ошибок RMSE и MAE равняется 0,90141 и 0,75102, что

практически исключает наличие ошибок. Значение ошибки MPE, в отличие от Средней ошибки, показало отрицательное значение: -2.043 , то есть прогноз переоценивающий (свойственно систематическое повышение прогнозируемого индикатора по сравнению с исходными данными). Самая точная среди статистических ошибок в данном исследовании – Средняя абсолютная процентная ошибка MAPE. Значение модели d_Y 9-2 по MAPE составило 7,05 %, что согласно таблице точности является очень высоким по точности для прогноза.

Таблица 10. Различные варианты d_Y9 ADL-модели
Table 10. Different versions of the d_Y9 model

Ошибки	d_Y9 ADL-модели			
	d_Y 9-1	d_Y 9-2	d_Y 9-3	d_Y 9-4
ME	0,708	0,017	0,009	0,229
RMSE	8,575	0,901	1,588	1,962
MAE	6,851	0,751	1,309	1,660
MPE	7,367	-2,043	1,474	4,500
MAPE	58,990	7,054	11,441	15,937

Таблица 11. Итоговая таблица по выбранным ADL-моделям
Table 11. Summary table for selected ADL models

Ошибки	ADL-модели			
	Y 1-1	d_d_Y 5-4	Y 8-1	d_Y 9-2
ME	1,71E-14	2,12E-15	-3,8164e-017	0,017066
RMSE	0,006	1,07E-05	0,014523	0,90141
MAE	0,005	8,71E-06	0,010601	0,75102
MPE	-4,09E-05	2,65E-05	0,094462	-2,043
MAPE	0,003	0,0004	7,3618	7,0535

Таким образом, первый этап авторской методологии подтверждает, что главным операционным свойством построения моделей цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми является потенциал системы, он характеризует соответствие результатов между собой и с требованиями, при условиях среды, которые постоянно меняются. Полученные ADL-модели, как изменения, которые возможны, так и дальнейшие эффекты этих изменений, которые проявляются при усовершенствовании функционирования и достижении постоянно изменяющихся целей в результате функционирования.

За счет использования концептуальных, а затем – соответствующих им математических моделей и методов теории потенциала становится возможным решать практические задачи исследования операционных, организационных, динамических возможностей, операционных свойств их использования, операционных свойств использования цифровых технологий, как математические задачи, например – задачи исследования операций и математического моделирования. Это дает возможность решать соответствующие практические задачи научно обоснованно, используя прогнозные математические интегративные модели для решения практических задач. В ходе реализации первого этапа авторской методологии в части построения ADL-моделей развития цифровизации сельского хозяйства были получены следующие результаты, позволяющие адаптировать математические модели под развитие цифровизации в регионе, итоговые результаты представлены в табл. 12.

Таблица 12. ADL-модели развития цифровизации сельского хозяйства отдельных муниципальных районов республики Коми
Table 12. ADL-models for the development of digitalization of agriculture in certain municipal districts of the Komi Republic

Виды моделей развития	Математические модели отдельных муниципальных районов: Княжпогостский, Сыктывдинский, Сысольский (перспективных с точки зрения развития растениеводства)
Модель с низким уровнем цифровизации	Итоговое уравнение ADL Y5 после математических преобразований: $y_t^5 = 3,23y_{t-1}^2 - 3,97y_{t-2}^2 + 2,55y_{t-2}^2 + 2,55y_{t-3}^2 - 1,11y_{t-4}^2 - 0,30y_{t-5}^2 + 16,16 + 0,06x_{t-1}^2 + 2,13x_{t-2}^2 - 4,54x_{t-3}^2 + 2,35x_{t-4}^2 - 0,12x_{t-1}^2 + 0,10x_{t-2}^2 - 0,041x_{t-3}^2 + 11,64x_{t-1}^{14} + 9,51x_{t-2}^{14} - 16,55x_{t-3}^{14}$
Модель с динамичным уровнем цифровизации	Итоговое уравнение ADL Y8 после математических преобразований: $y_t^8 = -0,08 - 0,29y_{t-1}^8 + 0,45y_{t-4}^8 + 1,86x_{t-1}^{14} - 0,42x_{t-1}^{14} + 0,55x_{t-2}^{14} - 0,23x_{t-3}^{14} + 0,53x_{t-4}^{14}$
Модель пространственной цифровизации	Итоговое уравнение ADL Y9 после математических преобразований: $y_t^9 = y_{t-1}^9 + 0,30y_{t-2}^9 - 0,8y_{t-3}^9 + 0,5y_{t-4}^9 + 3,18x_t^9 + 1,09x_{t-2}^9 - 1,09x_{t-2}^9 - 1,09x_{t-3}^9 + 1,68x_t^9 - 1,68x_{t-1}^9 - 1,27x_{t-2}^9 - 1,27x_{t-3}^9 + 0,21x_{t-1}^{14} - 0,07x_{t-2}^{14}$
Модель системной цифровизации	Итоговое уравнение ADL Y1 после математических преобразований: $y_t^1 = 169,28 - 0,005y_{t-4}^1 + 9,37x_{t-1}^1 + 4,08x_{t-1}^1 - 6,29x_{t-2}^1 - 7,16x_{t-3}^1 - 10,34x_t^2 + 5,48x_{t-1}^1 - 4,51x_{t-2}^2 + 26,41x_{t-3}^2 - 26,89x_{t-4}^2 + 27,23x_{t-5}^2 - 17,83x_{t-6}^2$

Использование таких моделей дает возможность перейти к автоматизации решения указанных практических задач на основе использования современных цифровых технологий.

2 Этап. Формирование результатов использования цифровых бизнес-процессов для моделирования цифровизации агропромышленного комплекса, основанных на применении технологий интернета вещей (на материалах республики Коми)

Главным операционным свойством представленных на первом этапе математических моделей является потенциал системы цифровизации сельского хозяйства, он характеризует соответствие результатов между собой и с требованиями, при условиях среды, которые постоянно меняются. Он описывает, как изменения, которые возможны, так и дальнейшие эффекты этих изменений, которые проявляются при усвершенствовании функционирования и достижении постоянно изменяющихся целей. Потенциал описывает успешность действий, сформированных операционными возможностями. Построение указанных моделей реализуется на основе методологизации проблемы исследований. Она реализуется за счет концептов и принципов методологизации, задания требований к моделям и методам моделирования в задачах исследования, описания методов моделирования и методов решения. Модель реализации функционирования среды представляется в виде возможных последовательностей действий и состояний среды сложных цифровых моделей, в нашем исследовании применяется технологии интернета вещей. Она может быть представлена, как дерево состояний и действий среды. Действия среды могут не задаваться описаниями или описания могут быть неизвестны. В дереве реализации цифровых технологий фиксируется ветка — модель одной из возможных реализаций и для каждой такой модели стро-

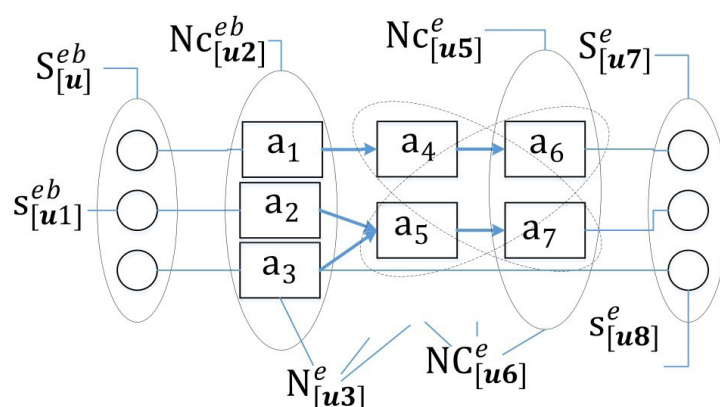


Рис. 1. Графовая модель комплексов действий, состояний и переходов моделирования развития цифровизации агропромышленного комплекса Республика Коми, основанных на применении технологий интернета вещей

Fig. 1. Graph model of action complexes, states and transitions for modeling the development of digitalization of the agro-industrial complex of the Republic of Komi, based on the use of Internet of things technologies

ится модель функционирования при условии проявления реализации цифровых технологий. Эта модель — модель последовательностей состояний и операций, как и модель последовательностей состояний и действий на границе среды, моделируется деревом. Наличие такой последовательности моделей обеспечивается за счет принципа сериализации моделей. При решении задачи цифровизации агропромышленного комплекса этот принцип используется следующим образом. При фиксированном значении переменной (одном из возможных) и отбрасывании остальных возможных значений этой же переменной полученная теоретико — графовая модель такова, что выполняется ранее введенное условие для оценивания показателей на основе обхода модели на основе применения технологии интернет вещей.

Примеры строящихся графовых моделей, описывающих состояния цифровых бизнес-процессов агропромышленного комплекса Республика Коми, основанных на применении технологий интернета вещей и переходы между ними в разных условиях среды показаны на рис. 1–3.

Проанализировав представленные рисунки мы видим, что применение технологий интернета вещей для представленных на первом этапе методологии моделей цифровизации агропромышленного комплекса Республика Коми дает возможность сформировать дерево комплексных состояний и переходов между ними. Поскольку значения целевой функции рассчитываются на теоретико-графовых моделях, число возможных последовательностей состояний счетное и возможные значения переменных — счетное множество, то для решения указанных задач предлагается использовать методы дискретной оптимизации на графах. При построении графовых моделей применялись следующие переменные:

S^e — множество среды (переходы);

S^b — множество среды (действия);

S^s — множество среды (состояний);

T_r — длительность перехода в модели в зависимости от применения технологии интернет вещей;

$a_1, a_2, \dots, a_n$ — технологические операции;

N — цель соответствующих действий по цифровизации на основе применения технологии интернет вещей;

u — модели развития цифровизации сельского хозяйства (модель с низким уровнем цифровизации; модель с динамичным уровнем цифровизации; модель пространственной цифровизации; модель системной цифровизации).

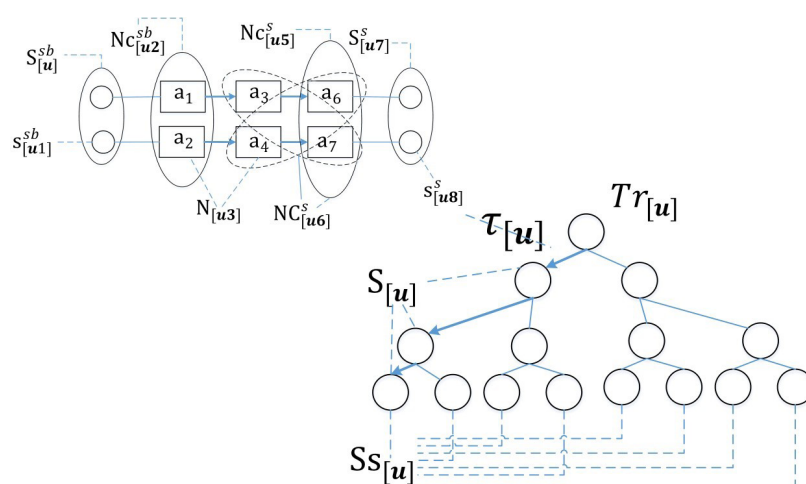


Рис. 2. Формирование дерева комплексных состояний и переходов между ними моделирования развития цифровизации агропромышленного комплекса Республика Коми, основанных на применении технологий интернет вещей
 Fig. 2. Formation of a tree of complex states and transitions between them for modeling the development of digitalization of the agro-industrial complex of the Republic of Коми, based on the use of Internet of things technologies

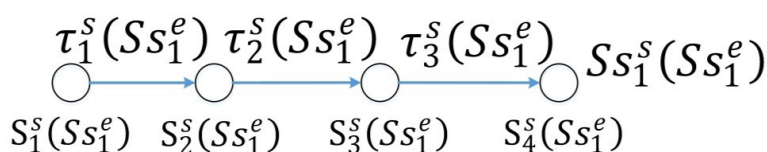


Рис. 3. Ветвь дерева комплексных состояний и переходов между ними
 Fig. 3. Branch tree of complex states and transitions between them

В результате, построенная на основе базовой модели операционного примитива комплексная цифровая модель функционирования агропромышленного комплекса на границе изменяющейся цифровой среды в условиях применения технологий интернета вещей позволяет перейти к расчету показателей операционных свойств и прежде всего, потенциала цифровой системы в условиях развития всей отрасли. Будем считать, что наш бизнес – процесс развития агропромышленного комплекса является деревом, ветки этого дерева являются множествами бизнес – процессов, которые протекают в различных, изменяющихся условиях и цифровых трансформациях. Каждый из этих бизнес – процессов практически копирует предыдущий с изменением минимальных условий, принципиальным функционал для технологий интернета вещей. Мы проводим различные операции, у нас есть стоимость, длительность и др. В данном случае, у нас есть внутренние функции, которые считают общих эффект из частных. И особенность в том, что они считаются, как случайные величины.

У этих законов распределения есть числа, которые их характеризуют. В нашем случае, мы используем Бетта закон распределения. Его особенность в том, что используется двухпараметрическое задание случайных величин с помощью левой и правой границы. Вероятностей совпадения для каждой ветви дерева, получается много, мы их складываем и умножаем, в результате чего получаем показатель. Этим показателем является вероятность комплексно описанного события, состоящего в том, что как бы среда не менялась, какие бы не выполнялись информационные действия, какую бы не давали информацию и как бы она не использовалась, какие бы пути развития ситуации не были, требования будут выполнены, цель будет достигнута. Все эти эффекты будут

сравниваться с требованиями и как результат, будет получен потенциал использования внедрения цифрового бизнес — процесса в развитие агропромышленного комплекса с использованием технологий интернета вещей.

Берется сеть операций, она может прерываться и начинать новое функционирование. Они зависят от использованной информационной технологии, в нашем случае — интернет вещей. Считается показатель потенциала системы и становится возможным оценить и качество этой информационной технологии. Для начала, мы создаем элементы AXOR (характеристика способ действия), PXOR — вид отношения между фрагментами модели, описывающими результаты функционирования системы в целом и их соответствие требованиям к результатам, проверяемым при контролирующем действии.

Обсуждение

Особенность создаваемых моделей в том, что они описывают цифровые возможности в последовательностях состояний и переходов при функционировании системы. Исследования основных трендов трансформации рынка и вектора его развития в целом, имеют высокую степень актуальности. Необходимо согласиться с позицией авторов, что стремительно возрастающая роль информации и цифровых технологий в сельском хозяйстве приведет к кардинальным его изменениям в условиях трансформационных преобразований [26]. Колоссальные изменения затронут и базовые аспекты экономики, также нужно отметить, что роль сельского хозяйства, все также актуально и растет. Одним из интересных трендов, отмеченных в проведенных исследованиях, является взаимодействие виртуальных и реальных объектов, одновременно, в реальном времени [27, 28].

Безусловны мы разделяем позицию авторов, что цифровизации процессов управления на предприятиях АПК позволяет обеспечить высокую конкурентоспособность [29]. Потенциал, формируемый на основе реструктуризации затрат, способствует интенсификации развития цифровых технологий.

Мы согласны с авторами, однако проведенное исследование показало, что инструментом, задающим фокус преобразований в сельском хозяйстве, являются модели развития цифровизации на региональном уровне. Необходимо усиливать в исследованиях взаимосвязь стратегии цифровой трансформации предприятия АПК с его бизнес-моделью, бизнес-архитектурой и информационной архитектурой. В качестве условия, обеспечивающего необходимую гибкость предприятия в цифровой среде, выделен модульный принцип построения структур и систем управления. Необходимо отметить, что существует множество подходов к описанию предприятия АПК [29], однако мы считаем, что в условиях цифровой экономики и глобализации экономических процессов более целесообразна разработанная системная модель, как совокупность взаимосвязанных элементов. Состояния и переходы отражают связи между характеристиками системы и среды во времени и причинно — следственные связи. Сначала такие зависимости передаются с использованием концептуальных моделей, затем — алгебраических, параметрических, функциональных и программных. Полученные концептуальные модели описывают (имитируют) реализацию последовательностей возможных состояний и переходов при функционировании системы в изменяющихся условиях. В метамодели, кроме описаний переходов между моделями, описываются возможные изменения среды и последующие возможные деформации функционирования системы. Полученная в результате реализации модели имитируют последовательности состояний, затем — их характеристики, затем — функциональные связи между состояниями при функционировании и наконец, имитирует смену состояний за счет вычислений функциональных зависимостей.

Для порождения такой концепции вводятся концепты и принципы цифровизации, а затем предлагается концептуальная схема формирования эффектов цифровизации при использовании (цифровых) информационных операций. Элементы этой концепции — концепты и принципы,



позволяющие задать метамодели формирования результатов действий разного вида, в том числе — информационных действий, переходных действий от одного функционирования к другому.

Необходимо отметить, что внедрение технологий интернета вещей в цифровые бизнес — процессы агропромышленного комплекса даст множество результатов (эффектов). Для улучшения его деятельности, оптимизации работ, на основе моделей и методов теории потенциала необходимо осуществить оценивание показателей результативности использования систем. Чем более велика вероятность соответствия показателя требованиям, которые мы устанавливаем, тем выше эффективность схемы работы данной архитектуры внедренных технологий. Таким образом, можно говорить об эффективной работе цифровых бизнес-процессов. С использованием макетов в среде Excel и HTML / JavaScript, появилась возможность автоматизировать оценивание с использованием программного кода, позволяющего рассчитать эффекты функционирования и затем, требуемые показатели потенциала систем, в которых используется технологии интернета вещей.

Таким образом, предлагаемые модели развития цифровизации агропромышленного комплекса Республики Коми на основе данной технологии будут строиться в соответствии с принципом порождения моделей. Принцип заключается в том, что при моделировании целесообразно порождать комплексные модели на основе базовых, функциональные модели на основе графовых алгебраических моделей и программные на основе функциональных. Базовыми для разработки моделей является модель операционного примитива. В ней описываются природные закономерности получения эффектов для возможной реализации действия, причем такого, что эта реализация не подлежит дальнейшему делению на действия и состояния, связанные причинно-следственными связями. В примитиве для одного начального состояния задан один способ действия. На основе таких преобразований со временем модели цифровизации могут трансформироваться, что является несомненным преимуществом в современных экономических реалиях.

Таким образом, каждая из моделей может реализовываться по определенному сценарию в зависимости от своих финансовых возможностей. Данная методология позволяет получить оценку степени цифровизации сельского хозяйства муниципального образования в Республике Коми в целом, на основе которой может разрабатываться стратегия дальнейшей цифровизации агропромышленного комплекса на уровне всей страны.

Заключение

В процессе исследования получены следующие результаты:

- разработаны модели цифровизации для агропромышленного комплекса Республики Коми;
- построены ADL-модели развития цифровизации сельского хозяйства в Республике Коми
- описана модель формирования результатов использования цифровых бизнес — процессов, основанных на применении технологии интернет вещей, через систематизацию факторов, определяющих специфику инициации процессов цифровой трансформации сельского хозяйства.

Внедрение цифровых технологий в агропромышленный комплекс позволит модернизировать отрасль, превратив ее в высокотехнологичный бизнес за счет снижения непроизводительных затрат и интенсивного роста производительности труда, что в свою очередь приведет к повышению эффективности деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей, конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и привлечению инвестиций в агропромышленный комплекс.

Направление дальнейших исследований

Дальнейшие исследования необходимо направить на методы оценивания результативности использования цифровых моделей развития агропромышленного комплекса с последующей проработкой инструментов для формирования региональных кластеров с учетом реализации политики импортозамещения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Назарова Ю.Н. Цифровизация АПК как реальный бизнес-инструмент для отрасли // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции (г. Волгоград, 10 ноября 2020 г.). Волгоград, 2021. С. 257–263.
2. Пенкин А.А., Ивашев П.А. Современная цифровизация АПК в эпоху глобальных перемен // Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики. Сборник научных трудов III Национальной научно-практической конференции (г. Самара, 29 апреля 2021 г.). Кинель, 2021. С. 140–142.
3. Винникова Л.Б. Цифровизация АПК в эпоху глобальных перемен // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации. Материалы 72-й Международной научно-практической конференции (г. Рязань, 20 апреля 2021 г.). Рязань, 2021. С. 197–201.
4. Абазов И.М., Мехтиев Э.М. Цифровая трансформация сельского хозяйства для обеспечения технологического прорыва в АПК // Экономика и социум. 2021. № 6–2 (85). С. 730–733.
5. Агаркова О.С., Рябова Е.П. Сущность цифровой экономики // Молодежный вектор аграрной науки. Материалы 72-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов. Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I (г. Воронеж, 01 апреля – 31 мая 2021 г.). Воронеж, 2021. С. 372–378.
6. Астахова Т.Н., Колбанев М.О., Шамин А.А. Децентрализованная цифровая платформа сельского хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2018. № 6 (85). С. 5–17.
7. Герасимова В.В. Системный подход к анализу сущности цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. 2020. № 10 (123). С. 1405–1408.
8. Гретченко А.А. Сущность цифровой экономики, генезис понятия «цифровая экономика» и предпосылки ее формирования в России // Научно-аналитический журнал Наука и практика Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2018. Т. 10. № 3 (31). С. 23–37.
9. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Кульба В.В. Сквозные технологии в АПК на основе цифровых стандартов // Мягкие измерения и вычисления. 2019. № 10 (23). С. 29–36.
10. Лазарева Е.Н. Цифровая экономика: сущность, структура и особенности развития в России // Экономический вектор. 2019. № 3 (18). С. 65–69.
11. Меденников В.И., Горбачев М.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. Концепция развития информатизации АПК при переходе к цифровой экономике // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 5. С. 49–53.
12. Петерс И.А., Смотров Е.Е. Цифровые технологии в сельском хозяйстве // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК на основе конвертных технологий. Материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию Победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг. (г. Волгоград, 29–31 января 2020 г.). Волгоград, 2020. С. 225–229.
13. Половян А.В., Сеницына К.И. Цифровая экономика: понятие и сущность явления // Вести Автомобильно-дорожного института. 2020. № 3 (34). С. 96–124.
14. Тарасов В.И., Ершов В.В., Абрашкина Е.Д. Цифровая трансформация АПК: проблемы и перспективы // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 7. С. 24–26.
15. Тимофеев Е.И., Родионова И.А. Сущность и роль цифровой экономики в сельском хозяйстве // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства. Материалы VII Международной научно-практической конференции (г. Саратов, 15 декабря 2021 г.). Саратов, 2021. С. 118–122.
16. Ториков В.Е., Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А. Состояние и перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14. № 2. С. 109–116.
17. Турко Л.В. Сущность феномена цифровой экономики, анализ определений понятия «цифровая экономика» // Российский экономический интернет-журнал. 2019. № 2. С. 88.
18. Ушачев И.Г., Колесников А.В. Развитие цифровых технологий в сельском хозяйстве как составная часть аграрной политики // АПК: экономика, управление. 2020. № 10. С. 4–16.
19. Зюкин Д.А., Латышева З.И., Скрипкина Е.В., Лисицына Ю.В. Роль цифровизации в развитии зернопродуктового подкомплекса АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (385). С. 94–98.



20. Нафиков М.М., Нигматзянов А.Р., Насибуллин И.М. Применение цифровых технологий и роботов в АПК // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации. Сборник материалов Международной научно-практической конференции (г. Казань, 23–24 мая 2019 г.). Казань, 2019. С. 145–149.
21. Пантелеева Т.А. Современные цифровые технологии в секторе АПК: анализ и тенденции // Экономика и предпринимательство. 2020. № 11 (124). С. 172–175.
22. Плотников А.В. Роль цифровой экономики для агропромышленного комплекса // Московский экономический журнал. 2019. № 7. С. 196–203.
23. Шкилев Н.П., Денисова Н.В., Митина И.В. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве: государственное регулирование в условиях постпандемии // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022. № 9. С. 185–188.
24. Государственная поддержка Республики Коми [Электронный ресурс] // Информационный справочник о мерах и направлениях государственной поддержки агропромышленного комплекса Российской Федерации. – Режим доступа: <https://gp.specagro.ru/region/3994/2/31/12/2020> (дата обращения: 12.08.2022).
25. Барьеры в развитии цифровой экономики в субъектах Российской Федерации: Аналитический доклад [Электронный ресурс] // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – 2019. – Режим доступа: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/25838.pdf> (дата обращения: 12.08.2022).
26. Юдин А.А., Тарабукина Т.В., Андарьянов И.М. Разработка сценария развития цифровизации АПК Республики Коми // Современные аспекты экономических исследований в агропромышленном комплексе. Теоретические основы и прикладные исследования в области селекции, семеноводства и биотехнологии сельскохозяйственных культур : Материалы научных семинаров (с международным участием) / Под редакцией А.А. Юдина. – Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2022. С. 29–47. DOI: 10.52376/978-5-907623-31-6_029
27. Digitalization in agriculture: problems of implementation / E.F. Amirova, N.K. Gavrilyeva, A.V. Grigoriev, I. V. Sorgutov // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2021. – Vol. 13. – No 6. – Pp. 144–155. – DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-6-144-XX
28. Agriculture in Developing Countries: Cultural Differences, Vectors of Sustainable Development, Digitalization, and International Experience / L.M. Lisina, A.T. Giyazov, A.L. M.M.Y. Oudah, Y.I. Dubova // Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. – 2022. – No. 6/н. – Pp. 65–74. – DOI: 10.1007/978-981-16-8731-0_7
29. Arrowhead technology for digitalization and automation solution: Smart cities and smart agriculture / I. Marcu, A. Vulpe, A.M. Drăgulescu [et al.] // Sensors. – 2020. – Vol. 20. – No 5. – P. 1464. – DOI: 10.3390/s20051464

REFERENCES

1. Yu.N. Nazarova, Tsifrovizatsiya APK kak realnyy biznes-instrument dlya otrasli // Nauchnoye obosnovaniye strategii razvitiya APK i selskikh territoriy v XXI veke. Materialy Natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Volgograd, 10 noyabrya 2020 g.). Volgograd, 2021. S. 257–263.
2. A.A. Penkin, P.A. Ivashev, Sovremennaya tsifrovizatsiya APK v epokhu globalnykh peremen // Razvitiye agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki. Sbornik nauchnykh trudov III Natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Samara, 29 aprelya 2021 g.). Kinel, 2021. S. 140–142.
3. L.B. Vinnikova, Tsifrovizatsiya APK v epokhu globalnykh peremen // Perspektivnyye tekhnologii v sovremennom APK Rossii: traditsii i innovatsii. Materialy 72-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Ryazan, 20 aprelya 2021 g.). Ryazan, 2021. S. 197–201.
4. I.M. Abazov, E.M. Mekhtiyev, Tsifrovaya transformatsiya selskogo khozyaystva dlya obespecheniya tekhnologicheskogo proryva v APK // Ekonomika i sotsium. 2021. № 6–2 (85). S. 730–733.
5. O.S. Agarkova, Ye.P. Ryabova, Sushchnost tsifrovoy ekonomiki // Molodezhnyy vektor agrarnoy nauki. Materialy 72-y natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i magistrantov. Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni imperatora Petra I (g. Voronezh, 01 aprelya – 31 maya 2021 g.). Voronezh, 2021. S. 372–378.

6. **T.N. Astakhova, M.O. Kolbanev, A.A. Shamin**, Detsentralizovannaya tsifrovaya platforma selskogo khozyaystva // Vestnik NGIEI. 2018. № 6 (85). S. 5–17.
7. **V.V. Gerasimova**, Sistemnyy podkhod k analizu sushchnosti tsifrovoy ekonomiki // Ekonomika i predprinimatelstvo. 2020. № 10 (123). S. 1405–1408.
8. **A.A. Gretchenko**, Sushchnost tsifrovoy ekonomiki, genezis ponyatiya «tsifrovaya ekonomika» i predposylki yeye formirovaniya v Rossii // Nauchno-analiticheskiy zhurnal Nauka i praktika Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova. 2018. T. 10. № 3 (31). S. 23–37.
9. **F.I. Yereshko, V.I. Medennikov, V.V. Kulba**, Skvoznyye tekhnologii v APK na osnove tsifrovyykh standartov // Myagkiye izmereniya i vychisleniya. 2019. № 10 (23). S. 29–36.
10. **Ye.N. Lazareva**, Tsifrovaya ekonomika: sushchnost, struktura i osobennosti razvitiya v Rossii // Ekonomicheskii vektor. 2019. № 3 (18). S. 65–69.
11. **V.I. Medennikov, M.I. Gorbachev, L.G. Muratova, S.G. Salnikov**, Kontseptsiya razvitiya informatizatsii APK pri perekhode k tsifrovoy ekonomike // Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal. 2017. № 5. S. 49–53.
12. **I.A. Peters, Ye.Ye. Smotrova**, Tsifrovyye tekhnologii v selskom khozyaystve // Optimizatsiya selskokhozyaystvennogo zemlepolzovaniya i usileniye eksportnogo potentsiala APK na osnove konvertnykh tekhnologiy. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, provedennoy v ramkakh Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma, posvyashchennogo 75-letiyu Pobedy v Velikoy otechestvennoy voyne 1941–1945 gg. (g. Volgograd, 29–31 yanvarya 2020 g.). Volgograd, 2020. S. 225–229.
13. **A.V. Polovyan, K.I. Sinitsyna**, Tsifrovaya ekonomika: ponyatiye i sushchnost yavleniya // Vesti Avtomobilno-dorozhnogo instituta. 2020. № 3 (34). S. 96–124.
14. **V.I. Tarasov, V.V. Yershov, Ye.D. Abrashkina**, Tsifrovaya transformatsiya APK: problemy i perspektivy // Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii. 2020. № 7. S. 24–26.
15. **Ye.I. Timofeyev, I.A. Rodionova**, Sushchnost i rol tsifrovoy ekonomiki v selskom khozyaystve // Problemy i perspektivy innovatsionnogo razvitiya mirovogo selskogo khozyaystva. Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Saratov, 15 dekabrya 2021 g.). Saratov, 2021. S. 118–122.
16. **V.Ye. Torikov, V.A. Pogonyshchev, D.A. Pogonyshcheva**, Sostoyaniye i perspektivy tsifrovoy transformatsii selskogo khozyaystva // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2022. T. 14. № 2. S. 109–116.
17. **L.V. Turko**, Sushchnost fenomena tsifrovoy ekonomiki, analiz opredeleniy ponyatiya «tsifrovaya ekonomika» // Rossiyskiy ekonomicheskii internet-zhurnal. 2019. № 2. S. 88.
18. **I.G. Ushachev, A.V. Kolesnikov**, Razvitiye tsifrovyykh tekhnologiy v selskom khozyaystve kak sostavnaya chast agrarnoy politiki // APK: ekonomika, upravleniye. 2020. № 10. S. 4–16.
19. **D.A. Zyukin, Z.I. Latysheva, Ye.V. Skripkina, Yu.V. Lisitsyna**, Rol tsifrovizatsii v razvitii zernoproduktovogo podkompleksa APK //
20. **M.M. Nafikov, A.R. Nigmatzyanov, I.M. Nasibullin**, Primeneniye tsifrovyykh tekhnologiy i robotov v APK // Osnovnyye napravleniya kardinalnogo rosta effektivnosti APK v usloviyakh tsifrovizatsii. Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Kazan, 23–24 maya 2019 g.). Kazan, 2019. S. 145–149.
21. **T.A. Panteleyeva**, Sovremennyye tsifrovyye tekhnologii v sektore APK: analiz i tendentsii // Ekonomika i predprinimatelstvo. 2020. № 11 (124). S. 172–175.
22. **A.V. Plotnikov**, Rol tsifrovoy ekonomiki dlya agropromyshlennogo kompleksa // Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal. 2019. № 7. S. 196–203.
23. **N.P. Shkilev, N.V. Denisova, I.V. Mitina**, Tsifrovaya transformatsiya v selskom khozyaystve: gosudarstvennoye regulirovaniye v usloviyakh postpandemii // Konkurentosposobnost v globalnom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. 2022. № 9. S. 185–188.
24. Gosudarstvennaya podderzhka Respubliki Komi [Elektronnyy resurs] // Informatsionnyy spravochnik o merakh i napravleniyakh gosudarstvennoy podderzhki agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii. — Rezhim dostupa: <https://gp.specagro.ru/region/3994/2/31/12/2020> (data obrashcheniya: 12.08.2022).
25. Baryery v razvitii tsifrovoy ekonomiki v subyektakh Rossiyskoy Federatsii: Analiticheskiy doklad [Elektronnyy resurs] // Analiticheskiy tsentr pri Pravitelstve Rossiyskoy Federatsii. — 2019. — Rezhim dostupa: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/25838.pdf> (data obrashcheniya: 12.08.2022).
26. **A.A. Yudin**, Razrabotka stsenariya razvitiya tsifrovizatsii APK Respubliki komi / A.A. Yudin, T.V. Tarabukina, I.M. Andaryanov // Sovremennyye aspekty ekonomicheskikh issledovaniy v agropromysh-



lenkom komplekse. Teoreticheskiye osnovy i prikladnyye issledovaniya v oblasti selektsii, semenovodstva i biotekhnologii selskokhozyaystvennykh kultur : Materialy nauchnykh seminarov (s mezhdunarodnym uchastiyem) / Pod redaktsiyey A.A. Yudina. – Kirov : Mezhtsestvennyy tsentr innovatsionnykh tekhnologiy v obrazovanii, 2022. S. 29–47. DOI: 10.52376/978-5-907623-31-6_029

27. Digitalization in agriculture: problems of implementation / E.F. Amirova, N.K. Gavril'yeva, A.V. Grigoriev, I. V. Sorgutov // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2021. – Vol. 13. – No. 6. – Pp. 144–155. – DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-6-144-XX

28. Agriculture in Developing Countries: Cultural Differences, Vectors of Sustainable Development, Digitalization, and International Experience / L.M. Lisina, A.T. Giyazov, A. L. M. M. Y. Oudah, Y.I. Dubova // Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. – 2022. – No. b/n. – Pp. 65–74. – DOI: 10.1007/978-981-16-8731-0_7

29. Arrowhead technology for digitalization and automation solution: Smart cities and smart agriculture / I. Marcu, A. Vulpe, A.M. Drăgulescu [et al.] // Sensors. – 2020. – Vol. 20. – No. 5. – P. 1464. – DOI: 10.3390/s20051464

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ЕРЕМИНА Ирина Александровна

E-mail: irenalks@mail.ru

Irina A. EREMINA

E-mail: irenalks@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9065-6019>

ЮДИН Андрей Алексеевич

E-mail: audin@rambler.ru

Andrey A. YUDIN

E-mail: audin@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3368-7497>

ТАРАБУКИНА Татьяна Васильевна

E-mail: strekalovat@bk.ru

Tatyana V. TARABUKINA

E-mail: strekalovat@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9738-0542>

ОБЛИЗОВ Алексей Валериевич

E-mail: oblizov_a@mail.ru

Alexey V. OBLIZOV

E-mail: oblizov_a@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1028-3617>

Поступила: 08.11.2022; Одобрена: 22.12.2022; Принята: 22.12.2022.

Submitted: 08.11.2022; Approved: 22.12.2022; Accepted: 22.12.2022.

Обзорная статья

УДК 338

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15604>



«ЗЕЛЕНАЯ» ТРАНСФОРМАЦИЯ ЯПОНИИ И НЕКОТОРЫЕ КОНТУРЫ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ СТРАНЫ

К.С. Костюкова ✉

Национальный исследовательский институт мировой экономики
и международных отношений им. Е.М. Примакова Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация

✉ kary27@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу новейшей энергетической политики Японии, принятой к реализации в конце 2021 г. и носит обзорный характер. Актуальность исследования обусловлена несколькими факторами. Одним из главных является глобальная повестка декарбонизации экономик и вступление стран-лидеров в гонку по достижению углеродной нейтральности за счет снижения объемов выбрасываемых в атмосферу вредных веществ, замены использования традиционных природных ископаемых для получения энергии на возобновляемые источники энергии. Другим важным фактором является обеспечение энергетической безопасности страны. Япония является третьей по величине экономикой в мире и пятым по величине потребителем энергии. Будучи островной страной с высокой сейсмической активностью, не обладающей доступом к международным газопроводам или электроснабжению, обладающей ограниченными запасами природных ресурсов и большими потребностями в энергии для своего развитого промышленного сектора, страна сталкивается со значительными проблемами энергетической безопасности, полагаясь на импорт для удовлетворения 88% своих поставок энергии. Подобная ситуация является крайне опасной для поддержания стабильной жизнедеятельности страны, особенно в контексте текущей геополитической напряженности и связанных с этим перебоев в поставках ископаемых источников энергии. Для достижения поставленных целей правительство страны готовит различные рамочные документы, содержащие как общую концепцию энергетического развития страны в средне- и долгосрочном периоде, так и конкретные меры и задачи, решение которых должно позволить стране приблизиться к достижению поставленных целей. В данной работе проведен обзор основных стратегий, планов и дорожных карт, позволяющих понять ключевое направление новой энергетической политики страны, а также рассмотрены примеры конкретных инициатив в сфере «зеленой» трансформации от представителей крупного корпоративного сектора страны. В заключении даны основные выводы проведенного анализа описанных мер и инициатив, а также обозначены некоторые возможные проблемы, которые могут возникнуть во время реализации политики «зеленой» инновации, сформулированы некоторые рекомендации, которые могут предотвратить или смягчить последствия этих проблем. Проведенный обзор показал, что правительство Японии рассматривает «зеленую» трансформацию не только в качестве пути решения экологических проблем через внедрение новейших производственных технологий и снижение вредных выбросов, но также как один из основных двигателей национальной экономики и инноваций, сферу развития как внутренней межсекторальной, так и международной кооперации.

Ключевые слова: цифровая трансформация, «зеленая» трансформация, углеродная нейтральность, научно-техническая и инновационная политика Японии, энергетическая политика Японии, «зеленая» энергетика, возобновляемые источники энергии

Для цитирования: Костюкова К.С. «Зеленая» трансформация Японии и некоторые контуры новой энергетической политики страны // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 54–70. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15604>



Review article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15604>

THE GREEN TRANSFORMATION OF JAPAN AND SOME CONTOURS OF THE NEW NATIONAL ENERGY POLICY

K.S. Kostyukova Primakov Institute of World Economy and International Relations,
Russian Academy of Sciences (IMEMO), Moscow, Russian Federation

kary27@mail.ru

Abstract. This review paper deals with the analysis of the latest energy policy of Japan, adopted for implementation at the end of 2021. The relevance of the study is supported by several factors. One of the key factors is the global agenda of decarbonization of economies and the entry of leading countries into the race to achieve carbon neutrality by reducing the amount of harmful substances emitted into the atmosphere, replacing traditional natural resources for energy production with renewable energy sources. Another important factor is ensuring the country's energy security. Japan is the third largest economy in the world and the fifth largest energy consumer. As an island country with high seismic activity, without access to international gas pipelines or electricity, with limited reserves of natural resources and large energy needs for its developed industrial sector, the country faces significant energy security problems, relying on imports to meet 88% of its energy supplies. Such a situation is extremely dangerous for maintaining a stable life of the country, especially in the context of current geopolitical tensions and related disruptions in the supply of fossil energy sources. To achieve the set goals, Japanese government is preparing various framework documents containing both a general concept of the country's energy development in the medium and long term, and specific measures and tasks, the solution of which should allow the country to get closer to achieving the set goals. This paper reviews the key strategies, plans and roadmaps that make it possible to understand the key direction of the country's new energy policy, and also provides examples of specific initiatives in the field of green transformation from representatives of the country's large corporate sector. The paper provides some conclusions of the analysis of the described measures and initiatives, as well as some possible problems that may arise during the implementation of the green innovation policy with some recommendations that can prevent or mitigate the consequences of these problems. The review showed that the Japanese government considers green transformation not only as a way to solve environmental problems through the introduction of the latest production technologies and reduction of harmful emissions, but also as one of the main drivers of the national economy and innovation, the sphere of development of both domestic cross-sectoral and international cooperation.

Keywords: digital transformation, green transformation, carbon neutrality, science and technology and innovation policy of Japan, energy policy of Japan, green energy, renewable energy sources

Citation: K.S. Kostyukova, The green transformation of Japan and some contours of the new national energy policy, *П-Еconomy*, 15 (6) (2022) 54–70. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15604>

Введение

В октябре 2021 г. правительство Японии выпустило «Шестой стратегический план по энергетике», где закреплены основные направления стратегии в области спроса и предложения энергии на период с 2030 по 2050 гг. На потребление энергии в Японии приходится более 80% выбросов парниковых газов, в связи с чем, в плане представлена информация о том, как сократить выбросы парниковых газов в энергетическом секторе. Кроме того, в «Шестом стратегическом плане по энергетике» говорится, что помимо использования возобновляемых и ядерных источников энергии, следует приступить к внедрению технологических инноваций для водородно-аммиачных электростанций, а также технологий для улавливания, использования и хранения диоксида углерода.

Сильная инновационная и технологическая база Японии будет играть жизненно важную роль в разработке технологий, необходимых для достижения ее энергетических и климатических амбиций. Предполагается, что новейшие технологии и разработки обеспечат важные рычаги для развития "зеленой" промышленности за счет разработки и интегрирования более безопасных для окружающей среды методов производства, выработки энергии и ресурсосбережения. Корпоративный сектор все больше осознает перспективы, которые открывает внедрение «зеленых» технологий, не только с точки зрения экологической безопасности, но и с точки зрения возможности получения экономических выгод от использования безопасных для окружающей среды технологий и новых возможностей для бизнеса.

Благодаря расширению сотрудничества между промышленными предприятиями, научными кругами и поставщиками технологий, управленческих, инженерных и финансовых услуг, а также гражданским обществом в целом, японское правительство рассчитывает ускорить экономическое развитие страны, что позволит Японии поддержать статус одного из мировых экономических, научно-технических лидеров, а также побороться за звание лидера в области внедрения и использования «зеленых» технологий. В связи с этим, параллельно с действующей с 2016 г. политикой глобальной цифровой трансформации Японии (DX или Digital Transformation), нынешний премьер-министр Кисида Фумио объявил о запуске национальной экологической инициативы, получившей название «зеленая» трансформация Японии (GX или Green Transformation).

Таким образом, японское правительство рассматривает различные варианты интенсификации политики «зеленой» трансформации страны, а также, достижения углеродной нейтральности к 2050 году. Тем не менее, пока речь идет лишь о достаточно широком описании реализуемой энергетической политики Японии на период до 2050 года. Успех реализации политики будет зависеть от нескольких факторов, таких как, например, скорость внедрения в эксплуатацию новейших технологических инноваций, эффективность энергии, полученной из альтернативных источников, спрос на новые виды энергии и ее стоимость и многое другое, что по объективным причинам остается неопределенным.

Литературный обзор

В подходе к исследованию новой энергетической политики в Японии автор опирается на работы российских и зарубежных ученых, занимающихся разработкой и исследованием политики «зеленой» трансформации как в Японии, так и в других странах. Обновленное видение развития национального ТЭК, безусловно, привлекло большое внимание со стороны научно-экспертного сообщества. Так, например, А. Белогорьев дает подробный анализ ключевых изменений в обновленной энергетической политике Японии, рассматривает основные регуляторные и технологические аспекты запланированных изменений, а также предпринимает попытку прогнозирования успешности в реализации намеченных японским правительством целей в соотношении с текущим состоянием и уровнем развития топливно-энергетического комплекса Японии [38].

К. Корнеев, в своем анализе новой энергетической политики Японии подробно описал планы и намерения нынешнего премьер-министра Кисида Фумио модернизировать и перезапустить остановленные АЭС, что, с одной стороны, отвечает повестке «зеленой» трансформации, а, с другой, будет способствовать укреплению энергетической безопасности страны. Анализируя ключевых международных энергетических партнеров Японии, экспортирующих в страну природные ископаемые, автор уделил особое внимание «качелям», образовавшимся в сотрудничестве с Россией. В связи с масштабными санкциями, введенными против России в 2022 г., Япония на некоторое время снизила импорт энергетических источников из России до нуля, после чего вновь приняла решение о налаживании закупок. Данное решение продиктовано различными, как политическими, так и экономическими факторами, о чем автор подробно говорит в своей статье [39].



В своем экспертном анализе З.С. Подоба дает свое видение на энергетическое развитие Японии в свете обновившейся энергетической стратегии страны. Автор предлагает хороший ретроспективный обзор того, как менялась и корректировалась энергетическая политика страны на протяжении почти двадцати лет, что позволяет понять причины тех или иных решений национального правительства при выработке национальной энергетической политики. Говоря о современном направлении развития японского ТЭК, З.С. Подоба указывает на общемировую тенденцию «озеленения» национальных экономик, что, безусловно стимулирует Японию, как одного из мировых экономических лидеров, оставаться в синхронизации с формирующимися трендами. Впрочем, это не мешает Японии сохранять значительную долю использования угля как одного из источников получения энергии. Это, безусловно, идет вразрез с политикой, например, европейских стран-лидеров, о чем верно говорит автор.

Значительное внимание автор также уделяет политике финансирования сектора ВИЭ, что говорит о больших надеждах японского правительства на переход к использованию альтернативных источников энергии [42].

Более подробное описание эволюции энергетической политики Японии содержится, например, в работах сотрудников Института экономики энергетики Японии (The Institute of Energy Economics, Japan).

В статье Хиросе К. и Мацумура Т., авторы, говоря о запуске политики «зеленой» трансформации, очень верно подчеркивают, что реализация поставленных планов требует твердых обязательств как от правительства Японии, так и от компаний, одобрявших «зеленую» стратегию и взявших курс на экологизацию своих производств. Однако несмотря на то, что крупные корпорации, как предполагается, должны будут стать основным примером для остальных и драйвером «озеленения» промышленного сектора, авторы критически признают, что далеко не все крупные компании смогут даже частично перейти на «зеленый» тип производства. Это связано со сложным или дорогостоящим процессом переоборудования и электрификации некоторых отраслей. По этой причине, такие отрасли, как сталелитейная, цементная, авиационная, химическая, продолжат, по мнению исследователей, потреблять ископаемое топливо [13].

Мысль о том, что достижение успеха в реализации поставленных планов как по цифровой трансформации, так и по «зеленой» трансформации, возможно только при условии очень слаженного и четкого взаимодействия государства, корпоративного сектора поддерживает Уиттакер Х. Автор, однако подчеркивает, что в процессе широкомасштабной цифровизации, официально запущенный в 2017 г. наблюдается существенное отставание. Связно это с промедлением корпоративного сектора с модернизацией устаревшего оборудования. Нужно сказать, что данная проблема была ожидаема, о чем Министерство экономики, торговли и промышленности Японии предупредило в своем отчете «Цифровой обрыв 2025». Так, исходя из того, что «зеленая» трансформация непосредственно связана с цифровой, автор делает вывод, что «озеленение» японской экономики потребует значительных усилий всех участников процесса. Корпорация необходимо более активно приступить к модернизации устаревшего оборудования, после чего приступить к формулированию четкого управленческого видения (с учетом рисков и возможностей) того, как они будут в конкурентной среде под влиянием цифровых технологий. Возрастает роль университетов и стартапов, которые также могут и должны в значительной степени повлиять на успешность реализации сформулированных задач по цифровой и «зеленой» трансформации, однако для этого потребуются активное взаимодействие с крупными компаниями [31].

Цель и задачи исследования

Основными цели и задачи данного исследования состоят в рассмотрении подходов и инструментов, вырабатываемых правительством Японии в рамках реализации новой энергетической политики; попытке оценить планы по «зеленой» трансформации Японии с точки зрения воз-

возможностей развития технологической базы страны в контексте намеченных корректировок национального энергетического баланса, а также, выявить существующие на сегодня препятствия, включая уровень технологического развития, замедляющие достижение поставленных целей; обозначении спектра новых технологий и технологических решений, необходимых Японии для достижения целей, заявленных в новом энергетическом плане.

Объектом исследования является нормативная и технологическая база Японии.

Предметом исследования являются пути обеспечения нормативной и технологической базы Японии для достижения поставленных в рамках «зеленой» трансформации задач.

Методы исследования. Работа основана на анализе научных и аналитических материалов, посвященных проблеме исследования. В качестве эмпирической базы для данного исследования были использованы рамочные документы Кабинета министров Японии и различных министерств страны, вовлеченных в формирование национальной энергетической политики, публикации СМИ, отчеты японских научно-исследовательских институтов и компаний. Основные методы исследования: сравнение, анализ, синтез.

Полученные результаты и обсуждение

Краткий обзор энергетической ситуации в Японии и текущие планы

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в 2019 г. на долю ископаемого топлива приходилось 88% общего объема поставок первичной энергии в Японии. Это 6-ое место среди всех стран МЭА. Что еще более важно, страна импортирует энергетические ресурсы для удовлетворения более 95% своих текущих потребностей в энергии.

В результате значительной зависимости от поставок ископаемого топлива Япония занимает 5-ое место в мире по углеродоемкости. Несмотря на то, что этот показатель постепенно снижается начиная с 2011 г., благодаря проводимой политике Японии по переходу на «зеленую» энергетику и снижению выброса углеродов, показатели Японии остаются одними из самых высоких среди стран-членов МЭА.

Чтобы не отклоняться от своих целей по сокращению выбросов на 26 процентов (или более) к 2030 г. и достижению углеродной нейтральности к 2050 г., Япония планирует значительно увеличить долю возобновляемых источников энергии в своем общем энергетическом балансе.

С целью поддержки и ускорения «зеленого перехода», в 2020 г. Японское партнерство лидеров климата (JCLP) призвало правительство повысить свою цель к 2030 г. по возобновляемым источникам энергии до 50%. Кроме того, коалиция, состоящая из более 170 ведущих японских компаний, потребовала от властей поставить экологию выше экономической эффективности. Японское партнерство лидеров климата также обратилось к правительству с просьбой провести поэтапный отказ от неэффективных угольных электростанций и остановить строительство новых.

В декабре 2020 г. правительство страны вместе с японском бизнес-сообществом представило новую «Стратегию зеленого роста в соответствии со стратегией углеродной нейтральности 2050». Данная Стратегия направлена на сочетание проводимой политики экономического роста и политики защиты окружающей среды при активном сотрудничестве государства и бизнес-сообщества.

Стратегия предусматривает, что возобновляемые источники энергии будут составлять от 50% до 60% спроса на электроэнергию к 2050 г., атомные и тепловые станции с технологией улавливания и хранения углерода — 30–40% и 10% от производства водорода и аммиака будут обеспечивать оставшуюся долю энергетических потребностей страны.

Энергетика как одно из критических направлений в национальных планах развития Японии

«Шестой базовый план по науке и технологиям» (2021–2026 гг.) содержит ключевые контуры реализуемой на данном этапе научно-технической и инновационной политики Японии. В нем



говорится о стремлении Японии стать самой благоприятной для развития инноваций страной в мире, а также содержится описание национальной концепции «Общество 5.0», где широкомасштабная интеграция цифровых технологий во все сферы жизни общества, стимулирует экономический рост и обеспечивает решения социальных проблем. Энергетика является одним из пяти заявленных критических направлений для развития и модернизации.

Помимо задач по развитию конкретных энергосберегающих и экологически чистых технологий, план также содержит указание на необходимость укрепления сотрудничества между университетами, государственными исследовательскими институтами и частными компаниями; расширение международного сотрудничества; стимулирование внедрения новейших энергетических инноваций среди предприятий малого и среднего бизнеса.

В Японии существует традиция разработки долгосрочных планов инновационного развития, в том числе, в области энергетики. Совместно с долгосрочными планами, подготавливаются также дорожные карты, где содержится видение на разный период планирования, излагаются конкретные цели по разработке технологий, сокращению затрат и внедрению. Нынешнее видение во многом обусловлено стремлением сократить выбросы парниковых газов без ущерба для экономического роста.

Видение энергетического развития Японии до 2030 г. изложено в «Инновационной энергетической стратегии», опубликованной Министерством экономики, торговли и промышленности Японии в 2016 году. Стратегия направлена на достижение баланса энергоносителей к 2030 г., изложенного в долгосрочном прогнозе спроса и предложения энергии в период с 2015 по 2030 гг. Основное внимание в нем уделяется энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии, а также продвижению новых энергетических систем (например, путем поощрения новых участников рынка электроэнергии или продвижения местных систем производства и потребления энергии).

Долгосрочное видение в сфере энергетики Японии также изложено в «Национальной энергетической и экологической стратегии технологических инноваций» на период до 2050 г., выпущенной Советом по науке, технологиям и инновациям в апреле 2016 года. Данная Стратегия описывает основу для развития технологий и инноваций, необходимых для достижения цели Японии по сокращению выбросов парниковых газов на 80% к 2050 году. В Стратегии содержится девять приоритетных направлений развития:

- инновационные производственные процессы;
- сверхлегкие и сверхжаростойкие материалы;
- аккумуляторные батареи следующего поколения;
- водород, не содержащий CO₂;
- солнечная фотоэлектрическая система следующего поколения;
- геотермальные датчики нового поколения (например, сверхкритические, совместимые с экстремальными условиями окружающей среды);
- инновационные технологии разделения и рекуперации углерода;
- технологии интеграции и оптимизации энергетических систем (например, с использованием технологии больших данных и искусственного интеллекта);
- основные системные технологии и решения (например, силовая электроника следующего поколения, сверхпроводимость).

Среди всех перечисленных, особое внимание правительство планирует уделять технологиям, имеющим потенциал для широкого внедрения и значительного сокращения выбросов CO₂; технологиям, требующим объединения усилий промышленности, научных кругов и правительства; и технологиям, в которых Япония может стать мировым лидером.

В дополнение к «Национальной энергетической и экологической стратегии технологических инноваций», в 2020 г. была подготовлена и выпущена «Стратегия инноваций в области окружающей среды». Стратегия составлена в формате дорожной карты для достижения целей по разработ-

ке технологий, определенных в «Национальной энергетической и экологической стратегии...». Дорожная карта также расширила сферу применения Национальной стратегии за счет включения сельскохозяйственного сектора. Предполагается, что новейшие энергетические технологии могут сыграть значительную роль в сокращении выбросов парниковых газов в данном секторе.

«Стратегия инноваций в области окружающей среды» содержит три крупных компонента. Первый компонент состоит из «Планов действий в области инноваций» для решения 16 технологических задач в 5 областях (модернизация энергетики; транспорт; промышленность; предприятия, домашние хозяйства и межсекторальные меры; сельское хозяйство). Эти задачи предполагают, например, превращение возобновляемых источников энергии в основной источник энергии; построение недорогих цепочек поставок водорода; развитие и внедрение доступных технологий улавливания и утилизации углерода; развитие интеллектуальных сообществ с использованием технологии больших данных, искусственного интеллекта и децентрализованного управления энергией. Планы действий устанавливают конкретные цели по разработке технологий, сокращению затрат и выбросов парниковых газов для технологий, определенных в национальной стратегии до 2050 г., и представляют сценарии и действия, необходимые для перехода от базовых исследований и разработок к практическому применению и демонстрации.

Второй компонент состоит из «Планов ускорения инноваций», в которых подробно описываются рамки исследований и политика поощрения инвестиций, необходимых для реализации планов действий в области инноваций. Правительство страны намерено создать комитет, который будет следить за ходом реализации инновационных планов. Кроме того, в рамках данных планов было объявлено о ряде инициатив по привлечению молодых талантов, включая инициативу «Производители с нулевым уровнем выбросов 500», направленную на поддержку молодых исследователей, а также создание «Глобального исследовательского центра с нулевым уровнем выбросов», который привлечет исследователей из других стран G20. Была объявлена специальная программа поддержки стартапов с нулевым уровнем выбросов и подготовка демонстрационных площадок. В целом, планы ускорения направлены на увеличение государственных и частных инвестиций в ИР, связанные с энергетикой, общая сумма которых должна составить примерно до 290 млрд долл. в период с 2020–2030 гг.

Третий компонент состоит из «Инициатив в сфере нулевого уровня выбросов», которые направлены на содействие международному сотрудничеству в области исследований и разработок с нулевым уровнем выбросов. Япония стремится ежегодно собирать мировых лидеров промышленности, финансов и научных кругов, чтобы поделиться японскими инициативами со всем миром. Это реализуется в рамках таких конференций, как, например, Саммит зеленых инноваций, который был запущен под эгидой председательства Японии в G20 в 2019 году.

В рамках «Стратегии инноваций в области окружающей среды», правительство Японии, совместно с представителями крупного корпоративного сектора, намерены направить значительные средства на поддержку государственных и частных исследований и разработок в сферах, связанных с окружающей средой и энергетикой, в течение следующего десятилетия.

Благодаря национальным стратегиям, основанным на долгосрочных перспективах, Япония достигла значительных результатов в разработке прорывных инноваций в ряде областей энергетики, начиная от широкого распространения использования солнечной энергии и заканчивая производством электромобилей.

За последние 5 лет Япония добилась значительного продвижения в ИР в области возобновляемых источников энергии, а также в сфере силовой электроники следующего поколения и инновационных технологиях сжигания топлива. Все это соответствует целям и задачам, сформулированным в «Стратегии инноваций в области окружающей среды». В последние годы значительное внимание стали уделять технологиям улавливания, утилизации и хранения углерода, а также, разработке водородных технологий.



«Зеленая» трансформация (GX) и инициатива GX League

Глобальное потепление является проблемой, привлекающей внимание на протяжении многих лет. Выбросы парниковых газов, таких как двуокись углерода и метан, ускоряют глобальное потепление и влияют на усугубление экологических проблем и факторов, представляющих опасность для здоровья.

Согласно оценкам, представленным в «Шестом оценочном докладе»¹ Межправительственной группы экспертов по изменению климата, если концентрация парниковых газов продолжит расти в будущем, то к концу этого столетия температура земли повысится на 3,3–5,7 градуса Цельсия. В связи с этим, Япония приняла решение о продвижении инициативы «зеленой» трансформации с целью реформирования всей национальной социально-экономической системы.

Инициатива «зеленой» трансформации (GX) нацелена на преобразование промышленной структуры и социальной системы на основе экологически чистой энергии. В октябре 2020 г. Министерство экономики, торговли и промышленности Японии (МЭТП) выступило за углеродную нейтральность, целью которой является сокращение выбросов парниковых газов до нуля к 2050 году. В декабре того же года была выпущена «Стратегия «зеленого» роста до 2050 г.» для обеспечения углеродной нейтральности, куда вошел план действий по 14 приоритетным областям². В дополнение к этому, апреле 2021 г. Кабинет министров утвердил план противодействия глобальному потеплению, направленный на сокращение выбросов парниковых газов на 46% по сравнению с показателем 2013 г. к 2030 году.

Наряду с экологическими целями, правительство Японии рассматривает инициативу «зеленой» трансформации в качестве одного из приоритетных и перспективных направлений для инвестирования.

В июне 2022 г. кабинет премьер-министра Кисида утвердил «Глобальный план проектирования и реализации нового капитализма», в котором «зеленая» трансформация заявлена как одно из «приоритетных направлений инвестиций». При этом предполагается направить на «зеленую» трансформацию инвестиции в размере около 1,2 трилл. долл. в течение следующих 10 лет посредством государственно-частного партнерства. Для стимулирования инвестиций правительство намерено начать выпускать, так называемые, облигации переходного типа, что, фактически, предполагает полномасштабное введение торговли квотами на выбросы. Предварительно облигации получили название GX Economic Transition Bonds³.

На внеочередном заседании кабинета министров в начале октября 2022 г., премьер-министр Кисида вновь обратился к инициативе «зеленой» трансформации. В рамках своего выступления он сообщил, что ближе к концу 2022 г. будет ускорено рассмотрение дорожной карты по продвижению инициативы GX, которая представляет собой серьезную трансформацию экономики, общества и промышленности. Важной частью выступления стала тема обеспечения стабильных поставок энергии, что является обязательным условием для GX. Премьер-министр сообщил, что в свете текущей геополитической напряженности и ради обеспечения энергетической безопасности и независимости страны от импорта энергоносителей, он поручил экспертам до конца года ускорить обсуждение вопросов перезапуска более десятка атомных электростанций и разработку и строительство инновационных реакторов нового поколения с новыми механизмами безопасности⁴.

Совет по продвижению GX/GX League

В рамках реализации политики «зеленой» трансформации, правительство Японии продвигает следующие две конкретные инициативы. Создание Совета по продвижению GX и разработка

¹ IPCC Sixth Assessment Report <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

² Декларация о нейтральности выбросов углерода 2050 г. Министерства экономики, торговли и промышленности Японии. 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を策定しました <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>

³ 新しい資本主義のク・ラント・テ・サ・イン及び・実行計画 https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/pdf/ap2022.pdf

⁴ 第二十回国会における岸田内閣総理大臣所信表明演説 https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/statement/2022/1003shoshinhyomei.html

«Стратегии GX/Стратегии роста» к концу 2022 г., а также, создание, так называемого Сообщества «зеленой» трансформации или GX League.

В июле 2022 г. кабинет премьер-министра Кисида учредил Совет по продвижению «зеленой» трансформации. Председателем Совета выступает премьер-министр лично. В материалах, представленных на совещании министром, отвечающим за продвижение GX, говорилось о важности мер, необходимых для восстановления стабильного энергоснабжения Японии и разработке «Дорожной карты на следующие 10 лет для проведения структурной реформы»⁵. В рамках совещания премьер-министр Кисида также объявил о подготовке «Стратегии GX и стратегии роста» к концу 2022 года.

Второй важной инициативой является создание Сообщества «зеленой» трансформации или GX League. Об этом Министерство экономики, торговли и промышленности объявило в начале 2022 г. Сообщество «зеленой» трансформации позиционируется как форум для представителей промышленности, правительства и научных кругов с целью обсуждения будущего видения углеродно-нейтральной эпохи и формирования правил для рынка GX. С помощью GX League участники намерены одновременно добиться «корпоративного роста, удовлетворенности потребителей и значительного вклада в глобальную окружающую среду»⁶.

Основными требованиями к участникам GX League являются:

1. Корпоративное сокращение выбросов.
2. Шаги по сокращению выбросов в цепочке создания стоимости.
3. Расширение рынка GX.

Согласно первым оценкам, к апрелю 2022 г. численность представителей корпоративного сектора в создаваемом Сообществе составила 440 компаний. Министерство экономики, торговли и промышленности объявило, что объем выбросов углекислого газа всех участвующих компаний (по данным за 2018 год) составил около 320 млн тонн, что соответствует примерно 28% от общего объема выбросов Японии. В сентябре 2022 г. был объявлен дополнительный набор компаний, который продлится примерно до февраля 2023 года.

В качестве ключевых преимуществ для компаний-участников GX/GX League, ожидается предоставление государством поддержки в виде налоговых послаблений и улучшение имиджа компаний. Малые и средние предприятия смогут также рассчитывать на дополнительную бюджетную поддержку от правительства в рамках реализуемой политики.

Примеры конкретных кейсов от компаний, поддержавших инициативу GX

Компания Tokyo Electric Power Company Holdings

Компания ТЕРСО является одним из крупнейших национальных производителей и поставщиков энергии в Японии. В марте 2022 г. ТЕРСО объявила о поддержке инициативы GX League. В рамках инициативы компания установила политику ускорения разработки источников энергии с нулевым уровнем выбросов, которые не выделяют углекислый газ при производстве электроэнергии⁷.

Компания Nissan Motor

По заявлению компании, автомобильная промышленность должна способствовать развитию экологически чистых автомобилей, таких как электромобили, поскольку обычные автомобили, работающие на бензине, выделяют большое количество парниковых газов.

К 2050 г. компания Nissan Motor поставила перед собой цель достичь нулевого уровня выбросов углерода на протяжении всего жизненного цикла автомобиля (включая добычу сырья, производство, использование автомобилей, а также переработку и повторное использование автомобилей, вышедших из эксплуатации).

⁵ GX実行会議における議論の論点. https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/dai1/siryous3.pdf

⁶ About GX League. <https://gx-league.go.jp/en/>

⁷ GXリーグ基本構想」への賛同について. https://www.tepco.co.jp/press/release/2022/1694228_8712.html



По этой причине компания объявила политику, согласно которой «все новые автомобили, которые будут выпущены на основные рынки с начала 2030-х гг., будут электромобилями». Компания также объявила, что инвестирует около 34 млрд долл в течение следующих пяти лет, чтобы стимулировать технологические инновации в области электрификации⁸.

Корпорация Sumitomo Mitsui Financial Group

В финансовой сфере в контексте вопросов окружающей среды, рассматривают инвестиции и кредиты компаниям, занимающимся добычей, транспортировкой и потреблением ископаемого топлива, как проблему.

В начале 2022 г. Sumitomo Mitsui Financial Group объявила, что поддержит GX League, указав, что к 2050 г. весь ее инвестиционный и кредитный портфель будет углеродно-нейтральным. У компании также есть программы, касающиеся достижения нулевых выбросов парниковых газов к 2030 году⁹.

Инициативы муниципальных властей: город Хамамацу предлагает субсидии малым и средним предприятиям

В ответ на тенденцию продвижения политики GX местные органы власти также начинают свои собственные инициативы.

Город Хамамацу выделил 6,5 млн долл. в рамках дополнительного бюджета на май 2022 г., в качестве поддержки «зеленой» трансформации малого и среднего бизнеса. Что касается источников финансовых ресурсов, то более 3,4 млн долл. будут покрыты за счет специального гранта правительства на модернизацию регионов, а остальная часть будет выделена из общих источников доходов города¹⁰.

АЭС в контексте «зеленой» трансформации

Нынешняя энергетическая политика Японии предполагает использование мирной атомной энергии, однако авария на АЭС Фукусима-1 и существующие, в связи с этим, опасения в отношении безопасности использования атомных электростанций вынуждают искать альтернативные решения по получению дополнительных источников энергии.

Тем не менее, в «Шестой энергетической стратегии» говорится, что после модернизации оборудования и внедрения самых строгих стандартов, применимых к эксплуатации атомных электростанций, Япония возобновит работу существующих атомных электростанций.

В Стратегии признаются преимущества ядерной энергетики, в том числе высокая энергоемкость по отношению к объему сырья, высокий уровень самодостаточности, который она может обеспечить Японии, и ее высокий потенциал для содействия достижению целей по декарбонизации, включая производство водорода из атомных электростанций. Безусловно, в стране существуют разногласия, обусловленные отсутствием поддержки использования атомной энергетики со стороны общественности, однако в связи с явными преимуществами ядерной энергетики с точки зрения энергетической безопасности и декарбонизации, правительство страны не намерено отступать от намеченных планов по перезапуску атомных электростанций в стране.

Значительное внимание в стратегии уделяется различным техническим и политическим инициативам по решению проблем, связанных с хранением, переработкой и захоронением ядерных отходов, рециркуляцией ядерного топлива и плутония и выводом из эксплуатации атомных энергетических турбин.

На исполнительном заседании, посвященном GX в августе 2022 г., премьер-министр Кисида поручил ускорить рассмотрение вопроса о расширении новой атомной электростанции. Премьер-министр сказал: «Ядерная энергетика — это обезуглероженная энергия, необходимая для продвижения GX», а также упомянул, что она будет рассматриваться как «вариант на будущее»¹¹.

⁸ 経済産業省「GXリーグ基本構想」への賛同について. <https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/220331-01-j>

⁹ 三井住友フィナンシャルグループ「GXリーグ基本構想」への賛同について. https://www.smbc.co.jp/news/j602533_01.html

¹⁰ 令和4年度5月補正予算編成（第3号）の基本方針. <https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/zaisek/budget/02budget11hosei/5hosei3.html>

¹¹ 岸田首相、原発の新増設の検討を指示 正式決定なら国策の大転換. <https://www.asahi.com/articles/ASQ8S51QGQ8SULFA016.html>

Изменения и нововведения в новом плане по энергетике Японии

Оффшорная ветроэнергетика

В Шестом стратегическом энергетическом плане, объявленном в октябре 2021 года, правительство Японии рассмотрело прогресс своей энергетической политики за десять лет после инцидента на АЭС «Фукусима-1» и сформулировало базовую энергетическую стратегию Японии по созданию общества с нулевым уровнем выбросов углерода к 2050 году.

Чтобы добиться цели по обезуглероживанию Японии, правительство Кисида планирует содействовать использованию возобновляемых источников энергии и описывает внедрение оффшорной ветроэнергетики как «козырную карту» (яп. *кирифуда*). Нужно сказать, что для официальных правительственных документов является очень необычным использовать подобное выражение. Но, то же время, это ярко демонстрирует надежды и определенную уверенность японского правительства в правильности предпринимаемых решений. В связи с этим рассмотрим вопрос о потенциале внедрения технологии оффшорной ветроэнергетики в Японии.

В 2018 г. правительство Японии приняло «Закон о содействии использованию морских акваторий для развития объектов электроэнергетики с использованием морских возобновляемых источников энергии». Официально данный закон вступил в силу в апреле 2019 г. Данный закон предусматривает использование морских районов для производства электроэнергии из возобновляемых источников, особенно оффшорной ветровой энергии, путем создания системы сертификации и лицензионного использования обозначенных морских районов, при согласовании проводимых работ с местным населением, а также другие соответствующие правовые рамки.

С созданием и введением в действие правовой базы некоторые официальные лица японского правительства впоследствии смело высказывались о том, что Япония должна стать третьим по величине производителем оффшорной ветровой энергии в мире, производя до 45 гигаватт электроэнергии.

Тем не менее, одним из узких мест при внедрении морских ветряных электростанций в Японии является способ передачи энергии от морских ветряных электростанций в Токио и другие крупные города страны. Поскольку нехватка пропускной способности является существенным препятствием для успешной реализации проектов в области морской ветроэнергетики, японское правительство приняло решение выделить около 44 млн долл. в дополнительном бюджете на текущий 2022 г. с целью содействия исследованиям по разработке подводных кабелей, которые позволят передавать энергию, полученную с морских ветряных электростанций на Хоккайдо в Токио и другие районы Японии.

Япония имеет шестую по величине исключительную экономическую зону в мире, и потенциал японской оффшорной ветроэнергетики чрезвычайно высок. Теоретически подсчитано, что общее годовое количество электроэнергии, которое может быть произведено за счет внедрения морского ветра в Японии (3460 тераватт-часов), может более чем в три раза превышать количество электроэнергии, использованной Японией в 2020 году (905 ТВт-ч).

Очевидно, что при правильном внедрении оффшорная ветроэнергетика может стать решением энергетической нестабильности Японии, а также способствовать реализации ее углеродно-нейтрального и безъядерного энергетического баланса в ближайшем будущем.

Включение в стратегию водорода и аммиака

Большое внимание в новой стратегии уделяется потенциалу получения электроэнергии из водорода и аммиака в объемах для обеспечения небольших коммунальных нужд. К 2030 г. этот объем должен составить, предположительно, около 1% от источника выработки электроэнергии. Использование водорода и аммиака имеют высокий потенциал в контексте политики декарбонизации для ряда отраслей, включая транспорт, промышленное производство, горнодобывающую промышленность. В связи с этим, в новом энергетическом плане обсуждается необходимость создания с участием Японии международной цепочки поставок водорода и аммиака. При этом



также подчеркивается центральная роль потребителей электроэнергии в создании рынков спроса на водород и аммиак в Японии. Водород может вырабатывать электроэнергию на газовых электростанциях, а аммиак — на угольных электростанциях, при условии технического прогресса.

Тем не менее, несмотря на то что получение энергии на основе использования водорода и аммиака является многообещающим проектом для Японии, правительство было вынуждено отложить данный проект на неопределенное время. Дело в том, что в этом направлении правительство страны планировало сотрудничать с Россией для совместного производства энергии на основе водорода и аммиака. Но, в связи с нестабильной геополитической ситуацией, было принято решение приостановить переговоры. В любом случае, подобные проекты носят скорее долгосрочный характер, поскольку и Японии, и любой другой стране потребуется время, чтобы разработать эффективную технологию, позволяющую производить энергию на основе водорода и аммиака.

Заключение

По итогам исследования были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ нескольких рамочных документов, содержащих, как общее описание новой национальной энергетической политики, так и описание конкретных проектов, мер и задач, решение которых должно помочь Японии достигнуть поставленных целей по достижению углеродной нейтральности в средне- и долгосрочной перспективе, усилить энергетическую безопасность страны благодаря снижению зависимости страны от импортируемых источников энергии, добиться трансформации значительной части производственной системы страны на основе «зеленой» энергетики. Ожидается, что успешное достижение последней цели обеспечит значительный экономический рост страны, а также позволит стать страной-лидером в сфере производства и использования энергии из возобновляемых источников.

2. Сделан вывод о том, что межсекторальный подход может помочь увязать инновации с широкими целями энергетической, экологической и климатической политики. Однако только дальнейшая реализация сможет показать, в какой степени существующие ИП и разрабатываемые бизнес-модели помогут достичь желаемого ускорения и трансформации. Совершенно очевидно, что успешное достижение поставленных целей будет зависеть не только от финансирования готовящихся проектов и программ, но также от политических мер, связанных с успешным созданием рынка «зеленых» технологий и выходом на него как крупных национальных игроков, так и малых и средних предприятий, регулярное проведение мониторинга и критическая оценка эффективности внедряемых технологий и бизнес-моделей и многих других факторов. Японии, несомненно, следует придерживаться комплексного подхода.

3. Сделан вывод о том, что достижение углеродной нейтральности к 2050 г. потребует от Японии значительно ускорить внедрение низкоуглеродных технологий, усилить конкуренцию на своих энергетических рынках. Также видится важным разработать различные сценарии декарбонизации, чтобы подготовиться к возможности того, что некоторые низкоуглеродные технологии, такие как водородная энергетика и технологии, предполагающие, например, использование аммиака как источника энергии, будут распространяться не так быстро, как на то надеется правительство страны.

4. Рассмотрены примеры компаний, поддержавших инициативу «зеленой» трансформации и конкретный вклад, который они планируют внести в реализацию новой энергетической политики.

Направления дальнейших исследований

Политика «озеленения» экономик является глобальной тенденцией, что будет обуславливать высокий интерес к данной теме в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе.

Анализ развития и трансформации ТЭК Японии будет также иметь значительный интерес и важность для научно-экспертного сообщества, особенно для российского. Это связано с несколькими факторами. Во-первых, Япония является признанным лидером в сфере высоких технологий, что делает данную страну интересной с точки зрения изучения и, возможно, дальнейшего заимствования используемых ими технологических и инновационных решений, в том числе в сфере энергетики. Во-вторых, данная страна является одним из основных и долгосрочных импортеров и партнеров России в разработке полезных ископаемых, поэтому изучение актуальной энергетической политики Японии важно для России с точки зрения выстраивания дальнейшей стратегии взаимодействия между нашими странами.

Нужно также сказать, что обновленная энергетическая стратегия Японии является, безусловно, очень смелой с точки зрения поставленных целей и сформулированных задач, что делает изучение опыта в реализации намеченных планов, возникающих попутно проблем, подходов к их решению, успешных кейсов и т.д. данной страны особенно важным и ценным.

Исходя из описанных выше пунктов, изучение энергетической политики Японии является очень перспективной и богатой темой для проведения дальнейших исследований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. 6-ой стратегический план по энергетике Японии. URL: <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-1.pdf> (дата обращения: 20.10.2022)
2. Ambec S., Cohen M.A., Elgie S., Lanoie P. 2013. The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? *Rev. Environ. Econ. Policy* 7 (1), 2–22.
3. Borsatto J.M.L.S., Amui L.B.L. 2019. Green innovation: unfolding the relation with environmental regulations and competitiveness. *Resour. Conserv. Recycl.* 149, 445–454
4. Bu M.L., Qiao Z.Z., Liu B.B. 2020. Voluntary environmental regulation and firm innovation in China. *Econ. Model.* 89, 10–18.
5. Cole M.A., Elliott R.J.R., Okubo T. 2010. Trade, environmental regulations and industrial mobility: an industry-level study of Japan. *Ecol. Econ.* 69 (10), 1995–2002.
6. Curtis E.M., Lee J.M. 2019. When do environmental regulations backfire? Onsite industrial electricity generation, energy efficiency and policy instruments. *J. Environ. Econ. Manag.* 96, 174–194.
7. Du K., Cheng Y., Yao X. Environmental regulation, green technology innovation, and industrial structure upgrading: The road to the green transformation of Chinese cities // *Energy Economics*. – 2021. – Т. 98. – С. 105247.
8. Galloway E., Johnson E.P. 2016. Teaching an old dog new tricks: firm learning from environmental regulation. *Energy Econ.* 59, 1–10.
9. Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050. URL: https://www.meti.go.jp/english/press/2020/1225_001.html (дата обращения: 19.10.2022)
10. Green Growth Strategy (Overview). METI. URL: https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/ggs2050/pdf/ggs_overview_all.pdf (дата обращения: 19.10.2022)
11. Grey W.B., Shadbegian R.J. 2003. Plant vintage, technology, and environmental regulation. *J. Environ. Econ. Manag.* 46 (3), 384–402.
12. Key strategies towards Decarbonization of Energy Use and Supply in Japan and Germany: Insights from a Comparison Study on Long-term Scenario Analyses up to 2050. URL: http://www.gjetc.org/wp-content/uploads/2022/04/GJETC_Scenario-study.pdf (дата обращения: 15.10.2022)
13. Hirose K., Matsumura T. Green Transformation in Oligopoly Markets under Common Ownership. – 2022
14. Hille E., Althammer W., Diederich H. 2020. Environmental regulation and innovation in renewable energy technologies: does the policy instrument matter? *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 153, 119921
15. Introduction of Japan's Offshore Wind Policy. URL: https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/03_TadashiMogi_ANRE.pdf (дата обращения: 18.10.2022)



16. Japan 2021. Energy Policy Review. International energy agency. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/3470b395-cfdd-44a9-9184-0537cf069c3d/Japan2021_EnergyPolicyReview.pdf (дата обращения: 20.10.2022)
17. Japan's 2050 goal: A carbon-neutral society. Briefing Summary. European Parliament. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI\(2021\)698023_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI(2021)698023_EN.pdf) (дата обращения: 19.10.2022)
18. Japan to keep carbon reduction push amid Ukraine crisis – TEPCO official. URL: <https://www.channelnewsasia.com/business/japan-keep-carbon-reduction-push-amid-ukraine-crisis-tepco-official-2639341> (дата обращения: 21.10.2022)
19. Japanese Ministry of Economy Trade and Industry (2021): Generation cost analysis working group. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/index.html#cost_wg. (дата обращения: 19.10.2022)
20. Japanese Ministry of Environment (2019): Entrusted Work Concerning the Development and Disclosure of Basic. Zoning Information Concerning Renewable Energies. URL: <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r01.html>. (дата обращения: 19.10.2022)
21. Japan OECD Economic Surveys, 2021. URL: <https://www.oecd.org/economy/surveys/Japan-2021-OECD-economic-survey-overview.pdf> (дата обращения: 21.10.2021)
22. **Porter M.E., van der Linde C.** 1995a. Towards a new conception of the environment competitiveness relationship. *J. Econ. Perspect.* 4 (4), 97–118.
23. **Porter M.E., van der Linde C.** 1995b. Green and competitive: ending the stalemate. *Harv. Bus. Rev.* 73 (5), 120–134.
24. Public call for proposals: Moonshot Research and Development Program/Realization of sustainable resource circulation to recover the global environment by 2050, NEDO. URL: https://www.nedo.go.jp/english/ZZCA_100012.html (дата обращения: 21.10.2022)
25. **Ouyang X.L., Li Q., Du K.R.** 2020a. How does environmental regulation promote technological innovations in the industrial sector? Evidence from Chinese provincial panel data. *Energy Policy* 139, 111310.
26. Renewable pathways to climate-neutral Japan. Reaching zero emissions by 2050 in the Japanese energy system. Executive Summary. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_03_JP_2050_study/2021_LUT-Agora-REI_Renewable_pathways_Summary.pdf (дата обращения: 20.10.2022)
27. **Rubashkina Y., Galeotti M., Verdolini E.** 2015. Environmental regulation and competitiveness: empirical evidence on the Porter Hypothesis from European manufacturing sectors. *Energy Policy* 83, 288–300.
28. **Song M.L., Wang S.H., Sun J.** 2018. Environmental regulations, staff quality, green technology, R&D efficiency, and profit in manufacturing. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 133, 1–14.
29. Turken, N., Carrillo, J., Verter, V., 2020. Strategic supply chain decisions under environmental regulations: when to invest in end-of-pipe and green technology. *Eur. J. Oper. Res.* 283, 601–613.
30. **Wang H.Q., Wei W.X.** 2020. Coordinating technological progress and environmental regulation in CO₂ mitigation: the optimal levels for OECD countries & emerging economies. *Energy Econ.* 87, 104510.
31. **Whittaker H.** New Capitalism. Japan SPOTLIGHT. September / October 2022 стр. 30–33.
32. **Xie L., Li Z.X., Ye X.H., Jiang Y.R.** 2021. Environmental regulation and energy investment structure: empirical evidence from China's power industry. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 167, 120690.
33. エネルギー危機露産ガスの輸入停止を原発の早期再稼働を決断せよ. URL: <https://www.sankei.com/article/20220316-GOZ3O2RRDVLYFMLKVKGXUAQBQ/> (дата обращения: 20.10.2022)
34. エネルギー危機、安定供給対策強化を小山堅氏日本エネルギー経済研究所専務理事. URL: <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD074760X00C22A3000000/> (дата обращения: 21.10.2022)
35. 古くて新しいゼロ・カーボン対策：省エネルギー＜2＞日本の省エネ政策. URL: <https://www.yomiuri.co.jp/choken/kijironko/ckeconomy/20210510-OYT8T50046/> (дата обращения: 18.10.2022)
36. 「脱炭素」達成に向け、原発6基以上を建設へ. URL: <https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/02/844cd1422c279609.html> (дата обращения: 18.05.2022)
37. 日本のエネルギー政策のトレンドがわかる！「エネルギー白書2021」. URL: <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/energyhakusho2021.html> (дата обращения: 20.10.2022)
38. **Белогорьев А.** Энергетическая политика: между инерцией и прорывом // Энергетическая политика. 2021. No 9 (163). С. 6–24. DOI: 10.24412/2500-2872-2021-1-6-24

39. **Корнеев К.** Российская нефть и перезапуск АЭС: обновленная энергетическая стратегия Японии. URL: https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/rossiyskaya-neft-i-perezapusk-aes-obnovlennaya-energeticheskaya-strategiya-yaponii/?sphrase_id=93153441 (дата обращения: 25.10.2022)
40. **Корнеев К.А., Попов С.П.** Проблемы формирования энергетической политики Японии // Энергетическая политика. No. 2. 2019. С. 44–53.
41. **Пипия Л.К., Дорогокупец В.С.** Энергетическая политика Японии // Серия «Наука за рубежом» Института проблем развития науки РАН. No 60. Апрель 2017. 38 с.
42. **Подоба З.С.** Энергетическая стратегия и переход к зелёной энергетике в Японии // Японские исследования. 2021. No. 1. С. 24–41. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_9163_24
43. **Подоба З.С., Деревянко А.О.** Особенности и перспективы развития водородной энергетики в мире и Японии // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли // Сборник трудов всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции. Том Ч. 4. Санкт-Петербург, 2022.
44. **Стрельцов Д.В.** Политика Японии в сфере энергосбережения: исторические и правовые аспекты // Япония 2011. Ежегодник. Москва: АИРО-XXI. 2011. С. 17–37.
45. **Стрельцов Д.В.** Япония как «зелёная сверхдержава»: монография. Москва: МГИМО Университет. 2012. 212 с.

REFERENCES

1. 6-oy strategicheskiiy plan po energetike Yaponii. URL: <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-1.pdf> (data obrashcheniya: 20.10.2022)
2. **S. Ambec, M.A. Cohen, S. Elgie, P. Lanoie**, 2013. The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? *Rev. Environ. Econ. Policy* 7 (1), 2–22.
3. **J.M.L.S. Borsatto, L.B.L. Amui**, 2019. Green innovation: unfolding the relation with environmental regulations and competitiveness. *Resour. Conserv. Recycl.* 149, 445–454.
4. **M.L. Bu, Z.Z. Qiao, B.B. Liu**, 2020. Voluntary environmental regulation and firm innovation in China. *Econ. Model.* 89, 10–18.
5. **M.A. Cole, R.J.R. Elliott, T. Okubo**, 2010. Trade, environmental regulations and industrial mobility: an industry-level study of Japan. *Ecol. Econ.* 69 (10), 1995–2002.
6. **E.M. Curtis, J.M. Lee**, 2019. When do environmental regulations backfire? Onsite industrial electricity generation, energy efficiency and policy instruments. *J. Environ. Econ. Manag.* 96, 174–194.
7. **K. Du, Y. Cheng, X. Yao**, Environmental regulation, green technology innovation, and industrial structure upgrading: The road to the green transformation of Chinese cities // *Energy Economics*. – 2021. – T. 98. – S. 105247.
8. **E. Galloway, E.P. Johnson**, 2016. Teaching an old dog new tricks: firm learning from environmental regulation. *Energy Econ.* 59, 1–10.
9. Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050. URL: https://www.meti.go.jp/english/press/2020/1225_001.html (data obrashcheniya: 19.10.2022)
10. Green Growth Strategy (Overview). METI. URL: https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/ggs2050/pdf/ggs_overview_all.pdf (data obrashcheniya: 19.10.2022)
11. **W.B. Grey, R.J. Shadbegian**, 2003. Plant vintage, technology, and environmental regulation. *J. Environ. Econ. Manag.* 46 (3), 384–402.
12. Key strategies towards Decarbonization of Energy Use and Supply in Japan and Germany: Insights from a Comparison Study on Long-term Scenario Analyses up to 2050. URL: http://www.gjetc.org/wp-content/uploads/2022/04/GJETC_Scenario-study.pdf (data obrashcheniya: 15.10.2022)
13. **K. Hirose, T. Matsumura**, Green Transformation in Oligopoly Markets under Common Ownership. – 2022.
14. **E. Hille, W. Althammer, H. Diederich**, 2020. Environmental regulation and innovation in renewable energy technologies: does the policy instrument matter? *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 153, 119921
15. Introduction of Japan's Offshore Wind Policy. URL: https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/03_TadashiMogi_ANRE.pdf (data obrashcheniya: 18.10.2022)



16. Japan 2021. Energy Policy Review. International energy agency. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/3470b395-cfdd-44a9-9184-0537cf069c3d/Japan2021_EnergyPolicyReview.pdf (data obrashcheniya: 20.10.2022)
17. Japan's 2050 goal: A carbon-neutral society. Briefing Summary. European Parliament. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI\(2021\)698023_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI(2021)698023_EN.pdf) (data obrashcheniya: 19.10.2022)
18. Japan to keep carbon reduction push amid Ukraine crisis - TEPCO official. URL: <https://www.channelnewsasia.com/business/japan-keep-carbon-reduction-push-amid-ukraine-crisis-tepco-official-2639341> (data obrashcheniya: 21.10.2022)
19. Japanese Ministry of Economy Trade and Industry (2021): Generation cost analysis working group. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/index.html#cost_wg. (data obrashcheniya: 19.10.2022)
20. Japanese Ministry of Environment (2019): Entrusted Work Concerning the Development and Disclosure of Basic. Zoning Information Concerning Renewable Energies. URL: <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r01.html>. (data obrashcheniya: 19.10.2022)
21. Japan OECD Economic Surveys, 2021. URL: <https://www.oecd.org/economy/surveys/Japan-2021-OECD-economic-survey-overview.pdf> (data obrashcheniya: 21.10.2021)
22. **M.E. Porter, C. van der Linde**, 1995a. Towards a new conception of the environment competitiveness relationship. *J. Econ. Perspect.* 4 (4), 97–118.
23. **M.E. Porter, C. van der Linde**, 1995b. Green and competitive: ending the stalemate. *Harv. Bus. Rev.* 73 (5), 120–134.
24. Public call for proposals: Moonshot Research and Development Program/Realization of sustainable resource circulation to recover the global environment by 2050, NEDO. URL: https://www.nedo.go.jp/english/ZZCA_100012.html (data obrashcheniya: 21.10.2022)
25. **X.L. Ouyang, Q. Li, K.R. Du**, 2020a. How does environmental regulation promote technological innovations in the industrial sector? Evidence from Chinese provincial panel data. *Energy Policy* 139, 111310.
26. Renewable pathways to climate-neutral Japan. Reaching zero emissions by 2050 in the Japanese energy system. Executive Summary. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_03_JP_2050_study/2021_LUT-Agora-REI_Renewable_pathways_Summary.pdf (data obrashcheniya: 20.10.2022)
27. **Y. Rubashkina, M. Galeotti, E. Verdolini**, 2015. Environmental regulation and competitiveness: empirical evidence on the Porter Hypothesis from European manufacturing sectors. *Energy Policy* 83, 288–300.
28. **M.L. Song, S.H. Wang, J. Sun**, 2018. Environmental regulations, staff quality, green technology, R&D efficiency, and profit in manufacturing. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 133, 1–14.
29. **N. Turken, J. Carrillo, V. Verter**, 2020. Strategic supply chain decisions under environmental regulations: when to invest in end-of-pipe and green technology. *Eur. J. Oper. Res.* 283, 601–613.
30. **H.Q. Wang, W.X. Wei**, 2020. Coordinating technological progress and environmental regulation in CO2 mitigation: the optimal levels for OECD countries & emerging economies. *Energy Econ.* 87, 104510
31. **H. Whittaker**, New Capitalism. Japan SPOTLIGHT. September / October 2022 str. 30–33.
32. **L. Xie, Z.X. Li, X.H. Ye, Y.R. Jiang**, 2021. Environmental regulation and energy investment structure: empirical evidence from China's power industry. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 167, 120690.
33. エネルギー危機露産ガスの輸入停止を原発の早期再稼働を決断せよ. URL: <https://www.sankei.com/article/20220316-GOZ3O2RRDVLYFMLKVVGXUAQBQ/> (data obrashcheniya: 20.10.2022)
34. エネルギー危機、安定供給対策強化を小山堅氏日本エネルギー経済研究所専務理事. URL: <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD074760X00C22A3000000/> (data obrashcheniya: 21.10.2022)
35. 古くて新しいゼロ・カーボン対策：省エネルギー＜2＞日本の省エネ政策. URL: <https://www.yomiuri.co.jp/choken/kijironko/ckeconomy/20210510-OYT8T50046/> (data obrashcheniya: 18.10.2022)
36. 「脱炭素」達成に向け、原発6基以上を建設へ. URL: <https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/02/844cd1422c279609.html> (data obrashcheniya: 18.05.2022)
37. 日本のエネルギー政策のトレンドがわかる！「エネルギー白書2021」. URL: <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/energyhakusho2021.html> (data obrashcheniya: 20.10.2022)

38. **A. Belogoryev**, Energeticheskaya politika: mezhdru inertsiiy i proryvom // Energeticheskaya politika. 2021. No 9 (163). S. 6–24. DOI: 10.24412/2500-2872-2021-1-6-24
39. **K. Korneyev**, Rossiyskaya neft i perezapusk AES: obnoblennaya energeticheskaya strategiya Yaponii. URL: https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/rossiyskaya-neft-i-perezapusk-aes-obnoblennaya-energeticheskaya-strategiya-yaponii/?sphrase_id=93153441 (data obrashcheniya: 25.10.2022)
40. **K.A. Korneyev, S.P. Popov**, Problemy formirovaniya energeticheskoy politiki Yaponii // Energeticheskaya politika. No 2. 2019. S. 44–53.
41. **L.K. Pipiya, V.S. Dorogokupets**, Energeticheskaya politika Yaponii // Seriya «Nauka za rubezhom» Instituta problem razvitiya nauki RAN. No 60. April 2017. 38 s.
42. **Z.S. Podoba**, Energeticheskaya strategiya i perekhod k zelënoy energetike v Yaponii // Yaponskiye issledovaniya. 2021. No 1. S. 24–41. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_9163_24
43. **Z.S. Podoba, A.O. Derevyanko**, Osobennosti i perspektivy razvitiya vodorodnoy energetiki v mire i Yaponii // Fundamentalnyye i prikladnyye issledovaniya v oblasti upravleniya, ekonomiki i trgovli // Sbornik trudov vs Rossiyskoy nauchno-prakticheskoy i uchebno-metodicheskoy konferentsii. Tom Ch. 4. Sankt-Peterburg, 2022.
44. **D.V. Streltsov**, Politika Yaponii v sfere energosberezheniya: istoricheskiye i pravovyye aspekty // Yaponiya 2011. Yezhegodnik. Moskva: AIRO-XXI. 2011. S. 17–37.
45. **D.V. Streltsov**, Yaponiya kak «zelenaya sverkhderzhava»: monografiya. Moskva: MGIMO Universitet. 2012. 212 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

КОСТЮКОВА Коринна Сергеевна

E-mail: kary27@mail.ru

Korinna S. KOSTYUKOVA

E-mail: kary27@mail.ru

Поступила: 06.11.2022; Одобрена: 16.12.2022; Принята: 21.12.2022.

Submitted: 06.11.2022; Approved: 16.12.2022; Accepted: 21.12.2022.

Экономика и менеджмент предприятий и комплексов

Economy and management of enterprise and complexes

Научная статья

УДК 656.71

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15605>



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО НАЗЕМНОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ РЕЙСОВ БИЗНЕС-АВИАЦИИ

В.К. Цуцкарёв ✉

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

✉ vtsutskarev@gmail.com

Аннотация. В имеющихся в открытом доступе научных трудах понятие стратегического потенциала предприятия рассматривается и анализируется многими учеными теоретиками и практиками по различным отраслям народного хозяйства. Разработка методики расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации с теоретической точки зрения по настоящее время не проводилось ни одним из авторов, посвящавших свою научную деятельность и исследования в области бизнес-авиации. В научной литературе отсутствует понятие стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации. Сфера наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации также не подвергалась детальному изучению как отдельная составляющая всей отрасли бизнес-авиации Российской Федерации. Цель статьи – разработать методику расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации на основе имеющейся теоретической информации о стратегическом потенциале предприятия и анализе деятельности действующих предприятий по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации. Задачи исследования: исследовать деятельность ведущих центров бизнес-авиации Российской Федерации за период с 2019 по 2022 г., провести анализ влияния внешних и внутренних факторов на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, разработать и обосновать методику расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации. По результатам проделанной работы сформулировано научное определение понятия стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, а также разработана методика расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации на основе анализа эффективности деятельности таких ведущих представителей отечественной отрасли как: ЦБА «Внуково-3» и ЦБА «Пулково-3». Установлено значительное влияние ключевых конкретных внешних и внутренних факторов на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, воздействие на которые со стороны предприятия с целью их системного улучшения не всегда представляется возможным.

Ключевые слова: эффективность, стратегический потенциал, наземное обслуживание, бизнес-авиация, предприятие, центр бизнес-авиации

Для цитирования: Цуцкарёв В.К. Стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 71–84. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15605>



STRATEGIC POTENTIAL OF BUSINESS AVIATION GROUND HANDLING ENTERPRISES

V.K. Tsutskarev ✉

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

✉ vtsutskarev@gmail.com

Abstract. According to the publicly available scientific articles, a lot of different scientists research company strategic potential in various sectors of the national economy. It is important to mention that not even one business aviation researcher ever explored a method of calculating the strategic potential index of business aviation ground handling companies. Scientific sources fail to provide even one definition of strategic potential of business aviation ground handling enterprises. The field of the business aviation ground handling has also never been under study, especially as a field separate from business aviation in Russian Federation as a whole. The purpose of the research is to create a method of calculating the enterprise strategic potential index according to the available theoretical data and the actual results of enterprise activity in terms of business aviation ground handling. The objectives of the article are: to research the activity of the main Russian business aviation ground handling enterprises during the period from 2019 to 2022, to analyze the influence of external and internal factors to strategic potential of the business aviation ground handling enterprise, to create and prove the method of calculating the strategic potential index of business aviation ground handling enterprise. As a result of the study, the meaning of strategic potential of business aviation ground handling enterprise was established and the method of calculating the strategic potential index of business aviation ground handling enterprise based on the results of analyzing the activities of such leading domestic enterprises as FBO Vnukovo-3 and FBO Pulkovo-3 was created. It was established that key external and internal factors have huge influence on the strategic potential of business aviation ground handling enterprises. However, the enterprises are not always capable of changing these factors in order to systematically improve them.

Keywords: efficiency, strategic potential, ground handling, business aviation, enterprise, FBO

Citation: V.K. Tsutskarev, Strategic potential of business aviation ground handling enterprises, *П-Еconomy*, 15 (6) (2022) 71–84. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15605>

Введение

В современных условиях ведения предпринимательской деятельности в Российской Федерации на фоне тысяч разнообразных ограничений отечественная отрасль бизнес-авиации демонстрирует успешные результаты своего функционирования по всем направлениям деятельности.

К середине летнего сезона 2022 г. были налажены поставки необходимых запасных частей, каналы получения обновлений для программного обеспечения, начали активную работу отечественные компании по оказанию услуг ТОиР, заключены договора с техническими центрами в дружественных странах на проведение наиболее сложных форм ремонта и технического обслуживания. В отечественной отрасли бизнес-авиации, как и в зарубежной нет возможности ожидания перемен в лучшую сторону, всегда прорабатывается и готовится к практической реализации несколько планов действий на случай непредвиденных обстоятельств.

Бизнес-авиация в России все еще остается без соответствующего узкоспециализированного правового поля и нормативных документов. Отсутствие самого понятия «бизнес-авиация», как объекта нормативной базы характерно не только для Воздушного, но и для Таможенного Кодекса, всех ФАП и иных руководящих документов, а аспекты, касающиеся наземного обслуживания воздушных судов бизнес-авиации, — до сих пор не структурированы.



Проблемы и перспективы развития бизнес-авиации в Российской Федерации неоднократно изучались в своих научных трудах различными авторами. В период с 2005 по 2010 гг. многие из них единогласно выявили, а Ярош А.В. сформулировал основную проблему, препятствующую развитию всех направлений отечественной бизнес-авиации, актуальную и в 2022 г. — отсутствие профильной нормативно-правовой базы [1].

По мнению Матвеевой А.В., динамика рынка авиаперевозок в Российской Федерации зависит от геополитических факторов, развития туристической отрасли, экономического состояния, конкуренции и неэффективного управления авиапредприятиями [2].

Практически ежегодно, не считая отдельные периоды экономических кризисов: 2008, 2014, 2020 и 2022 годов, рынок оставался стабильным, а в некоторых регионах фиксировался рост не только количества рейсов бизнес-авиации, но и количества пассажиров, которые осуществляли свои перелеты, используя указанные рейсы.

Имеющиеся проблемы, с которыми ежедневно сталкиваются центры бизнес-авиации и обслуживающие компании из-за таких меняющихся внутренних и внешних факторов как: отношения с главными операторами аэропортов, отсутствие необходимого количества квалифицированных кадров и соответствующей законодательной базы, внешние экономические и политические ограничения — существенно сдерживают, но не останавливают развитие отрасли. Подтверждением данного факта является значительное увеличение отечественного парка воздушных судов бизнес-авиации за период с марта по октябрь 2022 г.

Возможность оценки стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации является одним из важнейших факторов, способствующих продолжению его успешной деятельности и системному развитию.

Достигнутые успехи, обусловленные постоянным внедрением со стороны ведущих участников рынка инноваций на базе информационных технологий, а также системным развитием всей ресурсной базы предприятия и санкционным давлением со стороны недружественных стран, позволили повысить эффективность наземного обслуживания, оптимизировать структуру и штатное расписание, минимизировать затраты, а также увеличить рентабельность и усилить конкурентоспособность предприятия.

Значительное улучшение качества обслуживания и всех производственно-технологических процессов с кардинальным снижением соответствующих затрат, реализуются за счет имплементации достижений в области информационных технологий. Покровская О.Д. в своих работах, посвященных цифровизации технологических процессов на железнодорожном транспорте, доказывает необходимость ее проведения и внедрения результатами соответствующих завершенных исследований, которые могут быть применены в деятельности и других транспортных предприятий, учитывая специфику их деятельности [3, 4].

Система оценки деятельности (процессов) предприятия является многогранной, включающей в себя оценку различных направлений и сфер его деятельности. Она включает в себя перечень процессов по анализу динамики различных показателей хозяйственной деятельности предприятия в сравнении с аналогичными показателями прошлых периодов или утвержденными на отчетный период плановыми значениями [5].

Согласно мнению американского исследователя проблем производительности Д. Скотт Синка существуют следующие показатели эффективности: действенность, экономичность, качество продукции, качество трудовой жизни, внедрение новшеств, издержки и цены (прибыльность), производительность. Эффективность является интегральным показателем качества бизнес-процессов предприятия, факторы, влияющие на нее, идентичны тем, которые определяют жизнедеятельность организации в целом¹.

¹ Староверова К.О. Менеджмент. Эффективность управления : учеб. пособие для академического. — М. : 2018. — 269 с.

Для эффективного управления предприятием по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации требуется специальная аэропортовая инфраструктура, высококвалифицированный и сертифицированный персонал, единые стандарты наземного обслуживания, а также действующая необходимая нормативно-правовая база, государственные стандарты, качественная, апробированная и зарекомендовавшая себя научная методика.

По состоянию на 01 сентября 2022 г. на территории Российской Федерации функционировало 236 аэропортов гражданской авиации, из которых только 79 были допущены к международным полетам². Соответствующее полноценное наземное обслуживание рейсов бизнес-авиации осуществляется в пяти-семи максимум из указанных выше аэропортов. Рынок наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации в Российской Федерации продолжает находиться в стадии системного становления, что обусловлено наличием полноценных ЦБА исключительно в Москве и Санкт-Петербурге.

В имеющихся в открытом доступе научных трудах отсутствуют результаты исследований в области стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации. **Объектом** исследования является предприятие по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, а **предметом** исследования — стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации.

К наиболее известным отечественным авторам, посвятившим свои научные труды в области исследования стратегического потенциала и эффективного управления предприятиями можно выделить работы следующих ученых: М.В. Бгашева, В.В., Глухова [6], П.Б. Болдыревского [7], Г.Б. Клейнера [8], В.Д. Маркова, Т.Н. Патрахиной [9], Н.А. Серебряковой [10] и других.

Динамичное развитие рынка отечественной бизнес-авиации за последние двадцать пять лет способствовало созданию соответствующих авиакомпаний, системы наземного обслуживания и вводу в эксплуатацию необходимых объектов аэропортовой инфраструктуры. Хаотичная динамика пассажиропотока и рейсов бизнес-авиации за период с 2020 по 2022 гг. в крупнейших аэропортах и центрах бизнес-авиации России, а также наличие нерешенных проблем функционирования и управления, в совокупности с малой изученностью выбранной проблематики по причине незначительного периода существования бизнес-авиации в стране, также подчеркивает актуальность выбранной темы.

Цель исследования

Целью исследования является разработка методики расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации на основе имеющейся теоретической информации о стратегическом потенциале предприятия и анализе деятельности действующих предприятий по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации. Достижение поставленной цели достигается в процессе решения следующих задач: исследовании деятельности ведущих центров бизнес-авиации России за период с 2019 по 2022 г., анализе влияния внешних и внутренних факторов на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, разработке методики расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации.

Методы и материалы

В качестве информационно-статистической базы использовались данные, полученные от ведущих отечественных ЦБА, а также информация по проблематике статьи, полученная из открытых научных, периодических и иных изданий, включая: нормативно-правовые документы Министерства Транспорта Российской Федерации, Федерального Агентства Воздушного Транспорта, материалов различных конференций по развитию транспортной инфраструктуры и воздушных

² Официальный сайт Федерального Агентства Воздушного Транспорта. URL: <http://www.favt.ru>



перевозок, публикаций в отраслевых изданиях, результатов деятельности аэропортовых предприятий.

Методология основана на использовании комплекса научных методов статистического, системного, графоаналитического и общего познания. В процессе написания статьи анализировалась и детально изучалась официальная информация из источников, указанных выше, а также данные из специализированных электронных средств массовой информации.

Результаты и обсуждение

Исследование деятельности ведущих центров бизнес-авиации Российской Федерации за период с 2019 по 2022 гг.

Согласно данным находящимся в открытом доступе, ведущими центрами бизнес-авиации в России по объему обслуженных пассажиров и воздушных судов являются ЦБА «Внуково-3» и ЦБА «Пулково-3»³.

ЦБА «Внуково-3» – крупнейшим центр бизнес-авиации в Европе и единственный в России, обладающий сертификатом IS-BAH Stage 2. На его территории находится наиболее развитая аэропортовая инфраструктура, которая позволяет самостоятельно предоставлять полный комплекс услуг по организации наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации без привлечения техники и персонала от сторонних организаций. В 2019 году ЦБА «Внуково-3» приступил к предоставлению наземного обслуживания грузовым рейсам в АВК «Внуково-1».

К услугам пассажиров бизнес-авиации доступны два просторных терминала, один из которых предназначен для обслуживания внутренних рейсов, а второй – для международных рейсов. С целью комплексного обслуживания рейсов бизнес-авиации была создана и введена в эксплуатацию вся необходимая инфраструктура, предназначенная для встречи/выпуска, обслуживания и базирования любых типов воздушных судов, включая вертолеты. Для клиентов ЦБА «Внуково-3» доступны современные перроны, ангарные комплексы и прочие специальные объекты аэропортовой инфраструктуры⁴.

Центр бизнес-авиации «Пулково-3» является единственным ЦБА в Северо-Западном регионе, который предоставляет весь необходимый комплекс услуг и имеет в своем составе требующуюся для этого инфраструктуру. Общая площадь ЦБА «Пулково-3» составляет сто тысяч кв.м. На территории ЦБА расположены собственный перрон с 30 местами стоянок, а также ангар, состоящий из трех секций суммарной площадью восемь тысяч пятьсот кв.м. Пассажирский терминал площадью более четырех тысяч кв.м., позволяет обслуживать до полутора тысяч пассажиров в сутки. Все необходимые офисные помещения производственно-технологических служб, администрации и руководства предприятия, а также помещения для профильных арендаторов. На первом этаже к услугам пассажиров всегда доступны: зоны прилета/вылета, сектор предполетного досмотра, кабины пограничного контроля, магазин беспошлинной торговли, галерея современного искусства, ресторан/бар, комнаты для переговоров и ряд других эксклюзивных услуг⁵.

Статистические данные по обслуженным в ЦБА «Внуково-3» и ЦБА «Пулково-3» воздушным судам и пассажирам бизнес-авиации за период с 01.01.2019 по 31.12.2021 гг. представлены в табл. 1.

Статистические данные, указанные в табл. 1 по обоим ЦБА наглядно демонстрируют их прямую зависимость от политико-экономической ситуации в стране и мире. Падение объемных показателей в 2020 г. по отношению к 2019 г. обуславливается появлением и борьбой с новой коронавирусной инфекцией SARS COVID-19.

Согласно имеющимся данным из неофициальных источников, аналогичные статистические показатели обоих ЦБА за период с 01.01 по 31.08.2022 сократились кратно, по отношению к ана-

³ Официальный сайт российского электронного издания «Bizavnews.ru». URL: <http://www.bizavnews.ru>

⁴ Официальный сайт ЗАО «ВИППОРТ». URL: <http://www.vipport.ru>

⁵ Официальный сайт ООО «ДжетПорт СПб». URL: <https://www.jetport.ru>

логичному периоду 2021 г. по причине проведения Российской Федерацией специальной военной операции на Украине и ведением санкционной политики со стороны блока недружественных стран, преимущественно из ЕС и Северной Америки.

Таблица 1. Статистические данные по ЦБА «Внуково-3» и ЦБА «Пулково-3» за период 2019–2021 гг.
Table 1. Statistic, FBO Vnukovo-2 and FBO Pulkovo-3, 2019–2021

Год	ЦБА "Пулково-3", воздушные суда	ЦБА "Пулково-3", пассажиры	ЦБА "Внуково-3", воздушные суда	ЦБА "Внуково-3", пассажиры
2019	3865	23265	14579	90701
2020	2846	15046	13638	78772
2021	4328	25691	17340	105833

На основании информации изложенной выше, подтверждается прямая взаимосвязь между результатами деятельности ведущих ЦБА России и политико-экономической обстановкой в стране и мире, т.е. влияние внешних факторов на деятельность предприятия играет одну из важнейших ролей.

Анализ влияния внешних и внутренних факторов на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации

В соответствии с позицией Лукиных М.И. стратегический потенциал предприятия представляет собой комбинацию ресурсов и ключевых компетенций организации, а также является важным и необходимым элементов стратегического планирования [11].

Согласно мнению Марковой В.Д. и Кузнецовой С.А. под стратегическим потенциалом организации понимается объем всех доступных возможностей и ресурсов, которые требуются для разработки и практической имплементации стратегии предприятия.

Щегорцев В.А. трактует стратегический потенциал предприятия как наиболее значимую экономическую составляющую, способствующую его эффективному развитию в долгосрочной перспективе [12].

Для успешного функционирования предприятия, повышения его стратегического потенциала управления и разработки стратегии постоянного развития необходимо сформулировать миссию, установить цели и разработать задачи, выполнение которых, позволит достичь установленных целей и распределить соответствующие необходимые функции среди структурных подразделений и должностных лиц предприятия. Типовая схема организации процесса стратегического планирования предприятия приведена на рис. 1.⁶

Основные цели предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации разработаны автором и указаны на рис. 2.

Результаты деятельности предприятия характеризуются соответствующим набором показателей, подверженных влиянию разнообразных факторов, которые принято разделять на внутренние и внешние⁷.

Внутренние факторы, в свою очередь, подразделяются на основные, определяющие работу предприятия, и неосновные (побочные), влияющие на обобщающие показатели, но не связанные с нарушением хозяйственной и технологической дисциплины⁸. Основные внутренние и внешние факторы представлены в табл. 2.

К существенным факторам, влияющим на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, согласно экспертному мнению профессионального сообщества относятся:

⁶ Маслаков В.П. Хозяйственный механизм авиатранспортных предприятий: Учеб. пособ. для вузов. – СПб.: Питер, 2015. – 368с.

⁷ Пелюшкевич М.Л. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности : учеб. пособие. СПб.: 2014.

⁸ Артеменко В.Г., Анисимова Н.В. Экономический анализ: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2011.

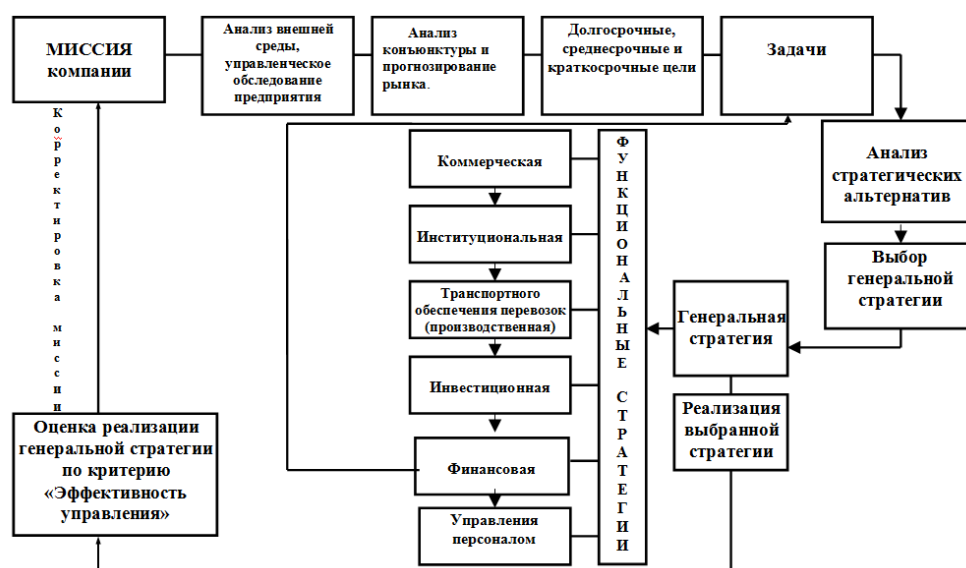


Рис. 1. Типовая схема организации процесса стратегического планирования предприятия

Fig. 1. A typical scheme of the strategic planning process enterprise organization



Рис. 2. Основные цели и задачи предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации

Fig. 2. The main goals and objectives of the business aviation ground handling enterprise

профильная нормативно-правовая база и государственные стандарты;

- среднегодовое количество обслуживаемых воздушных судов бизнес-авиации;
- среднегодовое количество обслуживаемых пассажиров бизнес-авиации;
- необходимая инфраструктура для наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации;
- надлежащая структура предприятия;
- цифровизация производственных процессов;
- квалифицированный технический персонал для наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации;

- наличие конкурентов в аэропорту или регионе присутствия;
- качество и эффективность взаимоотношений с главным оператором.

На основании изложенной информации, автор делает вывод, что на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации влияют как внешние, так и внутренние факторы, а его повышение возможно преимущественно благодаря усилиям и принимаемым предприятием мер, на основе изменения внутренних факторов.

Таблица 2. Основные факторы, влияющие на деятельность предприятия
Table 2. The main factors affecting the company's activities

Внутренние факторы	Внешние факторы
Материально-технические	Политические
Организационно-управленческие	Экономические
Экономические	Социальные
Социальные	Технологические
	Законодательные

Разработка методики расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации

С целью дальнейшего продолжения изучения с научной точки зрения проблематики касательно наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации, автор считает необходимым сформулировать его основополагающее определение.

13 августа 1996г. было принято Постановление Правительства РФ №996 «Об утверждении временного положения об авиации общего назначения Российской Федерации». Согласно п.3. указанного постановления, к деловой авиации относится часть авиации общего назначения, используемая субъектами авиации общего назначения с целью перевозки грузов и пассажиров, а также выполнения некоторых видов авиационных работ. Данное Постановление законодательно закрепило понятие «деловой авиации» на основании определения из ст. 21 ВК. РФ. В соответствии с п. 4. указанного постановления, использование авиации общего назначения в Российской Федерации предусматривает для деловой авиации обязательную сертификацию субъектов авиации общего назначения в порядке, предусмотренном для коммерческих эксплуатантов воздушного транспорта, с соответствующими особенностями в процедуре сертификации. Данный пункт подчеркивает необходимость применения единых стандартов сертификации в т.ч. и к авиакомпаниям, выполняющим рейсы бизнес-авиации. Никаких иных понятий или требований к деловой авиации указанное постановление Правительства РФ не прописывает⁹.

Указанное Постановление утратило силу в связи с изданием Постановления Правительства РФ от 14.12.2006 N 767 «Об изменении и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации по вопросам лицензирования отдельных видов деятельности»¹⁰.

Под термином бизнес-авиация принято понимать особый вид гражданской авиации, воздушные суда которой осуществляют ограниченную по количеству пассажиров перевозку по запрошенному ими маршруту и расписанию с возможностью предоставления практически неограниченного перечня дополнительных услуг, как во время полета, так и после него.

На основании ранее имевшегося законодательного понятия деловой авиации, и его общепринятого понимания, можно с уверенностью констатировать, что данная сфера подвержена влиянию большого количества различных внешних и внутренних факторов.

⁹ Постановление Правительства РФ №996 «Об утверждении временного положения об авиации общего назначения Российской Федерации» от 13.08.1996г. URL: <http://base.garant.ru/136566>

¹⁰ Постановление Правительства РФ N 767 «Об изменении и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации по вопросам лицензирования отдельных видов деятельности» от 14.12.2006г. URL: <http://base.garant.ru/12151123>



Рис. 3. Этапы разработки методики расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации

Fig. 3. Stages of developing a methodology for calculating the strategic potential index of the business aviation groundhandling enterprise

Исходя из этого, стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации можно представить в виде совокупности всех имеющихся ресурсов, а также потенциальных возможностей, направленных на достижение основных стратегических целей предприятия: обеспечение максимальной безопасности полетов, бесперебойного и качественного оказания наземного обслуживания, повышения экономической эффективности, оптимизация затрат и структуры управления.

На основании вышеизложенного, представляется возможным изложить определение стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации в следующей редакции:

«Совокупность имеющихся стратегий и мероприятий на основе использования всех доступных ресурсов предприятия с целью обеспечения высокой безопасности полетов, максимально-эффективного внутреннего управленческого взаимодействия и повышения экономической выгоды от деятельности по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации».

С целью повышения эффективности управления системой наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации, необходимо осуществить расчет показателя стратегического потенциала предприятия посредством реализации следующих этапов, указанных на рис. 3.

До момента создания формулы по оценке стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, необходимо провести анализ методического инструментария по оценке стратегического потенциала крупного предприятия.

А.С. Ачкасова определила формулу для оценки стратегического потенциала грузового автотранспортного предприятия как величину, равную максимуму возможных для данного предприятия результатов по существующим стратегическим направлениям развития¹¹:

¹¹ Ачкасова А.С. Развитие стратегического потенциала грузовой автотранспортной компании на основе адаптации организационной формы управления: дис. канд. эк. наук: 08.00.05 ; ФГОУ ВПО «СКГТУ». – Ростов-на-Дону, 2011. – 225 с.

$$SP_{rfc} = f(S_m; S_f; S_i; S_p; S_o) = \sum (S_i^r / S_i^o), \quad (1)$$

где $S_m; S_f; S_i; S_p; S_o$ – компоненты стратегического потенциала предприятия (менеджмент, финансы, техника и технологии, производственные мощности, персонал, организационная культура и ценности); (S_i^r / S_i^o) – оценка каждой компоненты стратегического потенциала как соотношение между реально достижимой и оптимальной его величиной.

А.Ю. Царикаев обосновал возможность расчета стратегического потенциала крупных предприятий в области машиностроения и станкостроения на основе проведенной систематизации совокупности показателей, характеризующих отдельные аспекты в развитии указанных предприятий по следующей формуле¹²:

$$ИСП = [A1; A2; A3; A4; A5], \quad (2)$$

ИСП – стратегический потенциал крупного предприятия, объединяющий в себе такие показатели, как $x1 - x31$; A1 – агрегат, являющийся частью СП крупного предприятия и характеризующий его финансово-экономический потенциал ($x1 - x18$); A2 – агрегат, являющийся частью СП крупного предприятия и характеризующий его рыночный потенциал ($x19 - x25$); A3 – агрегат, являющийся частью СП крупного предприятия и характеризующий его бюджетообразующий потенциал ($x26$); A4 – агрегат, являющийся частью СП крупного предприятия и характеризующий его инновационный потенциал ($x27 - x28$); A5 – агрегат, являющийся частью СП крупного предприятия и характеризующий его трудовой потенциал ($x29 - x31$).

На основании исследований, проведенных и апробированных вышеуказанными авторами, а также в процессе реализации этапов, указанных на рис. 3, в рамках поставленной задачи и выборки соответствующих показателей, разрабатывается соответствующая математическая формула с включением в ее состав конкретных уровней на основе выбранных показателей, используемая в дальнейшем для проведения практических расчетов.

На базе поставленной задачи и выборки соответствующих показателей, представляется возможным сформулировать математическую формулу для расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации в виде:

$$П_{СП} = f(П_{внеш}; П_{внутр}), \quad (3)$$

где $П_{СП}$ – значение уровня стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации; $П_{внеш}$ – показатель внешних факторов; $П_{внутр}$ – показатель внутренних факторов.

Автором выведена формула расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации на основе анализа аналогичных исследований других авторов по иным областям деятельности, а также взаимозависимости показателей внутренних факторов ($П_{внутр}$) и показателей внешних факторов ($П_{внеш}$) в следующем виде:

$$П_{СП} = \sum (П_{внеш}; П_{внутр}), \quad (4)$$

где $П_{внеш}$ – показатель внешних факторов = (C; G; N); C – уровень конкуренции в аэропорту или регионе присутствия; G – уровень взаимоотношений с главным оператором; N – уровень развития специализированного законодательства; $П_{внутр}$ – показатель внутренних факторов = (A; B; I; P; S; T);

¹² Царикаев А.Ю. Управление разработкой и реализацией стратегии развития крупного предприятия : дисс. д.э.н.; ФГБОУ ВПО «РАНХиГС». – Саратов. 2016. – 225 с.

где А — уровень годового количества обслуживаемых ВС бизнес-авиации; В — уровень развития структуры предприятия; I — уровень инфраструктуры для наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации; Р — уровень годового количества обслуживаемых пассажиров бизнес-авиации; S — уровень квалификации персонала для наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации; Т — уровень цифровизации предприятия.

Таким образом, рассчитать $\Pi_{\text{СП}}$ представляется возможным по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{СП}} = A + B + C + G + I + N + P + S + T. \quad (5)$$

Предложенная автором методика расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, была скорректирована и использована для анализа и прогнозирования возможности открытия новых, повторного ввода в эксплуатацию временно не действующих профильных авиапредприятий или развития деятельности на примере некоторых недействующих или функционирующих на минимально-возможном уровне аэродромов и аэропортов Арктического региона Российской Федерации (Березовка, Соловки, Тарко-Сале). Основываясь на результатах проведенной апробации, авиапредприятиям и профильным авиационным инвесторам стал доступен практический метод для оценки стратегического потенциала предприятия по созданию/развитию аэропортовой инфраструктуры не только в Арктическом регионе [13].

Заключение

1. По результатам исследования деятельности ведущих центров бизнес-авиации Российской Федерации за период с 2019 по 2022 гг. установлена прямая взаимосвязь между фактическими результатами деятельности указанных предприятий и политико-экономической ситуацией в стране и мире, посредством влияния группы внешних факторов, кардинальное изменение которых в сторону улучшения находится вне зоны возможностей/компетенций указанных предприятий.

2. На основании результатов анализа влияния внешних и внутренних факторов на стратегический потенциал предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, выведены ключевые конкретные факторы, оказывающие наибольшее влияние, как со стороны группы внешних факторов, так и со стороны группы внутренних факторов.

3. Сформулировано научное определение понятия стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации.

4. Разработана методика расчета показателя стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации на основе имеющейся теоретической информации о стратегическом потенциале предприятия и анализе деятельности действующих предприятий по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации.

Направления дальнейших исследований

Формирование методики расчета и научного определения понятия стратегического потенциала предприятия по наземному обслуживанию рейсов бизнес-авиации, а также предложенный порядок разработки методики его оценки с практической точки зрения, позволяет продолжать дальнейшие исследования по следующим направлениям:

- разработка математической формулы для оценки стратегического потенциала специализированного предприятия;
- апробация разработанной формулы на конкретных отечественных и зарубежных предприятиях;
- корректировка и дополнение формулы с целью ее адаптации для оценки стратегического потенциала предприятий иных секторов экономики. По результатам корректировки, различным

предприятиям станет доступна новая практическая методика оценки их стратегического потенциала, как в краткосрочной, так в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Ярош А.В.** Проблемы развития деловой авиации (ДА) в России // Науч. Вестн. МГТУ ГА. – 2005. – № 88(6). С. 208–210.
2. **Матвеева А.В.** Развитие местных и региональных направлений как основа роста российского рынка пассажирских авиаперевозок. Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов // Проблемы современной экономики, № 2 (54), 2015.
3. **Покровская О.Д.** Цифровизация, автоматизация, идентификация и маркировка логистических объектов для решения задач клиентоориентированности // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17. – Вып. 4 (83). С. 112–135.
4. **Покровская О.Д., Новикова И.Д., Заболоцкая К.А.** О цифровой платформе «Терминальная сеть» // Бюллетень результатов научных исследований. – 2020. – Вып. 2. – С. 20–32. DOI: 10.20295/2223-9987-2020-2-20-32
5. Официальный сайт российского электронного издания «Планово-экономический отдел». URL: <https://www.profiz.ru/> (дата обращения: 18.09.2022).
6. **Глухов В.В., Колобов А.В.** Разработка подхода и инструментов повышения эффективности бизнес-системы предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 6. С. 139–148. DOI: 10.18721/JE.12612
7. **Болдыревский П.Б.** Основные элементы внутреннего потенциала предприятия // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2017, № 3 (3), С. 31–34.
8. **Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Качалов, Р.М.** Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегия, безопасность. – М.: Экономика, 1997. – 288 с.
9. **Патрахина Т.Н., Секриеру С.В.** Стратегический потенциал организации: российский и зарубежный подходы // Молодой ученый. – 2015. – № 6 (86). – С. 442–444.
10. **Серебрякова Н.А., Смольянова Е.Л.** Основные проблемы развития инновационно-инвестиционного потенциала предприятия // Региональная экономика: теория и практика. 2019. № 2. С. 52–60.
11. **Лукиных М.И.** Стратегический потенциал организации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Том 8. № 3А. С. 118–125.
12. **Щегорцев В.А., Таран В.А.** Менеджмент – М: Юнити-ДАНА, 2005. – 543 с.
13. **Tsutsarev V., Pegin P.** Development of the aircraft ground handling infrastructure for business aviation in the Arctic region // Transportation Research Procedia. 2021. 57: 704–710.
14. **Андреев А.В.** Методика разработки измеряемых показателей эффективности управления предприятиями отрасли воздушного транспорта. Журнал «Практический маркетинг» № 12. 2012.
15. **Коникова Е.В.** Комплексная система управления наземным обслуживанием воздушных судов в аэропортах СПб.: Издательство Культ-информ-пресс, 2019. – 188 с. – ISBN: 978-5-8392-0791-2
16. **Калашникова И.В., Кубичек В.В.** Инструменты развития конкурентных отношений в сфере услуг аэропортового обслуживания // Вестник ТОГУ. – 2010. – № 3 (18).
17. **Цуцкарёв В.К.** Особенности организации технологического процесса наземного обслуживания рейсов бизнес-авиации в Российской Федерации // Бюллетень результатов научных исследований. – 2021. – Вып. 3. – С. 44–54.
18. **Tveter E.** The effect of airports on regional development: Evidence from the construction of regional airports in Norway. Research in Transportation Economics. Vol. 63, August 2017, Pp. 50–58.
19. **Sergeev V., Ilin I., Fadeev A.** Transport and Logistics Infrastructure of the Arctic Zone of Russia // Transportation Research Procedia. 2021. Vol. 54, p. 936–944.
20. **Skorupski J., Grabarek I., Kwasiborska A., Czyżo S.** Assessing the suitability of airport ground handling agents // Journal of Air Transport Management. 2020. Vol. 83, March: 101763.
21. **Alonso Tabares D., Mora-Camino F., Drouin A.** A multi-time scale management structure for airport ground handling automation // Journal of Air Transport Management. 2021. Vol. 90, January: 101959.



22. **Hwilkowska-Kubala A., Huderek-Glapska S.** The sources of barriers to airport development: A dynamic capabilities perspective // *Research in Transportation Business & Management*. 2020. Vol. 37, December: 100587.
23. **Aguirre J., Mateu P., Pantoja C.** Granting airport concessions for regional development: Evidence from // *Peru Transport Policy*. 2019. Vol. 74, February, p. 138–152.
24. **Kazda A., Hromádka M., Mrekaj B.** Small regional airports operation: unnecessary burdens or key to regional development // *Transportation Research Procedia*. 2017, 28, p. 59–68.
25. **Christensen L., Anker Nielsen O., Rich J., Knudsen M.** Optimizing airport infrastructure for a country: The case of Greenland. *Research // Transportation Economics*. 2020. Vol. 79, March: 100773.
26. **Wang Z., Woon-Kyung Song.** Sustainable airport development with performance evaluation forecast: A case study of 12 Asian airports // *Journal of Air Transport Management*. 2020. Vol. 89, October: 101925.

REFERENCES

1. **A.V. Yarosh,** Problemy razvitiya delovoy aviatsii (DA) v Rossii // *Nauch. Vestn. MGTU GA*. – 2005. – № 88 (6). S. 208–210.
2. **A.V. Matveyeva,** Razvitiye mestnykh i regionalnykh napravleniy kak osnova rosta rossiyskogo rynka passazhirskikh aviaperevozok. Ekonomicheskiye problemy regionov i otraslevykh kompleksov // *Problemy sovremennoy ekonomiki*, № 2 (54), 2015.
3. **O.D. Pokrovskaya,** Tsifrovizatsiya, avtomatizatsiya, identifikatsiya i markirovka logisticheskikh ob'ektov dlya resheniya zadach kliyentooriyentirovannosti // *Mir transporta*. – 2019. – T. 17. – Vyp. 4 (83). S. 112–135.
4. **O.D. Pokrovskaya, I.D. Novikova, K.A. Zabolotskaya,** O tsifrovoy platforme «Terminalnaya set». // *Byulleten rezultatov nauchnykh issledovaniy*. – 2020. – Vyp. 2. – S. 20–32. DOI: 10.20295/2223-9987-2020-2-20-32
5. Ofitsialnyy sayt rossiyskogo elektronnoy izdaniya «Planovo-ekonomicheskoy otel». URL: <https://www.profiz.ru/> (data obrashcheniya: 18.09.2022).
6. **V.V. Glukhov, A.V. Kolobov,** Razrabotka podkhoda i instrumentov povysheniya effektivnosti biznes-sistemy predpriyatiya // *Nauchno-tekhnicheskoye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki*. 2019. T. 12, № 6. S. 139–148. DOI: 10.18721/JE.12612
7. **P.B. Boldyrevskiy,** Osnovnyye elementy vnutrennego potentsiala predpriyatiya // *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo*, 2017, № 3 (3), S. 31–34.
8. **G.B. Kleynner, V.L. Tambovtsev, R.M. Kachalov,** Predpriyatiye v nestabilnoy ekonomicheskoy srede: riski, strategiya, bezopasnost. – M.: Ekonomika, 1997. – 288 s.
9. **T.N. Patrakhina, S.V. Sekriyeru,** Strategicheskoy potentsial organizatsii: rossiyskiy i zarubezhnyy podkhody // *Molodoy uchenyy*. – 2015. – № 6 (86). – S. 442–444.
10. **N.A. Serebryakova,** Osnovnyye problemy razvitiya innovatsionno-investitsionnoy potentsiala predpriyatiya / N.A. Serebryakova, Ye.L. Smolyanova // *Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika*. 2019. № 2. S. 52–60.
11. **M.I. Lukinykh,** Strategicheskoy potentsial organizatsii // *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*. 2018. Tom 8. № 3A. S. 118–125.
12. **V.A. Shchegortsev,** Menedzhment – M: Yuniti-DANA, 2005. – 543 s.
13. **V. Tsutskarev, P. Pegin,** Development of the aircraft ground handling infrastructure for business aviation in the Arctic region // *Transportation Research Procedia*. 2021. 57: 704–710.
14. **A.V. Andreyev,** Metodika razrabotki izmeryayemykh pokazateley effektivnosti upravleniya predpriyatiyami otrasli vozdukhnoy transporta. *Zhurnal «Prakticheskoy marketing»* № 12. 2012.
15. **Ye.V. Konikova,** Kompleksnaya sistema upravleniya nazemnym obsluzhivaniyem vozdukhnykh sudov v aeroportakh // SPb.: Izdatelstvo Kult-inform-press, 2019. – 188 s. – ISBN: 978-5-8392-0791-2
16. **I.V. Kalashnikova, V.V. Kubichek,** Instrumenty razvitiya konkurentnykh otnosheniy v sfere uslug aeroportovogo obsluzhivaniya // *Vestnik TOGU*. – 2010. – № 3 (18).
17. **V.K. Tsutskarev,** Osobennosti organizatsii tekhnologicheskogo protsessa nazemnogo obsluzhivaniya reysov biznes-aviatsii v Rossiyskoy Federatsii // *Byulleten rezultatov nauchnykh issledovaniy*. – 2021. – Vyp. 3. – S. 44–54.

18. **E. Tveter**, The effect of airports on regional development: Evidence from the construction of regional airports in Norway. *Research in Transportation Economics*. Vol. 63, August 2017, Pp. 50–58.
19. **V. Sergeev, I. Ilin, A. Fadeev**, Transport and Logistics Infrastructure of the Arctic Zone of Russia // *Transportation Research Procedia*. 2021. Vol. 54, pp. 936–944.
20. **J. Skorupski, I. Grabarek, A. Kwasiborska, S. Czyżo**, Assessing the suitability of airport ground handling agents // *Journal of Air Transport Management*. 2020. Vol. 83, March: 101763.
21. **D. Alonso Tabares, F. Mora-Camino, A. Drouin**, A multi-time scale management structure for airport ground handling automation // *Journal of Air Transport Management*. 2021. Vol. 90, January: 101959.
22. **A. Hwilkowska-Kubala, S. Huderek-Glapska**, The sources of barriers to airport development: A dynamic capabilities perspective // *Research in Transportation Business & Management*. 2020. Vol. 37, December: 100587.
23. **J. Aguirre, P. Mateu, C. Pantoja**, Granting airport concessions for regional development: Evidence from // *Peru Transport Policy*. 2019. Vol. 74, February, r. 138–152.
24. **A. Kazda, M. Hromádka, B. Mrekaj**, Small regional airports operation: unnecessary burdens or key to regional development // *Transportation Research Procedia*. 2017, 28, p. 59–68.
25. **L. Christensen, O. Anker Nielsen, J. Rich, M. Knudsen**, Optimizing airport infrastructure for a country: The case of Greenland. *Research // Transportation Economics*. 2020. Vol. 79, March: 100773.
26. **Z. Wang, Woon-Kyung Song**, Sustainable airport development with performance evaluation forecast: A case study of 12 Asian airports // *Journal of Air Transport Management*. 2020. Vol. 89, October: 101925.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

ЦУЦКАРЁВ Владимир Константинович

E-mail: vtsutskarev@gmail.com

Vladimir K. TSUTSKAREV

E-mail: vtsutskarev@gmail.com

Поступила: 11.10.2022; Одобрена: 15.12.2022; Принята: 18.12.2022.

Submitted: 11.10.2022; Approved: 15.12.2022; Accepted: 18.12.2022.

Научная статья

УДК 658

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15606>



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ И ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

С.Е. Егорова , Н.Г. Кулакова, В.А. Будасова

Псковский государственный университет,
г. Псков, Российская Федерация

 es1403@bk.ru

Аннотация. Дискуссии о том, положительно или отрицательно отражается улучшение экологических показателей компаний на их конкурентоспособности (т.е. на их экономических показателях), ведутся давно: экологи и общественность настаивают на более жестких экологических нормативах, а политики, экономисты и бизнес-сообщество ищут компромисс между издержками на охрану окружающей среды и экономической эффективностью. Понимание этой взаимосвязи является важным для всех полемизирующих сторон, поскольку одновременно преследуются две цели: обеспечение высокого качества окружающей среды, требующее непроизводительных затрат, и получение хороших экономических результатов. Это также важно и для разделения экологических, экономических и политических целей: является ли политика «озеленения» бизнеса, реализуемая во многих странах, реальной борьбой с изменением климата и плохой экологией, или она используется как инструмент мобилизации электората и скрытого протекционизма. Несмотря на большое количество проводимых в данной области исследований, остается открытым вопрос о направленности каузальной связи: приводят ли экологические инвестиции к повышению прибыли или просто выступают индикаторами фирм с высокими финансовыми результатами. В статье проведен сравнительный анализ методов и моделей формирования взаимосвязей между экологическими и экономическими характеристиками фирм в контексте активизации международной экологической повестки как одного из перспективных направлений развития экономического анализа. Авторами показано, что связь между экологическим регулированием и конкурентоспособностью неодинакова и зависит от рыночной структуры отрасли, при этом важными проблемами анализа являются наличие разных подходов к определению понятий «конкурентоспособность», «экономическая эффективность», «экологическая эффективность», «строгость регулирования», а также использование различных показателей для их измерения, сложность подбора косвенных показателей экологического регулирования и конкурентоспособности, а также наличие и качество данных. Изучены возможности и проблемы эмпирического анализа взаимосвязи между экологической и экономической эффективностью по данным крупнейших российских компаний и отечественной статистики.

Ключевые слова: методы и модели экологического регулирования, конкурентоспособность, экологическая эффективность, экономическая эффективность, экологические издержки

Для цитирования: Егорова С.Е., Кулакова Н.Г., Будасова В.А. Стоимостная оценка организационных патологий предприятия // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 85–99. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15606>



RESEARCH ON RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC INDICATORS OF AN ENTERPRISE

S.E. Egorova , N.G. Kulakova, V.A. Budasova

Pskov State University, Pskov, Russian Federation

 es1403@bk.ru

Abstract. The debate about whether improving companies' environmental performance has a positive or negative impact on their competitiveness (i.e., their economic performance) has been going on for a long time: environmentalists and the public are pushing for stricter environmental regulations, and politicians, economists and the business community are looking for a compromise between environmental costs and economic efficiency. Understanding this relationship is important for all polemicizing parties, as two objectives are pursued simultaneously: ensuring high environmental quality, which is costly, and obtaining good economic results. It is also important for separating environmental, economic and political goals: whether the policy of "greening" business, implemented in many countries, is a real fight against climate change and bad ecology, or is it used as a tool to mobilize electorate and hide protectionism. Despite the large number of studies conducted in this area, the question of the direction of the causal relationship remains: whether environmental investments lead to higher profits or simply act as indicators of firms with high financial results. The article conducts a comparative analysis of methods and models for the formation of interrelations between environmental and economic characteristics of firms in the context of activating the international environmental agenda as one of the promising directions for the development of economic analysis. The authors show that the relationship between environmental regulation and competitiveness is not the same and depends on the market structure of the industry. In addition, the presence of different approaches to the definition of the concepts of "competitiveness", "economic efficiency", "environmental efficiency", "strictness of regulation", as well as the use of various indicators to measure them pose important analysis problems. The complexity of selecting indirect indicators of environmental regulation and competitiveness, as well as the availability and quality of data also play a significant role. The possibilities and problems of empirical analysis of the relationship between environmental and economic efficiency according to the data of the largest Russian companies and domestic statistics are studied.

Keywords: methods and models of environmental regulation, competitiveness, environmental efficiency, economic efficiency, environmental costs

Citation: S.E. Egorova, N.G. Kulakova, V.A. Budasova, Research on relationship between environmental and economic indicators of an enterprise, *П-Economy*, 15 (6) (2022) 85–99. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15606>

Введение

Актуальность исследования

Сегодня проблема декарбонизации экономики в контексте изменения климата формирует одну из центральных тем в экономической и политической повестках многих стран [1]. В обосновании решений этой проблемы активно участвуют ведущие ученые-экономисты. Вопрос влияния экологических издержек на конкурентоспособность сегодня важен и для российских компаний: их конкурентоспособность на рынке и риски для экономического развития России могут быть тесно связаны с издержками на мониторинг выбросов парниковых газов и организацию соответствующих учета и отчетности, введением экологических стандартов и практик, максимально приближенным к лучшим мировым.

Степень строгости экологического законодательства как способа снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду, а также инструменты и механизмы экологического регулирования варьируют от страны к стране и зависят от уровня развития национальных экономик и социаль-



ных институтов. Более строгие экологические нормы означают для фирм больший размер экологических издержек, состоящих из-за трат на соответствие экологическим нормам и плату за их нарушение [2].

С одной стороны, неизбежным последствием экологического регулирования является то, что оно изымает часть капитала фирм из производства, приводит к повышению цен, снижает прибыль и поэтому ухудшает конкурентоспособность как отдельных фирм, так и национальной экономики в целом [3]. С другой стороны, поскольку загрязнение окружающей среды есть следствие неэффективного использования ресурсов, ужесточение экологического регулирования побудит фирмы к инновациям, результатом которых могут стать экономия ресурсов и компенсация издержек на охрану окружающей среды, что в итоге повысит их конкурентоспособность [4, 5].

Несмотря на большое количество исследований взаимосвязи между экологическими и экономическими показателями фирм, результаты которых часто оказывались неоднозначными, отсутствует их прочная теоретическая основа, позволяющая оценить направленность и тесноту связи между экологическими издержками и экономическими результатами компаний, определяющими их конкурентоспособность.

Литературный обзор

В научной литературе рост количества публикаций о взаимосвязи экологического регулирования и экономических результатов начался в 1970-х с расширением экологического движения, начавшегося в конце 1960-х, и с активизацией экологического регулирования в США и странах Европы. В это время экономисты впервые систематически исследовали эффективное и оптимальное использование ресурсов на макроуровне, вводя природные ресурсы в неоклассические модели экономического роста. Основное внимание уделялось анализу компромисса между экономическим ростом и экологией, взаимосвязи степени строгости экологического регулирования и его возможных последствий. М. Luptfáćiki, U. Schubert (1982), разрабатывая модель оптимального экономического роста и качества окружающей среды на основе функции благосостояния, пришли к выводу, что улучшение качества окружающей среды, требующее расходов на борьбу с загрязнением, может произойти только за счет производственных инвестиций и потребления, причем «...социальная выгода от увеличения потребления перевешивает соответствующие социальные экологические издержки».

М. Портер и К. ван дер Линде утверждали, что загрязнение окружающей среды является признаком экономической неэффективности и представляет собой непродуктивное использование ресурсов. Строгие экологические нормы и правильно разработанные инструменты экологического регулирования *могут* инициировать инновации, которые *могут* частично или более чем полностью компенсировать затраты на их соблюдение» [4]. При этом фирмы тех стран, экологические стандарты которых будут более строгими, получают преимущество первопроходца на международных рынках, ранее иностранных конкурентов внедряя инновации для обеспечения экологичного производства.

Гипотеза Портера завоевала популярность у политиков, поскольку опровергала традиционную точку зрения о негативных последствиях защиты окружающей среды для экономического роста и стала средством убеждения бизнес-сообщества в выгодах более строгого экологического регулирования. В научной же среде она послужила стимулом к множеству новых теоретических и эмпирических исследований взаимосвязей между экологическими и экономическими показателями разных уровней агрегирования — национальной экономики, отдельных отраслей и фирм. Результаты этих исследований оказались неоднозначными. Следует отметить, что в контексте изменения климата в экономике также интенсивно исследовалась подобная гипотезе Портера гипотеза индуцированных инноваций Д. Хикса (1932): в периоды быстрого роста цен на энергию (относительно цен на другие факторы производства) экономические агенты сочтут более выгод-

ным развивать инновационные энергосберегающие технологии. Результаты исследований гипотезы индуцированных инноваций также противоречивы.

В целом, критики гипотезы ставили под сомнение универсальность гипотезы Портера, поскольку аргументация в ее пользу была основана на результатах тематических исследований, показавших успех лишь отдельных компаний.

Авторы теоретических исследований (*ex ante*), используя формальные модели, стремились сформулировать условия, при которых существует положительная взаимосвязь между экологическим регулированием и конкурентоспособностью.

В работе L. Lankoski (2000) показано, что связь между экологическим регулированием и конкурентоспособностью неодинакова и зависит от рыночной структуры отрасли. Выбранные фирмами уровни экологической эффективности могут не быть оптимальными с точки зрения общества, что влечет необходимость вмешательства регулирующих органов и указывает на то, что обоснованность гипотезы Портера может зависеть от конкретных обстоятельств.

T. Osang и A. Nandy (2003), используя дуополию Курно с фирмами-загрязнителями, установили, что в отсутствие государственного вмешательства существуют такие значения параметров, при которых в результирующем равновесии по Нэшу обе фирмы выбирают устаревшую, сильно загрязняющую среду технологию, даже если внедрение новой технологии с низким уровнем загрязнения дает более высокую прибыль для обеих фирм (дилемма заключенного). Однако допущения модели (несовершенная конкуренция, асимметричность затрат на альтернативные технологии, побочные эффекты внутри отрасли и экономия от масштаба на отраслевом уровне) не позволили авторам утверждать, что международные экологические соглашения улучшат как окружающую среду страны, так и прибыльность ее фирм: «это кажется маловероятным, хотя и не невозможным» [6].

Обзоры развития теоретических исследований взаимосвязи экологических и экономических показателей в контексте гипотезы Портера представлены в работах M. Wagner (2003) [7], Ambecetal. (2013) [8] и других авторов [9–12].

Основной вопрос эмпирических исследований (*ex post*) состоял в обнаружении систематической связи между экологическим регулированием и конкурентоспособностью.

Jaffe и Palmer (1997) указали на то, что «систематическому экономическому анализу гипотезы Портера препятствует двусмысленность в отношении того, что именно представляет собой гипотеза». Они выделили три разные гипотезы, в отношении которых можно провести исследования. «Узкая» версия состоит в том, что определенные типы экологического регулирования стимулируют инновации. «Слабая» версия — фирмы, максимизирующие прибыль в условиях экологических ограничений, будут делать множество вещей иначе, чем это делалось бы без ограничений, т.е. регулирование будет стимулировать инновации. «Сильная» версия отвергает парадигму максимизации прибыли и, поскольку в обычных условиях фирмы не обязательно находят и используют все прибыльные возможности, шок от регулирования может побудить их найти новые продукты или процессы, соответствующие требованиям. Авторы не обнаружили взаимосвязи между расходами фирм на снижение и контроль загрязнения, вызванными экологическим регулированием, и инновациями.

Rubashkina, Galeotti и Verdolini (2015) использовали данные производственных фирм европейских стран и обнаружили свидетельства в пользу подтверждения «слабой» версии в форме положительного влияния экологического регулирования на инновации, но не обнаружили доказательств в пользу «сильной» версии [13].

Fua, Cai & Jian (2020) также на уровне фирм из Китая исследовали наличие положительного влияния экологического регулирования на прибыльность фирм и обнаружили отсутствие значимой связи, что объяснили неэффективностью экологического регулирования в Китае: «производительность предприятий тесно связана с политикой, поощряющей инвестиции, а «экономика Китая растет за счет качества окружающей среды» [14].

Российские ученые также обращались к анализу данной темы [15–18]. Например, в работе В.В. Ключкова и С.В. Ратнера (2013) для отрасли гражданских авиаперевозок был поставлен вопрос о достаточности рыночных стимулов для того, чтобы побудить владельцев к замене техники на более экологически чистую до полной выработки ее ресурса. Используя теоретическую экономико-математическую модель, авторы пришли к выводу, что гипотеза Портера не выполняется, т.е. повышение экологичности техники ухудшает экономические показатели, и если с точки зрения общества будет целесообразно улучшение экологических параметров тепловой энергетики, автомобильного и авиационного транспорта, то для достижения этой цели потребуются государственное вмешательство. В связи с этим, попытки ее эмпирической проверки без учета стадии инновационного развития технологий в той или иной отрасли авторы признали принципиально некорректными [19].

Цель исследования

Целью работы является изучение, систематизация и сравнительный анализ экономических методов, предложенных учеными для исследования взаимосвязей между экологическими и экономическими показателями деятельности предприятий, а также уточнение и адаптация этих методов к использованию в российской экономике.

Постановка данной цели определила необходимость решения следующих задач:

- обоснование и характеристика экологических и экономических показателей, используемых в исследовании;
- изучение и оценка методов установления взаимосвязи между экологическими и экономическими показателями;
- анализ практической возможности изучения взаимосвязи между экологическими и экономическими показателями.

Объектом исследования являются экологические и экономические показатели хозяйственной деятельности предприятий, а предметом — методические подходы к оценке их взаимосвязи.

Методы и материалы

В управлении экологическим регулированием используются следующие основные понятия: «конкурентоспособность», «экономическая эффективность», «экологическая эффективность», «строгость регулирования» и для их измерения применяются различные показатели. Для оценки международной конкурентоспособности стран в исследованиях используют реальную стоимость обменного курса, темп роста производительности, изменения удельных затрат на рабочую силу, изменения доли мирового экспорта товаров и услуг и показатели прямых иностранных инвестиций. На уровне фирм конкурентоспособность увязывается с их экономической эффективностью, которая измеряется множеством показателей, таких как рентабельность продаж, рост выручки и рост доли рынка, показатели окупаемости (рентабельность инвестиций, рентабельность капитала), показатели финансовой устойчивости, прибыль на акцию, индикатор рыночной стоимости q Тобина и другие. Преобладающими методами измерения финансовых показателей фирм являются использование единого индекса и систем индексов. Системы индексов объединяют ряд индексов для комплексной оценки финансовых результатов, однако, их применение приводит к неоднородным результатам из-за субъективности выбора весов, присваиваемых участвующим в расчетах индексам [20]. Основными едиными индексами в эмпирических исследованиях являются индикатор рыночной стоимости q Тобина и индикаторы финансовой доходности — коэффициент рентабельности активов ROA и коэффициент рентабельности собственного капитала ROE. Q Тобина измеряет рыночную стоимость фирмы, и, как и другие показатели фондового рынка, отражает как текущие финансовые показатели, так и ожидания относительно будущих результатов. В качестве экологических характеристик

используют такие меры, как капитальные затраты на технологию контроля загрязнения, объемы выбросов загрязняющих веществ, количество экологических аварий или судебных исков по экологическим нарушениям, внедрение стандартов экологического менеджмента, рейтинги лучших экологических компаний. Таким образом, выбор показателей определяется дизайном и целью исследования, а его результаты могут зависеть от выбранного подхода, так как конкурентоспособность и экологические характеристики не определяются однозначно.

В таблице ниже (см. табл. 1) приведены результаты лишь некоторых из множества эмпирических стратегий исследования взаимосвязей между экологической и экономической эффективностью фирм, большинство из которых опубликованы в рецензируемых журналах. Обзоры эмпирических исследований также можно найти в работах L. Lankoski (2000), S. Ambec и P. Barla (2006), P. Lanoie и др.(2010)[21], T. Koźluk и V. Zipperer (2015).

Таблица 1. Эмпирические исследования взаимосвязей между экологическими и экономическими характеристиками фирм, релевантные гипотезе Портера
Table 1. Empirical studies of relationships between environmental and economic performance of firms relevant to Porter's hypothesis

Авторы (год)	Зависимые переменные	Независимые переменные (формируются по данным статисти- стики и отчетов в области устойчи- вого развития)	Выборка	Модели	Результаты
Взаимосвязь между экологическим регулированием и инновациями					
Jaffe A., Palmer K. (1997)	• (отраслевые расходы на НИОКР) • Количество успешных патентных заявок фирм США	• Добавленная стоимость отрасли • R&D, финансируемые государством • PACE (расходы на борьбу с загрязнением) • Успешные патентные заявки иностранных фирм	PACE производственных фирм США (1973–1991)	Логарифмические регрессии с фиксированными ненаблюдаемыми эффектами (отрасль, год)	• Не обнаружена связь между и количеством успешных патентов • Положительная слабая связь между и
Suphi Sen (2015) [22]	• Инновации (количество патентов) в году t	• Строгость регулирования в году (цены на дизтопливо с учетом налогов) • Фиктивная переменная типа корпоративного управления • Контрольные переменные (индикатор собственности, фиксированные эффекты стран, фиктивные переменные времени, инновации с лагом)	Данные для автомобильной промышленности за 2003–2009 гг. по 48 странам	Экспоненциальная модель	• Экологическое регулирование снижает стимулы к инновациям, подрывая монопольную ренту для фирм, контролируемых собственниками • Для фирм, где собственность и менеджеры разделены, экологические нормы действуют как дисциплинарный инструмент, понуждая их к инновациям, поскольку менеджеры озабочены только своими частными выгодами

Продолжение таблицы 1

Взаимосвязь между сокращением выбросов и эффективностью деятельности фирм					
Lankoski L. (2000)	Комплайенс (логарифм)	- Допустимое количество сбросов - Количество выбрасываемого загрязняющего вещества - Отраслевые эффекты с сырьевой классификацией отраслей - Эффекты заводов - Год эффектов - Эффекты взаимодействия	Сбросы сточных вод 108 заводов Финляндии, 39 загрязняющих веществ (1988–1997), 2195 наблюдений	Модель случайных эффектов	- Различия в соблюдении требований наиболее значимы на уровне завода, а не на уровне отрасли — взаимосвязи следует изучать на дезагрегированном уровне - Экологические проблемы являются вопросом конкурентной стратегии фирмы в контексте конкретных обстоятельств
Взаимосвязь между экологическими показателями и показателями фондового рынка					
Rassier D.G., Earnhart D. (2015) [23]	- Рентабельность продаж (ROS) - Q Тобина	- Лимиты загрязняющих веществ в сточных водах - Рост продаж - Капиталоемкость - Возраст активов - Размер фирмы - Доля рынка - Индекс концентрации - Коэффициент текущей ликвидности - Интенсивность НИОКР	47 фирм химической промышленности (1995–2001), 740 наблюдений	Множественные линейные регрессии для ROS и $\ln(Q)$ с фиксированными и случайными эффектами	- Результаты по фактической рентабельности согласуются с гипотезой Портера - Результаты по ожидаемой рентабельности не согласуются с гипотезой Портера - Инвесторы не ценят положительного влияния на фактическую прибыльность, а ожидают негативный эффект от ужесточения регулирования
Взаимосвязь между экологическим регулированием, уровнем защиты прав собственности и финансовыми показателями					
W. He, L. Tan, Z. J. Liu, H. Zhang (2020) [20]	Финансовые результаты (Q Тобина)	- Степень защиты окружающей среды (сбросы промышленных сточных вод, выбросы промышленных газов, дымовые промышленные отходы) - Степень защиты прав собственности (индекс правовой и институциональной среды) - Контрольные переменные — размер фирмы (логарифм активов), логарифм выручки, кредитное плечо	Государственные производственные компании Китая, котирующиеся на фондовой бирже (2008–2016) 7208 наблюдений	Множественная линейная регрессия с фиксированными и случайными эффектами	- Гипотеза Портера не поддерживается, экологическое регулирование снижает финансовые показатели фирм - Защита прав собственности как стимул корпоративных инноваций может смягчить негативное влияние экологического регулирования на финансовые показатели
Взаимосвязь между экологическим регулированием, экологическими инновациями и производительностью					

Окончание таблицы 1

Zhang D. (2021) [24]	• Коэффициенты роста GTFP (green total factor productivity) и TFP (total factor productivity) фирм	• Расходы на НИОКР (логарифм) отрасли • Фиктивные переменные для отраслей с интенсивным загрязнением • Фиктивные переменные года до/после введения зеленого кредитования • Темп роста выручки отрасли • Интенсивность экспорта • Размер и возраст компании • Индекс Херфиндала – Хиршмана отрасли • РАСЕ — расходы на оборудование для борьбы с загрязнением • Размер отрасли (сумма активов) • Капиталоемкость отрасли • Прибыль фирм	Производственные фирмы Китая (около 30 тыс. наблюдений) (2000–2012)	Множественные линейные регрессии с фиксированными эффектами (год, отрасль)	• Гипотеза Портера верна для политики «зеленого» кредита: «зеленые» кредиты значительно улучшают рост GTFP, но не TFP • Положительное воздействие экологических НИОКР на GTFP • Производственные НИОКР значительно улучшают TFP, но экологическое регулирование существенно не меняет поведение производственных НИОКР • Эффект распространения знаний из-за экспорта и потенциала роста рынка стимулирует рост производительности
Взаимосвязь между раскрытием экологической информации, загрязнением среды и экономическими показателями					
Hassan O.A.G., Romilly P. (2018) [10]	• Корпоративная экономическая эффективность (QТобина) • Экологическая эффективность (выбросы парниковых газов или CO₂, млн т) • Оценка раскрытия экологической информации Bloomberg	• Размер фирмы (выручка) • Финансовый риск (отношение чистого долга к собственному капиталу) • Эффективность использования активов (капитальные затраты) • Эффективность управления (характеристики совета директоров) • Наличие экологической политики (дамми) • Наличие политики энергоэффективности (дамми) • Отношение к отрасли с высоким загрязнением (дамми) • Контрольные переменные на уровне стран (ВВП на душу населения, действие Киотского протокола (дамми), 6-компонентный показатель качества госуправления)	9 120 наблюдений 1 607 фирм из 45 стран мира 2006–2014 гг.	Система одновременных линейных уравнений множественной регрессии, тесты причинности Грейнджера	• Более низкие выбросы напрямую связаны с лучшей экономической эффективностью • Односторонняя причинно-следственная связь между выбросами и раскрытием экологической информации и экономическими показателями, доказательств обратной причинно-следственной связи нет • Для улучшения экономических показателей и прозрачности на уровне фирм в бизнес-стратегии необходимо пристальное внимание экологическим показателям



Как видно из табл. 1, результаты исследований противоречивы. Причины безуспешности попыток эмпирически подтвердить или опровергнуть систематическую взаимосвязь между максимизацией фирмой экономических выгод и минимизацией воздействия на окружающую среду неоднократно обсуждались в научной литературе. Модели взаимосвязей между экологическими и экономическими характеристиками фирм, представленные в исследованиях, основаны на конкретных предположениях и имеют определенные ограничения, что также может являться причиной неоднозначных результатов.

Результаты и обсуждение

Изучение возможности анализа каузальной связи между экологическими издержками и экономической эффективностью по данным российских фирм и отечественной статистики позволило получить следующие результаты.

1. Ужесточения экологических норм и роста соответствующих затрат в отечественной экономике в течение последних пятнадцати лет не происходило: до 2012 г. наблюдается отрицательная динамика соотношения совокупного объема затрат государства, предприятий и организаций на охрану природной среды и валового внутреннего продукта, далее значение данного показателя стабилизировалось на уровне 0,7% ВВП.

2. Основную долю природоохранных мероприятий осуществляет в Российской Федерации осуществляет коммерческий сектор (69%). Государственный сектор и сектор специализированных поставщиков природоохранных услуг составляют соответственно 17% и 13%.

3. В структуре экологических инвестиций в основной капитал на протяжении двух десятилетий преобладали вложения в охрану водных ресурсов и атмосферного воздуха. Рост данного показателя, выраженного в фактических ценах, не отражает реального положения дел, и при учете изменения общего уровня цен в экономике положительная динамика отсутствует.

Причиной сложившегося положения дел может быть спад деловой активности в экономике и сопутствующее снижение реальных инвестиций.

4. Основными субъектами финансирования инвестиций в основной природоохранный капитал выступают предприятия (87%), на долю федерального и бюджетов субъектов РФ и местными бюджетами приходится 4% и 6% соответственно.

Основными инвесторами в природоохранный основной капитал являются металлургические предприятия, нефтегазодобывающие компании, предприятия сферы водоснабжения и водоотведения (см. рис. 1).

5. Текущие расходы на охрану окружающей среды в изучаемом периоде существенно, более, чем в 2 раза (за исключением 2008 и 2014 гг.) превышают инвестиции (см. рис. 2).

После корректировки на изменение общего уровня цен в экономике текущие (эксплуатационные) расходы на охрану окружающей среды в рассматриваемый период так же, как и инвестиции в основной капитал, не показали активизации природоохранной деятельности.

Практически полностью текущие затраты на охрану окружающей среды финансируются за счет собственных средств предприятий и организаций, при этом около 1/2 этих средств составляют материальные затраты и около 1/3 — оплата труда персонала, занятого природоохранной деятельностью.

Лидерами в инвестициях и текущих затратах на охрану окружающей среды являются металлургические предприятия, предприятия сферы водоснабжения и водоотведения, а также химические производства (см. рис. 3).

Таким образом, активизации природоохранной деятельности в отечественной экономике в рассмотренном периоде не наблюдается, и исследование влияния ужесточения экологических нормативов на конкурентоспособность, аналогичное зарубежным, для российских предприятий, работающих на внутреннем рынке, не имеет смысла.

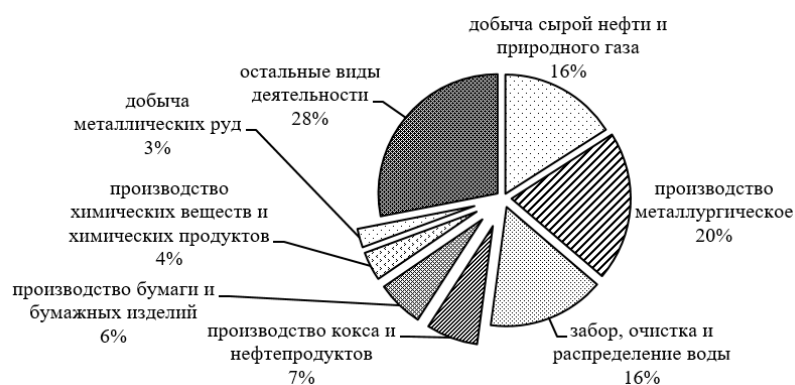


Рис. 1. Инвестиции в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в Российской Федерации в 2018 г по видам экономической деятельности, в % к итогу (по данным Росстата)

Fig. 1. Investments in fixed assets aimed at protecting the environment and rational use of natural resources in the Russian Federation in 2018 by type of economic activity, in % of the total (according to Rosstat)

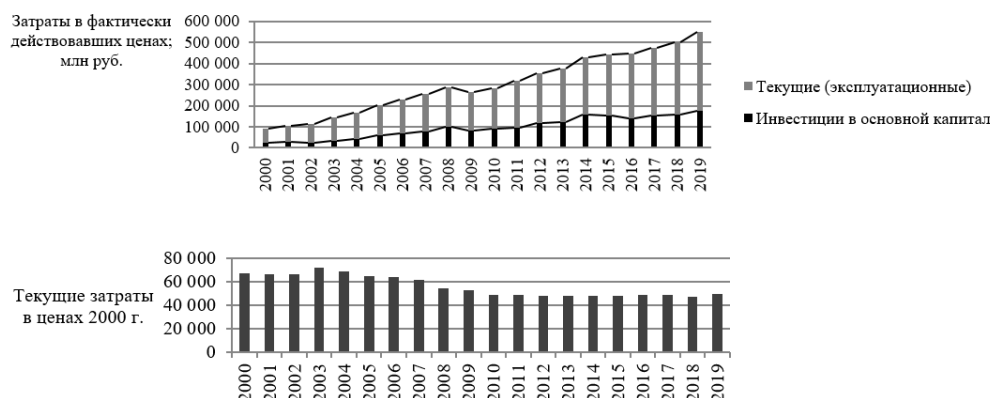


Рис. 2. Текущие и капитальные затраты на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в Российской Федерации в текущих и сопоставимых ценах (по данным Росстата)

Fig. 2. Current and capital expenditures on environmental protection and rational use of natural resources in the Russian Federation in current and comparable prices (according to Rosstat)

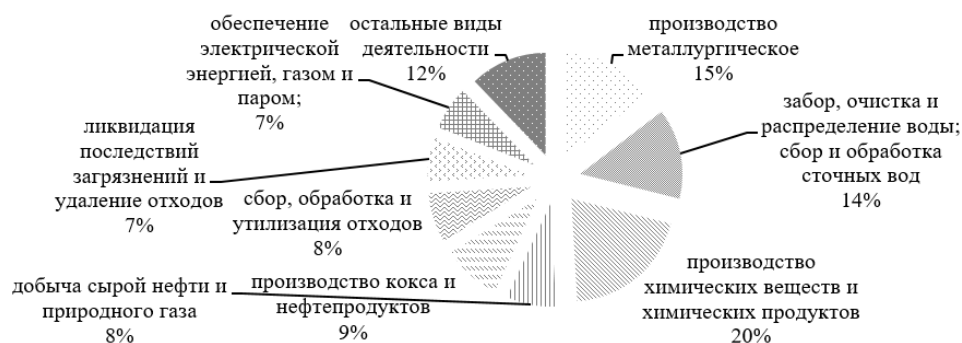


Рис. 3. Текущие затраты на охрану окружающей среды в Российской Федерации в 2018 г. по видам экономической деятельности, в % к итогу (по данным Росстата)

Fig. 3. Current expenditures on environmental protection in the Russian Federation in 2018 by type of economic activity, in % of the total (according to Rosstat)

Изучение нефинансовой отчетности российских компаний промышленного сектора показало те же проблемы, на которые указывали зарубежные ученые: несмотря на усилия международных организаций в регламентации такой отчетности, компании свободны в выборе набора показателей и внешнего вида отчета, который больше напоминает рекламный буклет. По этой причине практически невозможно сформировать выборку для исследования взаимосвязи данных о загрязнении окружающей среды и экономических показателей фирм.

Рассмотрим данные крупнейших отечественных корпораций (см. табл. 2).

**Таблица 2. Корреляционный анализ затрат
на охрану окружающей среды крупнейших российских компаний за 2019 г.
Table 2. Correlation analysis of environmental costs of the largest Russian companies in 2019**

Компании	Выручка	Операционные затраты	Чистая прибыль за год	Расходы и инве- стиции на охрану окружающей среды
<i>Значение основных показателей, млрд., руб.</i>				
Роснефть	8 676,0	944,0	805,0	64,0
Лукойл	7 841,2	933,7	642,2	36,0
Газпром	4 758,7	1 471,9	651,1	53,2
Интер РАО ЕЭС	1 032,1	946,0	81,9	1,3
Норильский Никель	877,7	87,3	488,5	39,5
Северсталь	527,8	57,5	114,4	3,8
РусГидро	406,6	336,6	0,6	1,9
Ростелеком	337,4	303,6	16,5	0,2
ФосАгро	248,1	54,6	49,4	9,1
<i>Корреляция затрат на охрану окружающей среды и финансовых показателей</i>				
<i>Коэффициент Пирсона</i>	0,81	0,57	0,97	
<i>P-значение</i>	0,0079	0,1060	0,0000	
<i>Доверительный</i>	0,319	−0,146	0,874	
<i>95% интервал</i>	0,959	0,896	0,995	
<i>Коэффициент</i>	0,65	0,25	0,87	
<i>Спирмена</i>	0,0581	0,5165	0,0025	
<i>P-значение</i>	−0,025	−0,497	0,477	
<i>Доверительный</i>	0,918	0,784	0,972	
<i>95% интервал</i>				

Для совокупности компаний из табл. 2 установлено наличие прямой корреляционной связи между размером расходов и инвестиций на охрану окружающей среды и величиной чистой прибыли. Связь природоохранных затрат с остальными финансовыми характеристиками деятельности компаний незначима.

Полученный результат может свидетельствовать о том, что в рассматриваемых компаниях хорошо налажены процессы планирования и исполнения бюджета, и при оценке экологической составляющей затрат они ориентируются на ожидаемую прибыль.

Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Связь между экологическим регулированием и конкурентоспособностью неодинакова и зависит от рыночной структуры отрасли.
2. Улучшение экологических показателей фирмы в условиях совершенной конкуренции однозначно ведет к сокращению излишка производителя. В случае несовершенной конкуренции часть прироста стоимости, которая является результатом экологических издержек и улучшения

экологических показателей, может быть передана потребителям, что снижает потери фирм. То, насколько большая часть может быть передана, зависит от чувствительности потребителей и производителей к изменениям цен — эластичности спроса и предложения

3. Выбранные фирмами уровни экологической эффективности могут не быть оптимальными с точки зрения общества, что влечет необходимость вмешательства регулирующих органов. Государственный контроль за выбросами при условии, что ограничения достаточно жесткие, побуждает фирмы применять современные технологии с низким уровнем загрязнения, что обеспечивает более высокую прибыль и более низкий уровень загрязнения.

4. Модели взаимосвязей между экологическими и экономическими характеристиками фирм, представленные в исследованиях, основаны на конкретных предположениях и имеют определенные ограничения, что также может являться причиной неоднозначных результатов.

5. Анализ данных отечественной статистики показал, что проблеме представляет получение экологических характеристик фирм. Данные о выбросах конкретных предприятий являются их коммерческой тайной и в публичном доступе отсутствуют¹. Анализ нефинансовой отчетности крупнейших российских компаний промышленного сектора показал трудности, указанные и зарубежными исследователями: отсутствие ее строгой регламентации, существенно усложняет формирование выборки для анализа. При этом большинство российских предприятий-загрязнителей не формируют такую отчетность.

Таким образом, возможности сбора данных российских компаний для эмпирического исследования взаимосвязи между экологической и экономической эффективностью сегодня ограничены. Выбор показателей определяется дизайном и целью исследования, а его результаты могут зависеть от выбранного подхода, так как конкурентоспособность и экологические характеристики не определяются однозначно.

Направления дальнейших исследований

В рамках концепции устойчивого развития экологические издержки становятся важным критерием оценки конкурентоспособности. Решение проблем их измерения во многом зависит от организации информационно-аналитического обеспечения, которое, при применении информационных технологий, сможет в режиме онлайн оценивать различные факторы, влияющие на конкурентоспособность.

Учитывая сказанное, нуждаются в дальнейшем развитии вопросы гармонизации представления систематических данных о величине экологических издержек как в бухгалтерском, так и в статистическом учете. Именно бухгалтерский экологический учет предоставляет собой основу для формирования и обобщения на макроэкономическом уровне показателей, характеризующих экономические последствия экологических проблем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Давыдова А. «Бизнес декарбонизируется на бумаге и в корпоративных отчетах» — интервью советника президента РФ по климату Р. Эдельгериева», Коммерсантъ, №26/П, 15.02.2021, стр. 2, <https://www.kommersant.ru/doc/4691458>

2. Егорова С.Е., Богданович И.С., Кистаева Н.Н. Экологические показатели как инструмент сбалансированного развития экономики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 6. С. 7–19. DOI: 10.18721/JE.13601

3. Ambec S., Cohen M.A., Elgie S., Lanoie P. «The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness?», TSE Working paper series, Research group: Envi-

¹ Парамонова Н., «Росгидромет: данные о выбросах промышленных предприятий могут рассекретить (интервью руководителей Главной геофизической обсерватории им. Воейкова Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромет), РИА Новости [сайт], <https://ria.ru/20191017/1559864392.html> (дата обращения: 08.10.2022).



ronmental Economics and Natural Resources July, 2010, pp. 10–215, <http://publications.ut-capitole.fr/3556/1/10-215.pdf> (дата обращения: 06.10.2022)

4. **Porter M.E., van der Linde C.** «Green and Competitive: Ending the Stalemate», *Harvard Business Review*, September–October, 1995, pp. 120–134.

5. **Nordhaus W.D.** «Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics», Nobel Lecture in Economic Sciences, Stockholm University, December 8, 2018, <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/nordhaus/lecture/> (дата обращения: 08.10.2022)

6. **Osang T., Nandy A.** «Environmental regulation of polluting firms: Porter’s hypothesis revisited», *Brazilian Journal of Business Economics*, 2003, Vol. 3, pp. 129–48, https://www.academia.edu/21421939/Environmental_Regulation_of_Polluting_Firms_Porters_Hypothesis_Revisited (дата обращения: 14.10.2022)

7. **Wagner M.** «The Porter hypothesis revisited: a literature review of theoretical models and empirical tests», Working Paper, Research Memorandum Centre for Sustainability Management University of Lüneburg, Lüneburg Germany, 2010, <https://econpapers.repec.org/paper/wpawuwppe/0407014.htm>. (дата обращения: 12.10.2022)

8. **Ambec S., Barla P.** «Can environmental regulations be good for business? An assessment of the Porter Hypothesis», *Energy Studies Review*, Vol. 14, № 2, 2006, pp. 42–62.

9. **Qiu L.D., Zhou M., Wei X.** «Regulation, innovation, and firm selection: The Porter hypothesis under monopolistic competition», *Journal of Environmental Economics and Management*, № 92, 2018, pp. 638–658.

10. **Hassan O.A.G., Romilly P.** «Relations between corporate economic performance, environmental disclosure and greenhouse gas emissions: new in-sights», *Business strategy and the environment*, 27(7), 2018, pages 893–909. Held on OpenAIR [online]. Available from: <https://openair.rgu.ac.uk>. (дата обращения: 04.10.2022)

11. **Fu T., Jian Z.** «Corruption pays off: How environmental regulations promote corporate innovation in a developing country», *Ecological Economics*, № 183, 2021, 106969, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106969>. (дата обращения: 10.10.2022)

12. **Kneller R., Manderson E.** «Environmental regulations and innovation activity in UK manufacturing industries», *Resource and Energy Economics*, Vol. 34, 2012, pp. 211–235.

13. **Rubashkina Y., Galeotti M., Verdolini E.** «Environmental Regulation and Competitiveness: Empirical Evidence on the Porter Hypothesis from European Manufacturing Sectors», *Energy Policy*, № 83, 2015, pp. 288–300.

14. **Fua T., Cai C., Jian Z.** «The illusion of “win–win” solution: Why environmental regulation in China promotes firm performance?», *Structural Change and Economic Dynamics*, № 52, 2020, pp. 366–373.

15. **Гренадерова М.В.** Оценка эффективности текущих (эксплуатационных) затрат на охрану окружающей среды: региональный аспект / М.В. Гренадерова // *Финансовая экономика*. – 2019. – № 12. – С. 119–122.

16. **Карасев В.А.** Взаимосвязь социальной ответственности и конкурентоспособности бизнеса / В.А. Карасев // *Самоуправление*. – 2019. – Т. 2. – № 2 (115). – С. 357–359.

17. **Гайсин Р.С.** Статистический анализ затрат на охрану окружающей среды в России / Р.С. Гайсин, Ю.Н. Романцева, А.Е. Ульянов // *Вопросы статистики*. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 85–96. – DOI 10.34023/2313-6383-2020-27-1-85-96

18. **Малышева Т.В.** Управление экологической устойчивостью промышленных производств в современной экономике / Т.В. Малышева // *Управление устойчивым развитием*. – 2018. – № 1 (14). – С. 5–10.

19. **Клочков В.В.** «Управление развитием «зеленых» технологий: экономические аспекты» [Электронный ресурс]: монография / Клочков В.В., Ратнер С.В. // *Ин-т проблем упр-ния им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук [сайт]*, М.: ИПУ РАН, 2013, http://www.ipu.ru/sites/default/files/page_file/GreenTech.pdf. (дата обращения: 06.10.2022)

20. **He W., Tan L., Liu Z. J., Zhang H.** «Property rights protection, environmental regulation and corporate financial performance: Revisiting the Porter Hypothesis», *Journal of Cleaner Production*, 264, 2020, 121615 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121615>. (дата обращения: 12.10.2022)

21. **Lanoie P., Ambec S., Cohen M.A., Elgie S.** «The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness?», *Environmental Economics and Natural Resources*, July, 2010 CIRANO – Scientific Publications 2010s-29, Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1682001> (дата обращения: 14.10.2022)

22. **Suphi Sen.** «Corporate governance, environmental regulations, and technological change. European Economic Review», Vol. 80, 2015, pp. 36–61.
23. **Rassier D.G., Earnhart D.** «Effects of environmental regulation on actual and expected profitability», *Ecological Economics*, № 112, 2015, pp. 129–140.
24. **Zhang D.** «Green credit regulation, induced R&D and green productivity: Revisiting the Porter Hypothesis», *International Review of Financial Analysis*, Vol. 75, 2021, 101723. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101723> (дата обращения: 12.10.2022)

REFERENCES

1. **A. Davydova**, «Biznes dekarboniziruyetsya na bumage i v korporativnykh otchetakh» — intervyyu sovetnika prezidenta RF po klimatu R. Edelgeriyeva», *Kommersant*, №26/P, 15.02.2021, str. 2, <https://www.kommersant.ru/doc/4691458>
2. **S.E. Egorova, I.S. Bogdanovich, N.N. Kistaeva**, Environmental indicators as a tool for balanced economic development, *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 13 (6) (2020) 7–19. DOI: 10.18721/JE.13601.
3. **S. Ambec, M.A. Cohen, S. Elgie, P. Lanoie**, «The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness?», TSE Working paper series, Research group: Environmental Economics and Natural Resources July, 2010, pp. 10–215, <http://publications.ut-capitole.fr/3556/1/10-215.pdf> (data obrashcheniya: 06.10.2022)
4. **M.E. Porter, C. van der Linde**, «Green and Competitive: Ending the Stalemate», *Harvard Business Review*, September-October, 1995, pp. 120–134.
5. **W.D. Nordhaus**, «Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics», Nobel Lecture in Economic Sciences, Stockholm University, December 8, 2018, <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/nordhaus/lecture/> (data obrashcheniya: 08.10.2022)
6. **T. Osang, A. Nandy**, «Environmental regulation of polluting firms: Porter's hypothesis revisited», *Brazilian Journal of Business Economics*, 2003, Vol. 3, pp. 129–48, https://www.academia.edu/21421939/Environmental_Regulation_of_Polluting_Firms_Porters_Hypothesis_Revisited (data obrashcheniya: 14.10.2022)
7. **M. Wagner**, «The Porter hypothesis revisited: a literature review of theoretical models and empirical tests», Working Paper, Research Memorandum Centre for Sustainability Management University of Lüneburg, Lüneburg Germany, 2010, <https://econpapers.repec.org/paper/wpawuwppe/0407014.htm>. (data obrashcheniya: 12.10.2022)
8. **S. Ambec, P. Barla**, «Can environmental regulations be good for business? An assessment of the Porter Hypothesis», *Energy Studies Review*, Vol. 14, № 2, 2006, pp. 42–62.
9. **L.D. Qiu, M. Zhou, X. Wei**, «Regulation, innovation, and firm selection: The Porter hypothesis under monopolistic competition», *Journal of Environmental Economics and Management*, № 92, 2018, pp. 638–658.
10. **O.A.G. Hassan, P. Romilly**, «Relations between corporate economic performance, environmental disclosure and greenhouse gas emissions: new in-sights», *Business strategy and the environment*, 27 (7), 2018, pp. 893–909. Held on OpenAIR [online]. Available from: <https://openair.rgu.ac.uk>. (data obrashcheniya: 04.10.2022)
11. **T. Fu, Z. Jian**, «Corruption pays off: How environmental regulations promote corporate innovation in a developing country», *Ecological Economics*, №183, 2021, 106969, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106969>. (data obrashcheniya: 10.10.2022)
12. **R. Kneller, E. Manderson**, «Environmental regulations and innovation activity in UK manufacturing industries», *Resource and Energy Economics*, Vol. 34, 2012, pp. 211–235.
13. **Y. Rubashkina, M. Galeotti, E. Verdolini**, «Environmental Regulation and Competitiveness: Empirical Evidence on the Porter Hypothesis from European Manufacturing Sectors», *Energy Policy*, № 83, 2015, pp. 288–300.
14. **T. Fua, C. Cai, Z. Jian**, «The illusion of “win–win” solution: Why environmental regulation in Shi-na promotes firm performance?», *Structural Change and Economic Dynamics*, № 52, 2020, pp. 366–373.
15. **M.V. Grenaderova**, Otsenka effektivnosti tekushchikh (ekspluatatsionnykh) zatrat na okhranu okruzhayushchey sredy: regionalnyy aspekt / M.V. Grenaderova // *Finansovaya ekonomika*. — 2019. — № 12. — S. 119–122.

16. **V.A. Karasev**, Vzaimosvyaz sotsialnoy otvetstvennosti i konkurentosposobnosti biznesa / V. A. Karasev // Samoupravleniye. — 2019. — T. 2. — № 2 (115). — S. 357–359.
17. **R.S. Gaysin**, Statisticheskiy analiz zatrat na okhranu okruzhayushchey sredy v Rossii / R.S. Gaysin, Yu. N. Romantseva, A.Ye. Ulyankin // Voprosy statistiki. — 2020. — T. 27. — № 1. — S. 85–96. — DOI: 10.34023/2313-6383-2020-27-1-85-96
18. **T.V. Malysheva**, Upravleniye ekologicheskoy ustoychivostyu promyshlennykh proizvodstv v sovremennoy ekonomike / T.V. Malysheva // Upravleniye ustoychivym razvitiyem. — 2018. — № 1 (14). — S. 5–10.
19. **V.V. Klochkov**, «Upravleniye razvitiyem «zelenykh» tekhnologiy: ekonomicheskiye aspekty» [Elektronnyy resurs]: monografiya / Klochkov V.V., Ratner S.V. // In-t problem upr-niya im. V.A. Trapeznikova Ros. akad. nauk [sayt], M.: IPU RAN, 2013, http://www.ipu.ru/sites/default/files/page_file/GreenTech.pdf. (data obrashcheniya: 06.10.2022)
20. **W. He, L. Tan, Z.J. Liu, H. Zhang**, «Property rights protection, environmental regulation and corporate financial performance: Revisiting the Porter Hypothesis», Journal of Cleaner Production, 264, 2020, 121615 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121615>. (data obrashcheniya: 12.10.2022)
21. **P. Lanoie, S. Ambec, M.A. Cohen, S. Elgie**, «The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness?», Environmental Economics and Natural Resources, July, 2010 CIRANO – Scientific Publications 2010s-29, Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1682001> (data obrashcheniya: 14.10.2022)
22. **Suphi Sen**, «Corporate governance, environmental regulations, and technological change. European Economic Review», Vol. 80, 2015, pp. 36–61.
23. **D.G. Rassier, D. Earnhart**, «Effects of environmental regulation on actual and expected profitability», Ecological Economics, №112, 2015, pp. 129–140.
24. **D. Zhang**, «Green credit regulation, induced R&D and green productivity: Revisiting the Porter Hypothesis», International Review of Financial Analysis, Vol. 75, 2021, 101723 <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101723> (data obrashcheniya: 12.10.2022)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ЕГОРОВА Светлана Евгеньевна

E-mail: es1403@bk.ru

Svetlana E. EGOROVA

E-mail: es1403@bk.ru

КУЛАКОВА Наталья Геннадьевна

E-mail: vnmkul@gmail.com

Natalia G. KULAKOVA

E-mail: vnmkul@gmail.com

БУДАСОВА Виктория Александровна

E-mail: vikki28-09@bk.ru

Victoria A. BUDASOVA

E-mail: vikki28-09@bk.ru

Поступила: 06.11.2022; Одобрена: 06.12.2022; Принята: 06.12.2022.

Submitted: 06.11.2022; Approved: 06.12.2022; Accepted: 06.12.2022.

Научная статья

УДК 658.5

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15607>



ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РАЗРЕЗЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛОЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ

Е.С. Балашова ✉, Е.А. Малышев, С.А. Васильева

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ elenabalashova@mail.ru

Аннотация. Нарастающая во всем мире конкуренция привела к усилению требований, которые предъявляются потребителями к качеству продукции. Требования потребителя учитывают в технических условиях, однако сами по себе технические условия не могут являться гарантией качества, если в организационной системе, включающей снабжение продукцией и ее обслуживание, есть какие-либо несоответствия. В результате были разработаны стандарты системы качества и руководящие указания, дополняющие соответствующие требования к продукции, приведенные в технических условиях. Международные стандарты серии ISO 9000 предназначены для обеспечения общего руководства по качеству в основных отраслях промышленности и экономики, что позволяет предприятиям иметь устойчивые рыночные позиции. Россия является частью глобальной экономики, и для успешного продвижения своих интересов у предприятий отечественной промышленности нет альтернативы внедрению международных стандартов качества. Цель статьи заключается в исследовании проблематики, а также специфики применения менеджмента качества на предприятиях сложной промышленности в разрезе оперативной эффективности. Методы исследования: анализ и синтез, систематизация, моделирование, индукция и дедукция. Результаты, их новизна и практическая ценность: предложен концептуальный подход к внедрению международного стандарта управления качеством в деятельность судостроительных предприятий России; обоснована целесообразность применения цикла PDCA в процессе разработки и внедрения систем управления качеством; выделены трудности и препятствия, с которыми сталкиваются судостроительные предприятия в процессе имплементации международных стандартов. Для их преодоления формализован алгоритм успешного внедрения системы управления качеством, который может найти свое эффективное применение на практике. Основные выводы: работающая система менеджмента качества на промышленных предприятиях России может стать реальным инструментом непрерывного совершенствования деятельности, методом повышения конкурентоспособности на рынках сбыта и источником экономических выгод. Направления дальнейших исследований: разработка методики количественной и качественной оценки результативности и эффективности внедрения международных стандартов качества на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: оптимизация, ресурс, управление, качество, стандарт, сертификация, предприятие

Для цитирования: Балашова Е.С., Малышев Е.А., Васильева С.А. Применение системы менеджмента качества в разрезе эффективной деятельности сложных промышленных систем // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 100–112. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15607>



APPLICATION OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE CONTEXT OF THE EFFECTIVE OPERATION OF COMPLEX INDUSTRIAL SYSTEMS

E.S. Balashova ✉, **E.A. Malyshev**, **S.A. Vasileva**

St. Petersburg State Marine Technical University,
St. Petersburg, Russian Federation

✉ elenabalashova@mail.ru

Abstract. Increasing worldwide competition has led to increased requirements that consumers place on product quality. The requirements of the customer are taken into account in the specifications, but the specifications themselves cannot be a guarantee of quality if there are any inconsistencies in the organizational system, including the supply of products and their maintenance. As a result, quality system standards and guidelines were developed to complement the relevant product requirements in the specification. The international standards of the ISO 9000 series are intended to provide general guidance on quality in major industries and economies, which allows enterprises to have a stable market position. Russia is a part of the global economy, and in order to successfully promote their interests, domestic industry enterprises have no alternative to the implementation of international quality standards. The purpose of the article is to study the specifics of the application of quality management at Russian industrial enterprises in the context of operational efficiency. Research methods: analysis and synthesis, systematization, modeling, induction and deduction. Results, their novelty and practical value: a conceptual approach to the implementation of the international quality management standard in the activities of Russian shipbuilding enterprises is proposed; the expediency of using the PDCA cycle in the process of developing and implementing quality management systems is substantiated; the difficulties and obstacles faced by shipbuilding enterprises in the process of implementing international standards are highlighted. To overcome them, an algorithm for the successful implementation of a quality management system has been formalized, which can be effectively applied in practice. Main conclusions: a functioning quality management system at industrial enterprises in Russia can become a real tool for continuous improvement of activities, a method for increasing competitiveness in the sales markets and a source of economic benefits. Directions for further research: development of a methodology for quantitative and qualitative assessment of the effectiveness and efficiency of the implementation of international quality standards at industrial enterprises.

Keywords: optimization, resource, management, quality, standard, certification, enterprise

Citation: E.S. Balashova, E.A. Malyshev, S.A. Vasileva, Application of the quality management system in the context of the effective operation of complex industrial systems, *П-Еconomy*, 15 (6) (2022) 100–112. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15607>

Введение

В условиях растущей конкуренции на рынке, когда субъекты хозяйствования ощущают на себе все большее давление глобализации и интеграции, особую значимость приобретает задача поиска эффективных способов управления, которые позволят адекватно реагировать на новые вызовы [1]. Основной целью для предприятий является оптимизация ресурсов и навыков, позволяющая достичь лучшей производительности, что приводит к необходимости интегрировать различные системы управления и, в первую очередь, систему управления качеством. Уже более двух десятилетий «качество» и «стандарты управления качеством» являются ведущими категориями в деловой среде. Стандарты играют важную роль в глобализирующемся мире для успешной работы предприятия, как с позиции социальной ответственности, так и с экономической точки зрения [2]. Понятие качества в бизнесе фокусируется на экономии и дополнительных доходах, которые могут получить организации, если они устранят ошибки во всех своих операциях и будут

производить продукцию и услуги на оптимальном уровне качества. Ошибки могут принимать практически любую форму — например, производство излишнего количества деталей, отправка банковских выписок клиентам, которые уже закрыли свои счета, или списание на склад нужной партии товара. Все эти просчеты встречаются очень часто, и понесенные затраты кажутся минимальными [3]. Когда они регулярно повторяются, затраты возрастают до значительной суммы, поэтому устранение ошибок может привести к существенному увеличению прибыли предприятия. Субъекты хозяйствования все чаще внедряют в практику стандарты управления качеством ISO, это позволяет им оставаться конкурентоспособными за счет постоянного улучшения своих процессов.

Обозначенная проблематика имеет особую актуальность для предприятий России, поскольку наша страна является глобальным игроком на рынке международной торговли. Отечественный промышленный сектор играет значительную роль в поддержке благосостояния и стабильности экономик многих стран мира. Углубленное и всеобъемлющее Соглашение о зоне свободной торговли привело к существенному увеличению товарооборота между Россией и другими государствами всех континентов.

В настоящее время Россия входит в число стран лидеров по количеству сертификатов ISO 9001 (всеобщий менеджмент качества — TQM), полученных в 2020 году (рис. 1). Несмотря на достигнутый успех, далеко не во всех отраслях промышленности наблюдается активное внедрение систем управления качеством продукции. Данная ситуация связана с тем, что до сих пор нет полных ответов на вопросы, как на эффективность хозяйствования влияют системы качества, каким образом стандарты могут принести пользу предприятию и какая добавленная стоимость создается благодаря соблюдению стандартов.

Рост технического прогресса, развитие информационных технологий, появление уникальных материалов и процессов, позволяющих снижать степень человеческого участия в цепочке создания стоимости, налаживать гибкое и практически безотходное производство и, соответственно, легко изменять себестоимость продукции, выдвигают перед отечественными промышленными предприятиями новые вызовы, связанные с необходимостью пересмотра действующих методов менеджмента качества и обеспечения системности подхода к внедрению международных стандартов, которые открывают новые горизонты эффективности [5, 26]. Исследование ключевых аспектов создания и внедрения систем управления качеством на предприятиях России, представляющих собой доминирующий фактор в повышении их конкурентоспособности, является актуальным научно-практическим заданием, необходимость решения которого и предопределяет выбор темы данной статьи.

Литературный обзор. Вопросам управления качеством на предприятиях посвящены исследования ученых разных стран мира, в настоящее время накоплен значительный опыт в области менеджмента качества. Большой вклад в разработку систем управления качеством внесли такие авторы, как Н.В. Василенкова «Управление качеством в условиях цифровизации промышленности», Н.Ю. Афицкий, С.С. Иксанова, А.В. Мкртчян «Управление рисками в системе менеджмента качества организации», Glogovac M., Maricic M., Casteleiro C., Mendes L. «Quality costs in practice and an analysis of the factors affecting quality cost management».

Над формированием концепции менеджмента качества, соответствующей требованиям стандартов, трудятся Ж.В. Абакумова «Улучшение качества управления организацией на основе международных и национальных стандартов», В.В. Чураев «Качество как экономическая категория и объект управления», Х.О. Хайитов «Управление качеством продукции на предприятиях», А.Л. Кузнецов «Аспекты формирования модели стратегического инновационного менеджмента промышленного предприятия», F. Masoumi, S. Najjar-Ghabel, S.N. Bashi-Azghadi «Water quality—quantity management in river—reservoir system using sustainability-based simulation-optimization meta-model approach».

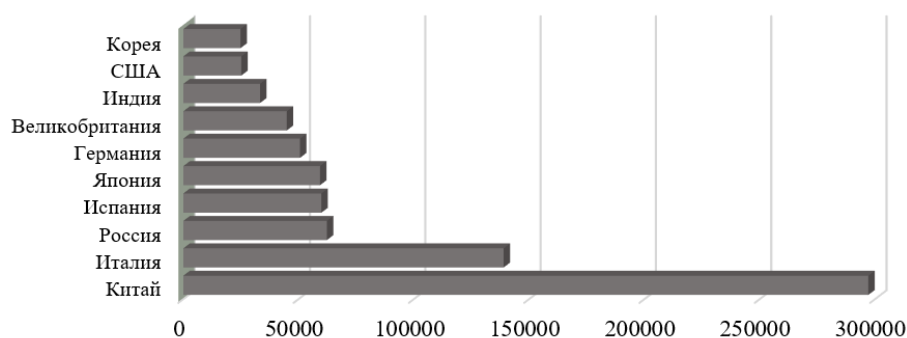


Рис. 1. Топ 10 стран по количеству выданных сертификатов ISO 9001 в 2020 году [4]

Fig. 1. Top 10 countries by number of issued ISO 9001 certificates in 2020 [4]

Роль высшего руководства предприятия в создании и функционировании систем менеджмента качества, влияние управленческой деятельности на качество продукции и услуг, выпускаемых предприятием, нашли свое отражение в работах С.В. Алексеевой «Стандартизация положений учета и формирования информации в системе менеджмента качества», А.В. Гумерова «Формирование стратегии развития предпринимательских структур с использованием инструментов менеджмента качества», А.А. Яковлева «Как повысить эффективность систем менеджмента качества: применение цифровых технологий», Igrisa I.; Sartika D., Ilato R, Kamuli S. «Implementation of Local Management Information System (SIMDA) in Quality Improvement of Financial Report of Buol Regencial Government».

Нерешенные части общей проблемы. Высоко оценивая вклад указанных авторов в раскрытие рассматриваемой тематики, необходимо сделать акцент на том, что в настоящее время, когда факторы внешней среды динамичны и сложно прогнозируемы, именно проблемы внедрения системы управления качеством на предприятиях России стратегически важны и требуют дальнейших исследований, в которых можно учесть отраслевую специфику, составить прогноз ожидаемых результатов в средне- и долгосрочной перспективе, а также обосновать критерии оптимальности. В детализации нуждаются факторы, способные угрожать, представлять опасность для разработки эффективной системы управления качеством на предприятии. Отдельно следует уточнить возможности, которые получают предприятия благодаря повышению требований к качеству производственных процессов и продуктов, также целесообразно детализировать конкретные шаги предприятия по указанным действиям.

С учетом вышеизложенного, **цель исследования** заключается в исследовании проблематики применения системы менеджмента качества в разрезе эффективной деятельности сложных промышленных систем (далее в тексте – сложные промышленные предприятия). **Задача исследования** заключается в разработке инструментария для эффективного внедрения СМК.

Судостроительная промышленность, ее особенности

Судостроительная промышленность имеет свою специфику, проявляющуюся, прежде всего, в индивидуальном критерии судов конкретных проектов. Появляются следующие специфики, заключающиеся в индивидуальном мелкосерийном характере производства и определяющиеся нуждами заказчика.

1. Продолжительный период постройки судов, формирующийся из длительности сроков проектирования и производства судна.

2. Особенности государственного регулирования и высокая себестоимость строительства судов. Расценка судна зависит от спецкурса валют, фрахтовых доходностей, условий налогов, на-

логовых зачислений, технического подуровня предприятия, постановлений регистровых и контрольных госорганов.

3. Большая доля привнесенной себестоимости в цене судна. Плата контрагентских поставок (электрооборудование, устройства, системы, комплексы) колеблется от 40 до 70 % и более от всеобщей стоимости судна. Обеспечение контрагентскими закупками для строящихся судов производится несвоевременно. Необходима четкая взаимосвязь плана постройки судов с планами поступления механизмов со стороны, для этого требуется наличие денежных ассигнований на их оплату.

4. Скачкообразное распределение трат в процессе постройки судна. На начальной фазе постройки судна число служащих, занятых на постройке, мало, и затраты этого этапа также относительно небольшие. На этапе развертывания работ резко уменьшается число служащих по монтажу электрооборудования (в том числе низкой квалификации), следовательно, возрастают траты, которые включают, кроме арендной платы, и себестоимость судового электрооборудования. В период испытаний судна число служащих и материальные траты резко повышаются.

5. Большой объем незавершенного производства и значительные его колебания. Значительная стоимость судов и длительность производственного цикла увеличивает объем незавершенного производства по судам, что связывает большое количество оборотных средств. Из-за неравномерности затрат в процессе постройки величина незавершенного производства также имеет резкие колебания на различных этапах постройки.

6. Большой физический и моральный износ основных фондов. Отставание в развитии технической базы судостроительных предприятий, во внедрении новых технологий и подготовке персонала привели к высокой трудоемкости технологических процессов, определяющих уровень производительности труда. В структуре фондов большой удельный вес занимают дорогостоящие сооружения (эллинги, слипы, стапели, доки), которые определяют высокую стоимость основных фондов и большую долю амортизации в смете накладных расходов.

Методы исследования: анализ и синтез, систематизация, группировка, моделирование, индукция и дедукция.

Полученные результаты и обсуждение. Управление качеством имеет первостепенное значение для всех без исключения промышленных предприятий России [6, 7]. Международная система менеджмента качества (СМК) представляет собой совокупность бизнес-процессов, должным образом формализованных и задокументированных, которые направлены на повышение удовлетворенности потребителей путем выполнения их требований [8]. Система менеджмента качества позволяет не только повысить лояльность клиентов, но и оказывает положительное влияние на репутацию предприятия на рынке. Способность продемонстрировать официальную приверженность качеству часто является предварительным условием для участия в официальных тендерах, особенно для контрактов в государственном секторе [9, 10]. Наличие сертифицированной СМК может упростить доступ для целого ряда контрактных возможностей на международном уровне и, следовательно, потенциально увеличить доходы предприятия и занимаемый им рыночный сегмент. Следует акцентировать внимание на том, что СМК имеет непосредственное влияние на уровень эффективности производственной деятельности. Использование ресурсов, к которым относятся люди, материалы, время, деньги, внешние партнеры и поставщики, максимально эффективно и рационально, оказывает прямое положительное влияние на прибыльность. Вовлечение всех сотрудников в СМК будет способствовать более глубокому взаимодействию с операционной деятельностью [11]. Это может привести к снижению текучести кадров, повышению производительности, укреплению доверия и сотрудничества, а также к привлечению и удержанию квалифицированной рабочей силы.

В таблице ниже представлены результаты авторского исследования по системам менеджмента качества судостроительных предприятий.

Таблица «Судостроительные предприятия и их система менеджмента качества»
Table "Shipbuilding enterprises and their quality management system"

Судостроительное предприятие	Система менеджмента качества
ООО «ССК «Звезда» (судостроительный судоремонтный комплекс)	В июле 2020 года ООО «ССК Звезда» успешно была пройдена сертификация на соответствие требованиям ISO 9001–2015. Вторым этапом построения системы менеджмента качества ООО «ССК «Звезда» стало получение сертификата соответствия требованиям ГОСТ РВ 0015-002–2015 (стандарт для системы менеджмента качества предприятий оборонно-промышленного комплекса). В октябре 2021 года ООО «ССК Звезда» успешно была пройдена сертификация на соответствие требованиям ГОСТ РВ 0015-002–2012
ПАО «Завод “Красное Сормово”»	При изготовлении единичных литых изделий невыгодно делать специальные приспособления контроля качества, эффективнее прибегнуть к 3D-сканированию. Так и сделали на нижегородском судостроительном заводе, входящем в ОСК
ОАО «Амурский судостроительный завод»	Разработана, внедрена и сертифицирована СМК, соответствующая стандартам ИСО серии 9000. Для проведения внутренних проверок качества создан реестр аудиторов по внутренним проверкам, насчитывающий в настоящее время 40 чел. Для управления СМК на предприятии назначен представитель руководства — заместитель генерального директора по качеству. Всего — более 60 уполномоченных по качеству, чья работа регламентирована специальным стандартом предприятия
АО «ПСЗ «Янтарь» (прибалтийский судостроительный завод)	Внедрена СМК, которая соответствует требованиям международной системы качества ИСО 9001, дополнительным требованиям ГОСТ РВ 0015-002 и других применяемых стандартов СРПП ВТ (охватывает все стадии жизненного цикла продукции). Контроль качества независим от производства
ООО «Балтийский завод»	Все виды деятельности, выполняемые в СМК регламентированы документами, разработанными с учётом требований стандартов ISO 9001, ГОСТ ISO 9001 и ГОСТ РВ 0015-002. СМК описана в РД БЗС-115 «Системы менеджмента качества. Руководство по качеству». На заводе создана служба качества, включающая управление технического контроля, отдел менеджмента качества, отдел внешнего контроля, центральную заводскую лабораторию и отдел главного метролога. Руководит службой качества директор по качеству, который является представителем руководства по СМК. Центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ) осуществляет испытания и анализ разрушающими и неразрушающими методами контроля, анализ и исследования в области контроля условий охраны труда и охраны окружающей среды. Деятельность ЦЗЛ по указанным областям подтверждена аттестатами аккредитации, лицензиями и свидетельствами
ПАО «Выборгский судостроительный завод»	Предприятие одним из первых в Российской Федерации получило признание таких классификационных обществ, как Lloyd's Register of Shipping, Germanischer Lloyd, Bureau Veritas, RINA, DNV. На Выборгском судостроительном заводе действует система менеджмента качества, отвечающая требованиям международных стандартов ISO серии 9000, а также требованиям ГОСТ РВ 0015-002–2012.

Необходимо обратить внимание на распространенное заблуждение, что внедрение международных стандартов качества гарантирует победу над конкурентами. Международные стандарты качества — это система управления производственными процессами, которая затребована современным рынком, но она отнюдь не гарантирует успешной конкуренции [12]. Чтобы преуспеть в конкурентной борьбе, кроме сосредоточения на ценностях стандартов, предприятие должно уделять внимание построению целостной системы управления сертификацией качества. Время внедрения СМК полностью зависит от размера предприятия, характера его операций и зрелости систем качества. Процедура может занять от 6 месяцев до 2 лет [13, 14]. Обобщая вышеизложен-

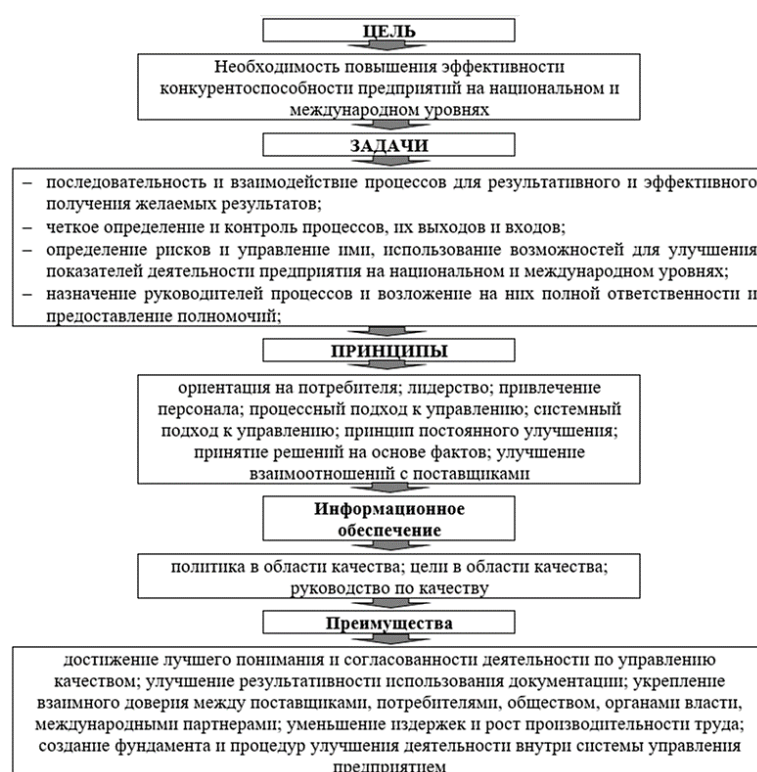


Рис. 2. Концептуальный подход к внедрению международных стандартов управления качеством в деятельность промышленных предприятий России

Fig. 2. Conceptual approach to the implementation of international quality management standards in the activities of industrial enterprises in Russia

ное, можно формализовать концептуальный подход к внедрению международных стандартов качества на промышленных предприятиях России (рис. 2).

Управление качеством продукции и услуг базируется на реализации двух подходов: продуктового и процессного. В то время как качество продукции имеет дело с качеством конечного товара, поставляемого на рынок, качество процесса связано с качеством выполняемых процедур, необходимых для производства [15]. Международные стандарты ISO, в частности ISO 9001 объединяют эти два подхода в одну комплексную СМК. Таким образом, ISO 9001 представляет собой семейство стандартов, относящихся к СМК и одновременно помогающих предприятиям удовлетворять потребности своих клиентов и заинтересованных сторон. Эти потребности включают как заявленные, так и подразумеваемые [16]. Преимущества внедрения системы менеджмента качества, соответствующей стандарту ISO 9001, могут быть далеко идущими. Простое внедрение процессного подхода к деятельности позволит выявить производственные области для улучшения. Документирование процессов может помочь в донесении информации о действиях и стратегии в области качества до персонала всех уровней. Инструктаж и обучение напрямую связаны с бизнес-целями, в результате чего сотрудники предприятия четко понимают свой вклад в общую производительность и работают успешнее [17]. Для внедрения на судостроительных предприятиях международных стандартов качества целесообразно использовать методологию, известную как цикл «Plan-Do-Check-Act» (PDCA) («Планируй-Выполняй Проверяй-Действуй») [18]. Кратко цикл PDCA можно представить следующим образом.

Планируй: предприятие должно поставить цели и определить перечень процессов и процедур, которые необходимы для получения результатов, отвечающих задачам самого предприятия, требованиям заказчика и государственной политике, реализуемой в отрасли.

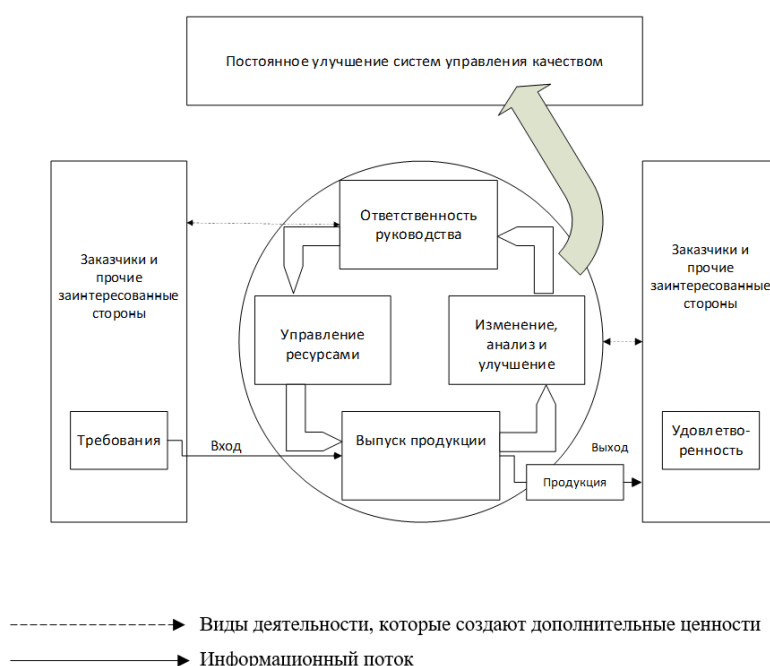


Рис. 3. Модель системы управления качеством, основу которого составляет процессный подход
Fig. 3. Model of the quality management system, which is based on the process approach

Выполняй: внедрение запланированных мероприятий и реализация процессов.

Проверяй: регулярный мониторинг и контроль за всеми процедурами, производственными цепочками. Измерение и оценка обновленных процессов, качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Составление отчетов о проделанной работе.

Действие: принятие мер, нацеленных на постоянное улучшение показателей основных процессов, в том числе, выявление несогласованностей или сбоев в работе, а также устранение их причин или предотвращение факторов, способствующих их появлению.

Использование данной методологии к любым видам деятельности и процессам предприятия позволит развернуть эффективную архитектуру СМК и обеспечить ее бесперебойное функционирование. На рис. 3 представлена модель системы управления качеством, в основу которой положен цикл PDCA, разработанная автором для предприятий России.

Внедрение международных стандартов качества на сложных промышленных предприятиях России является отнюдь непростой задачей. Переход от существующей СМК к новой системе, соответствующей требованиям стандартов, делает процесс сертификации сложным для многих субъектов хозяйствования [19, 20]. Существует широкий спектр вопросов, которые могут возникнуть во время перехода, в зависимости от характера бизнеса, специфики отрасли или размера предприятия. Обозначим общие проблемы, с которыми часто сталкиваются отечественные хозяйственники в процессе внедрения международных стандартов.

Отсутствие приверженности со стороны высшего руководства. Эта проблема является одним из главных препятствий для успешного внедрения СМК и ее последующей устойчивости. В большинстве своем это препятствие возникает по причине низкого качества образования управленцев, высокой текучести кадров высшего руководства. Топ-менеджмент может реагировать на внешнее давление, оказываемое на предприятие в целях сертификации продукции, путем реализации минималистического подхода, тем самым добиваясь лишь ограниченных внутренних успехов, которые являются краткосрочными и не позволяют должным образом укрепиться на рынке [21].

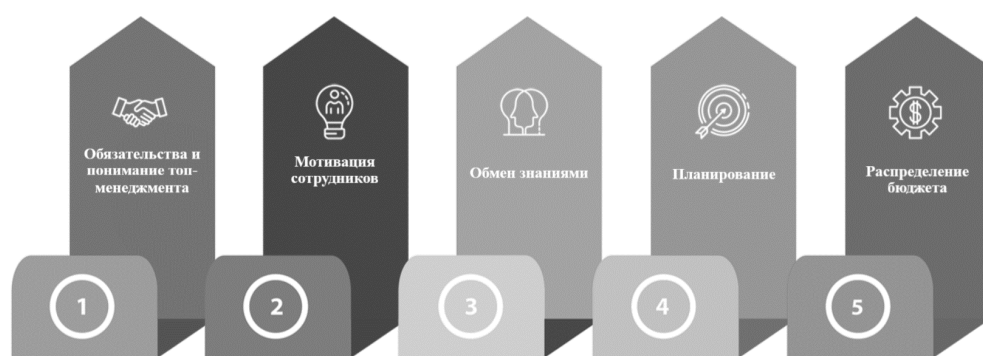


Рис. 4. Этапы успешного внедрения международных стандартов качества
Fig. 4. Stages for the successful implementation of international quality standards

Сопротивление со стороны сотрудников. Данный барьер чаще всего возникает из-за страха, вызванного недостатком информации о требованиях ISO. Он также может возникнуть по причине того, что работники не хотят менять свое мышление в отношении программ качества, считая, что это только затруднит их работу и не принесет высокого материального результата [22].

Трудности при проведении внутренних аудитов. Внутренние аудиты позволяют оценить текущее положение предприятия и реальную ситуацию на производстве. Это очень важный барьер, поскольку он является следствием непонимания СМК, недостаточности образования сотрудников, нехваткой профессиональных навыков.

Отсутствие подходящих консультационных советов. Данная проблема может стать огромным препятствием для правильного понимания и интерпретации требований стандартов, иногда из-за языкового барьера. Отсутствие сертификационных советов в конкретном регионе, для конкретной отрасли – еще один барьер, с которым сталкиваются многие руководители предприятий. Обозначенная сложность также возникает вследствие «информационного голода» в отношении документального обеспечения информационно-аналитической базы, ориентированной на внедрение обновленных систем в управлении качеством [23]. Связано это с неготовностью основных органов сертификации к работе по определению соответствия систем качества на предприятиях новым требованиям.

Некорректная интерпретация требований международных стандартов. Обозначенный барьер возникает из-за устоявшегося мнения, что качество можно обеспечить только путем проверок, а стандарты приводят к неоправданному усложнению работы. Достаточно распространенным является утверждение, что стандарты зависят от того, как интерпретировать качество, и следование им вносит больше бюрократии, чем пользы для предприятия [24].

Недостаток финансовых ресурсов. Дефицит финансовых средств может стать серьезным препятствием для внедрения стандартов. Средства необходимы предприятию для организации программ обучения, оплаты услуг внешних консультантов, аудиторов и для запуска процесса сертификации. Более того гораздо большие ресурсы могут понадобиться, если возникнет необходимость перестраивать и модернизировать производственные процессы и линии [25].

Дефицит человеческих ресурсов. Отсутствие квалифицированных, профессиональных кадров является значимым препятствием внедрению ISO. Этот барьер может возникать вследствие несовершенной системы обучения сотрудников или из-за недостаточности общей осведомленности о программах качества. Очевидно, что сразу решить все проблемы и нивелировать возникающие на пути внедрения СМК препятствия не представляется возможным. Но для того чтобы их минимизировать, а некоторые предупредить, предприятию целесообразно, прежде всего, провести предварительную оценку, которая позволит определить текущие возможности, сильные и слабые



стороны путем внутреннего анализа. Важным начальным шагом является также рассмотрение вопроса о том, почему СМК должна быть внедрена, поскольку успех внедрения и его непрерывность зависят от установления правильных причин и осознанного очерчивания предполагаемых и желаемых выгод. На начальных этапах важно активизировать и вовлечь в процесс всю команду руководителей предприятия. Необходимо узнать их взгляды и мнения, чтобы определиться с целью, видением и результатами, на которые можно в перспективе рассчитывать. Простой анализ соотношения затрат и выгод позволит определить, целесообразность внедрения СМК. Максимально облегчить процесс внедрения СМК представляется возможным и целесообразным, если придерживаться последовательности из пяти этапов (рис. 4).

Содержание этапов:

1. Высшее руководство должно взять на себя обязательства по внедрению СМК, обозначить контуры будущей архитектуры управления и дать толчок инициативе.

2. Разрабатывается программа мотивации сотрудников к внедрению систем качества, поскольку забота о повседневной деятельности и соблюдении сроков выполнения заданий может показаться им более важной задачей, чем внедрение документации и процедур, связанных с улучшением систем качества. Четкая коммуникация и заинтересованность персонала имеют решающее значение для успеха. Очень важно, чтобы работники на местах были вовлечены в процесс внедрения ISO с самого начала.

3. Надлежащие знания об особенностях СМК и ее развертывании на предприятии являются существенным фактором для того, чтобы система дала ожидаемые результаты. Этот этап начинается с понимания следующего: что необходимо для внедрения ISO, где предприятие находится в настоящее время с точки зрения его усилий в области качества, анализ пробелов, составление плана по устранению этих пробелов.

4. Разрабатывается стратегия, которая включает в себя следующее: реалистичные сроки, распределение ресурсов, оценка рисков и возможностей, назначение периодических аудитов, измерение прогресса и принятие корректирующих мер в случае отклонений.

5. Планируются расходы на оплату услуг консультантов, обучение персонала, услуг аудиторов и внедрение в случае необходимости новых процессов и процедур.

Заключение

В ходе проведения научного исследования получены следующие результаты:

- проведен анализ проблематики применения системы менеджмента качества в разрезе эффективной деятельности сложных промышленных систем;
- разработана модель системы управления качеством, в основу которой положен цикл PDCA, разработанная автором для сложных промышленных предприятий России;
- предложены этапы успешного внедрения международных стандартов качества.

Можно отметить, что работающая система менеджмента качества на промышленных предприятиях России может стать реальным инструментом непрерывного совершенствования их деятельности, методом повышения конкурентоспособности на разных рынках сбыта и источником экономических выгод. Благодаря четкому документарному оформлению, сквозному контролю и анализу, периодическому пересмотру ключевых производственных и управленческих процессов в соответствии с требованиями международных стандартов можно обеспечить прозрачность, лучшую управляемость и непрерывное совершенствование деятельности предприятий.

Перспективы дальнейших исследований

Значительный интерес в рамках будущих исследований вызывает разработка методики количественной и качественной оценки результативности и эффективности внедрения международных стандартов качества на сложных промышленных предприятиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Абакумова Ж.В.** Внедрение интегрированной системы менеджмента с целью улучшения качества управления организацией // Экономика и предпринимательство. 2021. № 5 (130). С. 863–869.
2. **Roh Hye Young.** Designing a quality scorecard (QSC) for system integration in the era of Industry 4.0 // International journal of quality and service sciences. Vol. 14, N 2 (2022, January 31st). Pp. 157–177.
3. **Алексеева А.С., Гумеров А.В.** Система управления качеством продукции как способ укрепления позиций промышленного предприятия на рынке в современных условиях // Теория и практика современной науки. 2020. N 5 (59). С. 99–104.
4. **Badiru A.** Quality insight: quality integration using engineering systems methodology // International journal of quality engineering and technology. 2022. V. 8. N. 4. Pp. 325–334.
5. **Leonov O.** Process approach in the development of standards for the quality management system of a machine-building enterprise // AIP conference proceedings. 2022. V. 2467. Pp. 16–21.
6. The ISO Survey of ISO 9000 and ISO 14000 Certificates URL: <https://www.iso.org/ru/home.html>
7. **Мубараков И.Р.** Система управления качеством продукции в условиях конкурентной среды // Интернаука. 2021. № 20-4 (196). С. 79–80.
8. **Рогачева Ю.А., Хайитов Х.О.** Результативность системы управления качеством // Экономика и социум. 2021. № 4-2 (83). С. 348–350.
9. **Hossain M. Muazzem.** The development and research tradition of statistical quality control // International journal of productivity and quality management. 2019. Vol. 5: Number 1; pp. 21–37.
10. **Demissie Mesfin.** CALIDENA methodology for quality infrastructure service assessment and improvement in wheat value chains // International journal of quality and innovation. 2022. Vol. 6: Number 2; pp. 162–189.
11. **Колпакова Н.В.** Построение результативной СМК на основе стандартов ISO серии 9000 // Методы менеджмента качества. 2022. № 3. С. 56–61.
12. **Попп Е.А.** Повышение эффективности системы управления качеством как фактор обеспечения конкурентоспособности высокотехнологичной продукции // Инновации и инвестиции. 2020. № 9. С. 114–116.
13. **Phusavat Kongkiti et al.** Developing model for integrating sustainability into enterprise operations // International journal of management and enterprise development. 2018. Vol. 17: Number 4; pp 329–346.
14. **Павлова А.А., Оразбекова А.А.** Обеспечение контроля качества путем внедрения системы менеджмента качества на предприятии // Вестник Инновационного Евразийского университета. 2020. № 2 (78). С. 94–98.
15. **McFadden Jonathan R.** International trade and standards harmonization: The case of tractors and the OECD Tractor Codes // American journal of agricultural economics. 2022. Vol. 104: Number 4; pp. 1512–1539.
16. **Важенина И.Е., Антонова Н.Л.** Стандартизация и сертификация в новых условиях // Colloquium-journal. 2021. № 13-3 (100). С. 7–9.
17. **Шарапова А.И., Антонова Н.Л.** Проблемы реализации систем менеджмента качества в России и за рубежом // Оригинальные исследования. 2021. Т. 11. № 4. С. 346–354.
18. **Sayirtepe Zuhail.** The future of quality and accreditation surveys: Digital transformation and artificial intelligence // International journal for quality in health care. 2022. Vol. 34: Number 2; pp. 67–72.
19. Industrial project management: international standards and best practices for engineering and construction contracting / Stefano Tonchia; foreword by Russell D. Archibald. Berlin, Germany: Springer, 2018. 254 p.
20. **Гапанович В.А., Сеньковский О.А.** Качество продукции через призму стандарта IRIS // Железнодорожный транспорт. 2021. № 7. С. 36–39.
21. **Tavassoli Mitra Abbaszadeh.** Supplier selection and evaluation using QFD and ELECTRE in quality management system environment // International journal of productivity and quality management. 2018. Vol. 24: Number 1; pp. 84–100.
22. **Крюков В.С., Зиновьев С.В., Демидова С.А.** Полноценная подготовка сырья – условие производства качественной продукции. Часть 1. как стандарты гарантируют качество // Контроль качества продукции. 2022. № 7. С. 41–44.
23. **Bergs Thomas.** Design model for a value chain-oriented quality management in global tooling // Procedia CIRP. 2020. Vol. 93; pp. 1013–1018.



24. **Филатов В.В., Путина А.М.** FMEA-анализ как комплексный метод управления качеством // Прикладные экономические исследования. 2022. № 1. С. 45–51.
25. **Семенко И.Е.** Управление качеством как фактор повышения конкурентоспособности предприятия // Московский экономический журнал. 2021. № 11. С. 67–69.
26. Актуальные технологии современной экономики и инфраструктуры: цифровая и инновационная экономика: монография / под ред. Е.Р. Счисляевой. — СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2020. — 375 с.

REFERENCES

1. **Zh.V. Abakumova**, Vnedreniye integrirovannoy sistemy menedzhmenta s tselyu uluchsheniya kachestva upravleniya organizatsiyey // *Ekonomika i predprinimatelstvo*. 2021. № 5 (130). S. 863–869.
2. **Hye Young Roh**, Designing a quality scorecard (QSC) for system integration in the era of Industry 4.0 // *International journal of quality and service sciences*. Vol.14, N 2 (2022, January 31st). R. 157–177.
3. **A.S. Alekseyeva, A.V. Gumerov**, Sistema upravleniya kachestvom produktsii kak sposob ukrepleniya pozitsiy promyshlennogo predpriyatiya na rynke v sovremennykh usloviyakh // *Teoriya i praktika sovremennoy nauki*. 2020. N 5 (59). S. 99–104.
4. **A. Badiru**, Quality insight: quality integration using engineering systems methodology // *International journal of quality engineering and technology*. 2022. V. 8. N. 4. R. 325–334.
5. **O. Leonov**, Process approach in the development of standards for the quality management system of a machine-building enterprise // *AIP conference proceedings*. 2022. V. 2467. R. 16–21.
6. The ISO Survey of ISO 9000 and ISO 14000 Certificates URL: <https://www.iso.org/ru/home.html>
7. **I.R. Mubarakov**, Sistema upravleniya kachestvom produktsii v usloviyakh konkurentnoy sredy // *Internauka*. 2021. № 20-4 (196). S. 79–80.
8. **Yu.A. Rogacheva, Kh.O. Khayitov**, Rezultativnost sistemy upravleniya kachestvom // *Ekonomika i sotsium*. 2021. № 4-2 (83). S. 348–350.
9. **Hossain M. Muazzem**, The development and research tradition of statistical quality control // *International journal of productivity and quality management*. 2019. Vol. 5: Number 1; pp. 21–37.
10. **Mesfin Demissie**, CALIDENA methodology for quality infrastructure service assessment and improvement in wheat value chains // *International journal of quality and innovation*. 2022. Volume 6: Number 2; pp. 162–189.
11. **N.V. Kolpakova**, Postroyeniye rezultativnoy SMK na osnove standartov ISO serii 9000 // *Metody menedzhmenta kachestva*. 2022. № 3. S. 56–61.
12. **Ye.A. Popp**, Povysheniye effektivnosti sistemy upravleniya kachestvom kak faktor obespecheniya konkurentosposobnosti vysokotekhnologichnoy produktsii // *Innovatsii i investitsii*. 2020. № 9. S. 114–116.
13. **Kongkiti Phusavat et al.**, Developing model for integrating sustainability into enterprise operations // *International journal of management and enterprise development*. 2018. Vol. 17: Number 4; pp 329–346.
14. **A.A. Pavlova, A.A. Orazbekova**, Obespecheniye kontrolya kachestva putem vnedreniya sistemy menedzhmenta kachestva na predpriyatii // *Vestnik Innovatsionnogo Yevraziyskogo universiteta*. 2020. № 2 (78). S. 94–98.
15. **Jonathan R. McFadden**, International trade and standards harmonization: The case of tractors and the OECD Tractor Codes // *American journal of agricultural economics*. 2022. Vol. 104: Number 4; pp. 1512–1539.
16. **I.Ye. Vazhenina, N.L. Antonova**, Standartizatsiya i sertifikatsiya v novykh usloviyakh // *Colloquium-journal*. 2021. № 13-3 (100). S. 7–9.
17. **A.I. Sharapova, N.L. Antonova**, Problemy realizatsii sistem menedzhmenta kachestva v Rossii i za rubezhom // *Originalnyye issledovaniya*. 2021. T. 11. № 4. S. 346–354.
18. **Zuhail Cayirtepe**, The future of quality and accreditation surveys: Digital transformation and artificial intelligence // *International journal for quality in health care*. 2022. Vol. 34: Number 2; rr. 67–72.
19. Industrial project management: international standards and best practices for engineering and construction contracting / Stefano Tonchia; foreword by Russell D. Archibald. Berlin, Germany: Springer, 2018. 254 r.
20. **V.A. Gapanovich, O.A. Senkovskiy**, Kachestvo produktsii cherez prizmu standarta IRIS // *Zheleznodorozhnyy transport*. 2021. № 7. S. 36–39.

21. **Mitra Abbaszadeh Tavassoli**, Supplier selection and evaluation using QFD and ELECTRE in quality management system environment // International journal of productivity and quality management. 2018. Vol. 24: Number 1; pp. 84–100.

22. **V.S. Kryukov, S.V. Zinovyev, S.A. Demidova**, Polnotsennaya podgotovka syrya - usloviye proizvodstva kachestvennoy produktsii. chast 1. kak standarty garantiruyut kachestvo // Kontrol kachestva produktsii. 2022. № 7. S. 41–44.

23. **Thomas Bergs**, Design model for a value chain-oriented quality management in global tooling // Procedia CIRP. 2020. Vol. 93; pp. 1013–1018.

24. **V.V. Filatov, A.M. Putina**, FMEA-analiz kak kompleksnyy metod upravleniya kachestvom // Prikladnyye ekonomicheskiye issledovaniya. 2022. № 1. S. 45–51.

25. **I.Ye. Semenko**, Upravleniye kachestvom kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. 2021. № 11. S. 67–69.

26. Aktualnyye tekhnologii sovremennoy ekonomiki i infrastruktury: tsifrovaya i innovatsionnaya ekonomika: monografiya / pod red. Ye.R. Schislyayevoy. – SPb.: Izd-vo SPbGMTU, 2020. – 375 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

БАЛАШОВА Елена Сергеевна

E-mail: elenabalashova@mail.ru

Elena S. BALASHOVA

E-mail: elenabalashova@mail.ru

МАЛЫШЕВ Евгений Анатольевич

E-mail: eamalyshev@mail.ru

Evgeny A. MALYSHEV

E-mail: eamalyshev@mail.ru

ВАСИЛЬЕВА Светлана Альбертовна

E-mail: Vasileva_svetlana87@mail.ru

Svetlana A. VASILEVA

E-mail: Vasileva_svetlana87@mail.ru

Поступила: 08.11.2022; Одобрена: 23.12.2022; Принята: 26.12.2022.

Submitted: 08.11.2022; Approved: 23.12.2022; Accepted: 26.12.2022.

Научная статья

УДК 65.014

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15608>



СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПАТОЛОГИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

К.Г. Качалкина 

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация

 kkachalkina@gmail.com

Аннотация. В современных условиях вносить изменения в организационные структуры управления (ОСУ) приходится все чаще, а потребность в изменениях растет. Возрастает вновь исследовательский интерес к особенностям человеческого поведения как фактору, который важно учитывать при управлении организацией. В этом контексте новое применение может получить теория организационных патологий — нарушений в функционировании организаций, происходящих в большинстве своем из-за поведенческих особенностей работников. Анализ публикаций показал, что исследований, описывающих подходы и методы стоимостной оценки организационных патологий, практически нет, хотя имеется задел экспертной оценки наличия патологий на предприятии в целом. Вероятно, это является следствием того, что результаты проявления патологий скорее качественные, чем количественные, а это в свою очередь сопряжено со сложностью их стоимостного выражения. Статья включает в себя обзор контекста функционирования современных ОСУ, рассматривает подходы к стоимостной оценке качественных результатов в различных сферах деятельности, и показывает важность стоимостной оценки организационных патологий для совершенствования ОСУ. Цель статьи — предложить метод стоимостной оценки организационных патологий предприятия для выявления изменений в функционировании организационной структуры управления. Метод основан на расчете неэффективных расходов — предлагаемом показателе, который представляет собой оцененные потери предприятия из-за наличия патологий. Расчет показателя основан на доработанном подходе к монетизации неэффективных результатов из методологии расчета социального возврата на инвестиции (SROI), саму же оценку потерь из-за патологий предложено осуществлять по аналогии с расчетом транзакционных издержек, т.е. определять их долю в конкретных статьях расходов предприятия. При этом допускается, что у каждого предприятия может существовать определенная величина неэффективных расходов, позволяющая ему поддерживать функционирование ОСУ и достигать своих целей. Это объясняется тем, что полностью устранить неэффективные расходы невозможно, поскольку они являются следствием проявления человеческого поведения. Поэтому принятие решения о необходимости изменить ОСУ осуществляется путем отслеживания динамики неэффективных расходов и их доли в себестоимости: рост или снижение этих двух показателей становится сигналом необходимости изменений. В рамках дальнейшего исследования планируется усовершенствовать подход к оценке функциональности ОСУ, дополнив оценку организационных патологий анализом внешнего окружения предприятий, чтобы учесть внешнее влияние на предприятие, являющееся открытой системой.

Ключевые слова: организационные патологии, стоимостная оценка, неэффективные расходы, организационная структура управления, поведенческие особенности, человекоцентричный подход, альтернативные издержки, транзакционные издержки, социальный возврат на инвестиции

Для цитирования: Качалкина К.Г. Стоимостная оценка организационных патологий предприятия // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 113–127. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15608>



COST ESTIMATION OF ENTERPRISE' ORGANIZATIONAL PATHOLOGIES

K.G. Kachalkina 

Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation

 kkachalkina@gmail.com

Abstract. In modern conditions, changes in organizational management structures must be frequent, and the need for changes is growing. There is a renewed research interest in human behavior as a significant factor to be considered when managing an organization. In this context, the theory of organizational pathologies – violations in the functioning of organizations, occurring mainly due to the behavioral characteristics of employees – could receive a new application. Analysis of publications showed that there are practically no studies describing approaches and methods for cost estimation of organizational pathologies. Although there are works on expert assessment of the pathologies' presence in the enterprise in general. Probably, this is because the results of the pathologies' manifestation are mainly qualitative, not quantitative, making their estimation rather complex. The article includes an overview of context of functioning of modern organizational management structures, addresses approaches to the qualitative results' cost estimation in various fields of activity. The research shows the importance of organizational pathologies estimation for improving organizational management structures. The article's aim is to propose a method of organizational pathologies' cost estimation that would help to identify the changes in the organizational management structures' functionality. A new indicator of inefficient costs is proposed. The inefficient costs are the estimated losses of the enterprise due to the presence of pathologies. The calculation of the indicator is similar to monetization of non-monetary (qualitative) results taken from the methodology of the social return on investment calculation (SROI). The losses due to pathologies are assessed similar to transaction costs calculation, which includes determination of their share in the specific expenses of the enterprise. At the same time, it is assumed that each enterprise may have a certain amount of inefficient costs, allowing it to maintain sufficient functionality and achieve its goals. Since the inefficient costs are the result of human behavior it is impossible to eliminate them. Therefore, the decision whether to change the organizational structure of management or not is made by tracking the dynamics of inefficient costs and their share in the cost price. The growth or the decrease in these two indicators is a signal of the need for said change. As part of the further study, it is planned to improve the approach to assessing the organizational structure of management functionality by adding the analysis of external environment of enterprises. That would allow assessing both internal and external factors considering the enterprise an open system.

Keywords: organizational pathologies, cost estimation, inefficient costs, organizational structure of management, human behavior, human-centered approach, opportunity costs, transactional costs, social return on investment (sroi)

Citation: K.G. Kachalkina, Cost estimation of enterprise' organizational pathologies, *П-Еconomy*, 15 (6) (2022) 113–127. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15608>

Введение

Актуальность исследования

Вопрос организации управления и упорядочивания организационной структуры на предприятиях не теряет свою актуальность с момента возникновения первых организаций. Как строить эффективные организационные структуры управления (ОСУ), как часто их менять, чтобы обеспечить устойчивость и адаптивность, какие факторы учитывать – лишь часть вопросов, поднимаемых при организационном проектировании и развитии. Отметим, что под ОСУ в настоящей статье будем понимать не только организационную схему, отображающую организационные еди-



ницы и связи между ними, но и архитектуру принятия решений — сложившиеся управленческие отношения руководства-подчинения, которые фиксируются в процессах управления.

В настоящее время существует множество разнонаправленных школ и подходов к организационному развитию и построению ОСУ. Все больший исследовательский интерес проявляется к подходам, учитывающим поведенческие особенности работников [1]. Возрождая принципы школы человеческих отношений, развиваются человекоцентричное управление, поведенческий подход к менеджменту и иные теории и практики, концентрирующие внимание на поведении человека в организации как основном факторе проектирования и развития организации.

В этих условиях новое применение может получить теория организационных патологий, рассматривающая устойчивые нарушения в функционировании организаций, т.е. их способности корректно выполнять свое предназначение. В настоящем исследовании под организационной патологией понимается управленческое воздействие руководителя и/или сложившиеся управленческие отношения внутри организации, не позволяющие достигать ее целей, и происходящие из-за поведенческих особенностей членов организации. Это определение схоже с тем, что дает А.И. Пригожин [2], но уточняет его через поведенческие аспекты. Интерес к организационным патологиям со стороны теоретиков и практиков управления отражается в наличии разнообразных классификаций патологий, разработанных опросников для их идентификации, и теоретическим рассуждениям об их негативном влиянии. Изучение патологий с учетом их поведенческой природы может привести к созданию новых инструментов, повышающих качество функционирования организаций через устранение нарушений, находящих отражение в ОСУ. Но практические шаги — оценка патологий, их взаимосвязь с функционированием и управлением предприятием, методы принятия решений о том, как учесть патологии при управлении, — проработаны недостаточно. Это говорит об актуальности дальнейших исследований в области организационных патологий.

Литературный обзор

В русскоязычной литературе при изучении организационных патологий чаще всего ссылаются на работы А. И. Пригожина. Он представил описание и дал классификацию патологий, основанную на результатах своего многолетнего опыта управленческого консультирования. При этом Аркадий Пригожин отказался от установления «нормы»: «... универсальных норм построения, функционирования и развития организаций как таковых, без скидок на условия, технологии и право, не существует. Так что прощаемся с медициной» [2]. Вместо этого, «нормальное» состоянии организации — ее уникальное построение, позволяющее достигать свои цели, а патология по Пригожину — причина устойчивого недостижения целей. В дальнейших своих работах Аркадий Ильич продолжает исследования в этой области, и, хотя он явно не называет причинами всех патологий поведенческие особенности, все же отмечает, что патологии носят социальный характер, и личностные особенности могут усугубить состояние предприятий. Автор данной статьи принимает указанные положения Пригожина как базовые при рассмотрении патологий в дальнейшем.

Несмотря на многолетние исследования Аркадия Пригожина в этой области, из инструментов работы с патологиями он предлагает только опросник для самодиагностики, что оставляет поле возможностей для развития этой темы. Патологии также изучали И.К. Адизес [3], С.В. Комаров и С.И. Кордон [4], Г.В. Широкова [5]. Хотя сам факт существования и негативного влияния патологий признается, в указанных работах практический инструментарий работы с ними также проработан недостаточно. Это также критикуют А.Ю. Стецюк [6], А.В. Русаков [7] в своих публикациях по данной теме.

Схожая с организационной патологией концепция «патологий менеджмента» представлена в работах А.Н. Цветкова [8], Е.Ю. Плешаковой [9], А.А. Борейшо [10]. Эта научная группа в настоящий момент активно изучает патологии, исследует источники возникновения и последствия их проявления. В одной из их совместных публикаций также представлена усовершенствованная по

сравнению с опросником А.И. Пригожина методика идентификации патологий на предприятии [11]. Новый опросник содержит варианты ответов, каждому варианту назначен балл. Сумма баллов равна уровню патологичности предприятия.

Ближе всего к решению проблемы, обозначенной в настоящем исследовании, подошел А.А. Харченко [12]. Он рассматривает взаимосвязь организационных патологий и ОСУ и предлагает встроить оценку патологий в оценку эффективности управления, рассчитав интегральный показатель эффективности управления.

Тем не менее, предложенные и Андреем Харченко, и Еленой Плешаковой с соавторами показатели имеют недостаток: невозможность сопоставления с другими показателями деятельности предприятия, выраженным в стоимостном выражении. Балловые и интегральные показатели часто критикуются именно из-за отсутствия наглядности для лиц, принимающих решения, привыкшим оперировать денежными показателями.

В зарубежной литературе организационные патологии также являются предметом исследовательского интереса. Сущность организационных патологий достаточно полно раскрыта у Samuel Y. [13], который также предложил и модель «предсказания ошибок», позволяющую предвидеть возникновение кризисных ситуаций. M. Allende et al [14] рассматривают организационные патологии в контексте обеспечения устойчивости организаций и предлагают свою форму опроса для идентификации индикаторов устойчивости. M. Kets de Vries и D. Miller исследовали взаимосвязь поведенческих особенностей руководителей и организационных патологий [15], считая именно человеческий фактор причиной кризисов. M. Kets de Vries в целом отстаивает подход, в котором патологии — результат неверного поведения лидеров организаций. N. Faghih et al проводят аналогию между организацией и человеческим организмом и тем самым предлагают альтернативный подход к классификации, идентификации и «лечению» патологий организаций [16]. P. Cardoso и A. Espinosa предлагают использовать комбинацию модели системной конкурентоспособности (viable system model) и анализа социальных сетей (social network analysis) для идентификации организационных патологий, совершенствуя простые опросные методы выявления патологий [17].

Обзор публикаций по теме показал следующее: большинство исследований направлены на идентификацию патологий, а те, что оценивают влияние, делают это в балловых показателях, не привязанных к показателям деятельности предприятий. Формализованные механизмы стоимостной оценки влияния патологий на ОСУ пока недостаточно раскрыты. По мнению автора, это является слабым местом теории организационных патологий: опросные методы (само)диагностики наличия патологий на предприятии можно дополнить стоимостной оценкой патологий. Тем самым может быть расширен подход к оценке эффективности предприятия в целом.

Цель исследования

Цель настоящего исследования — предложить метод стоимостной оценки организационных патологий предприятия для выявления изменений в функционировании организационной структуры управления.

Задачи исследования:

- 1) рассмотреть контекст функционирования современных ОСУ;
- 2) рассмотреть подходы к стоимостной оценке качественных результатов в различных сферах деятельности;
- 3) разработать метод стоимостной оценки организационных патологий, основанный на предлагаемом показателе неэффективных расходов, и определить порядок его расчета;
- 4) проиллюстрировать на примерах интерпретацию результатов оценки неэффективных расходов.

Объектом исследования является ОСУ как совокупность организационной схемы предприятия и сформировавшейся архитектуры принятия решений. Предмет исследования — проявление и оценка организационных патологий, возникающих в процессе функционирования ОСУ.



Методы и материалы

Для решения первой и второй задач исследования проведен анализ публикаций российских и зарубежных авторов, исследующих организационные патологии в контексте их взаимосвязи с проектированием и функционированием ОСУ. При решении третьей задачи использованы методы анализа и синтеза теорий трансакционных и альтернативных издержек, метода монетизации неденежных выгод, метод аналогий применен при разработке метода расчета неэффективных расходов, вызванных организационными патологиями. Для решения четвертой задачи использован метод опроса, опрошены руководители трех предприятий.

Результаты и обсуждение

Контекст функционирования современных ОСУ

С течением времени представления о том, как управлять предприятием, менялись, возникали новые школы управления, типы ОСУ. При этом изменения в обществе все ускоряются. Так, консалтинговые компании McKinsey и EY проводили исследования о том, как часто компании меняют свои ОСУ и насколько успешны перемены [18, 19]. В среднем, компании корректируют ОСУ раз в 2–3 года. Исследование от 2014 года показало, что примерно 80% организационных изменений не достигли поставленных целей, а в исследовании 2020 года эта цифра выросла уже до 90%. Пандемия COVID-19 задала свои условия для структур и принципов управления, а последовавшие за ней новые геополитические условия вновь требуют изменений. Можно говорить, что создать и зафиксировать ОСУ, которая даст конкурентоспособность на 3–5 лет, как это было 20–30 лет назад, становится практически невозможно [20]. Успешная ОСУ теперь обязательно должна быть гибкой и адаптивной, позволяющей не затрачивать время и деньги на ее трансформацию в случае очередных перемен.

В этих условиях получает признание идея, что человек — как работник и как руководитель — должны быть в фокусе внимания при построении организации. Вне зависимости от того, как быстро и кардинально меняются при этом такие факторы построения ОСУ, как технологии, ресурсы, размеры предприятия и рынки. Эта определенная стабильность человеческого поведения как фактора проектирования стимулирует новый этап развития человекоцентричного подхода к построению ОСУ и управлению в целом. Так, об этом пишет А.В. Тебекин [21], а Г.М. Галуцкий называет это началом «антропонимики» [1]. Особенности восприятия человекоцентричного подхода в российских компаниях раскрываются в работах В.А. Штроо [22], который отмечает некоторое сомнение в признании подхода в России, но полагает, что ряд принципов все-таки может укорениться.

Таким образом, во-первых, в современном контексте трансформация ОСУ становится едва ли не задачей операционного менеджмента. А во-вторых, особенности человеческого поведения рассматриваются как фактор, прямо влияющий на качество управления. Следовательно, процесс функционирования и развития ОСУ должен теперь учитывать те преимущества и угрозы, которые человеческий фактор может внести в этот процесс. В этой связи организационные патологии вновь становятся одним из перспективных направлений исследований, поскольку напрямую связаны с качеством функционирования предприятия и отражают преимущественно поведенческие причины его изменения.

Подходы к стоимостной оценке качественных результатов в различных сферах деятельности

В теории и практике управления организационные патологии часто рассматриваются как причины преждевременной «смерти» предприятий на разных этапах жизненного цикла (Русаков [7], Н.И. Ануфриева [23]). В этой связи, как уже было обозначено в литературном обзоре, остается неотвеченным вопрос: «Мы выявили наличие патологий, но насколько это критично и что делать с ОСУ дальше?». Очевидно, что следует измерить патологии. И привязка к стоимостному показателю снизит абстрактность оценки, поскольку позволит сопоставлять полученную величину с

себестоимостью или выручкой. Это сделает оценку более понятной для лиц, принимающих решения. Однако, как оценить то, что по факту, не имеет количественного результата?

П.А. Новгородов [24] в своей публикации предлагает подход к оценке качественного результата деятельности, под которым предлагает понимать «некоторое полезное достижение, не имеющее материального воплощения». Результаты наличия патологий — это скорее негативные последствия. Однако они носят качественный характер, а потому могут быть оценены аналогично «полезным достижениям». Павел Новгородов предлагает использовать для этого нормативный подход.

Другим примером оценки результатов, не имеющих материального воплощения, являются подходы к оценке эффективности инвестирования в проекты корпоративной социальной ответственности или НКО. Результаты экологических и/или социальных проектов не имеют прямой рыночной стоимости, но явно оказывают влияние на благополучателей проекта. Для того, чтобы измерить это влияние, разработан метод монетизации неденежных выгод. Он позволяет оценить стоимость событий или явлений, не имеющих рыночной стоимости, а также изменений в жизни благополучателей социального проекта. Сам подход к монетизации представлен в руководстве по оценке социального возврата на инвестиции (social return on investment, SROI) [25].

Оба подхода схожи по своей сути и этапам оценки. И если можно измерить в денежном выражении позитивное влияние неких явлений или позитивные качественные результаты проектов, то можно оценить и негативные, в том числе от организационных патологий. Предполагая, что негативные последствия организационных патологий в первую очередь будут проявляться в росте затрат, необходимо определить, какого вида будут потери предприятия из-за наличия патологий, в каких затратах они могут проявиться и как их измерить.

В ходе исследования предположено, что вид затрат от патологий может быть схож с альтернативными издержками. Последние представляют собой упущенную выгоду, возникающую, если имеется несколько доступных вариантов управленческих решений, каждое из которых приводит к разной величине выгоды (прибыли, экономии затрат и т.п.). При этом, чем меньше упущенная выгода, тем эффективнее принятое решение. Если предположить, что наличие организационных патологий приводит к росту расходов на оказание управленческих воздействий, то минимизация таких расходов будет означать рост экономической эффективности (при условии, что доходы остаются неизменными). Однако эта аналогия не позволяет понять, как измерить потери.

Для решения этого вопроса предложено обратиться к категории транзакционных издержек из неоинституциональной экономической теории [26]. Эти издержки тоже косвенно связаны с поведенческими особенностями, в первую очередь ограниченной рациональностью и проявлением оппортунизма. Применяв метод аналогий, можно провести оценку потерь от патологий аналогично подсчету транзакционных издержек. Для их подсчета из бухгалтерской отчетности путем дополнительного анализа источников затрат вычленяются расходы, затраченные на сопровождение сделок и понесенные из-за оппортунизма сотрудников. Эти расходы, хоть и неявные, включаются в отчетность предприятия в разных статьях, в зависимости от учетной политики предприятия. Но они имеются в любом случае, и увеличивают общую себестоимость. По схожей логике негативные последствия патологий будут приводить к затратам материальных и временных ресурсов, что увеличит расходы предприятия, хотя в явном виде это нельзя будет сразу увидеть в статьях затрат.

Таким образом, рассмотрены два подхода к стоимостной оценке позитивных качественных результатов, схожие по своей сути и этапам расчета. Можно расширить область их применения для оценки негативного, часто не измеримого напрямую, качественного результата (последствий).

Для этого предложен новый метод стоимостной оценки организационных патологий, основанный на использовании предлагаемого показателя неэффективных расходов. Поскольку принято, что невозможно и не нужно устанавливать некую норму при работе с организационными

патологиями, то решено опираться на методологию расчета SROI в части монетизации. Этапы предлагаемого метода следующие:

- 1) определить индикатор проявления патологии, т.е. сигнала наличия патологии на предприятии;
- 2) определить финансовые эквиваленты (статьи расходов), через которые можно оценить патологию;
- 3) составить формулы и рассчитать величину потерь.

При этом этапы 2 и 3 – реализовать по аналогии с оценкой транзакционных издержек в силу их схожей природы с потерями, возникающими из-за организационных патологий. Величину потерь можно принять как предлагаемый показатель, названный неэффективными расходами.

Неэффективные расходы, вызванные организационными патологиями

Неэффективные расходы – это выраженные в стоимостном эквиваленте потери предприятия (упущенная прибыль), возникающие при невыполнении управленческой функции, на которую они относятся, и не вызывающие положительные качественные или количественные изменения в производстве и управлении [27]. Их следует отличать от потерь из-за риска и альтернативных издержек принятия решений, отличия от которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Различия между неэффективными расходами, потерями из-за риска и альтернативными издержками принятия решений
Table 1. Differences between inefficient costs, risk wastage, and decision opportunity cost

Характеристика затрат	Неэффективные расходы	Потери из-за риска	Альтернативные издержки принятия решений
Место в расходах предприятия	Входят в состав административных, управленческих, общехозяйственных и общепроизводственных расходов	Относятся на бюджет проекта, риск которого оценивается	Не включены в расходы предприятия
Возможность управления	Есть, но никогда не станут равны нулю	Есть, можно избежать полностью	Отсутствует
Способы управления	Через совершенствование ОСУ, устранение ошибок в управленческих воздействиях и коммуникациях	Через инструменты проектного риск-менеджмента	Будут всегда, когда есть разные варианты решений

Источник: составлено автором

Таким образом, неэффективные расходы – это потери, которых не будет, если удастся устранить все патологии. Но поскольку патологии в большинстве своем – результат человеческого поведения, вряд ли когда-то сотрудники предприятия станут максимально рациональными и исключат все ошибки, влияние эмоций и особенностей характера. В то же время неэффективные расходы следует стараться приводить к минимуму, ведь они завышают расходы на функционирование системы управления, не приводя к каким-либо полезным результатам. Минимизация неэффективных расходов – это своего рода резерв повышения экономической эффективности предприятия.

Расчет неэффективных расходов предлагается осуществлять поэтапно как в методологии расчета SROI:

1. На основе предложенных индикаторов, позволяющих заметить проявление патологии на предприятии, субъект оценки определяет те патологии, что имеют место быть (список патологий составлен на основе классификации А.И. Пригожина).

2. Далее субъект оценки подбирает финансовые эквиваленты, через которые можно оценить в стоимостном выражении влияние проявляющихся патологий (на основе методологии монетизации как при расчете SROI), и составляются формулы расчета величины потерь на основе финансовых эквивалентов.

3. Рассчитывается величина неэффективных расходов за текущий период (и прошлый, если до этого оценка не проводилась), определяется доля неэффективных расходов в себестоимости, анализируется динамика этих показателей. Именно динамика доли неэффективных расходов в себестоимости выбрана критерием, позволяющим оценить уровень патологичности. Соглашаясь с А. И. Пригожиным в мнении, что установить универсальную норму при оценке патологий невозможно, динамический показатель позволяет задавать свой «нормальный» уровень патологичности для каждого предприятия, учитывая его сложившиеся особенности управления, масштаб бизнеса, размер штата, уровень доходов и расходов.

4. Далее проводится оценка доли неэффективных расходов в себестоимости предприятия и рассчитывается ее темп прироста. Темп прироста доли – критерий того, что влияние организационных патологий усиливается либо снижается с каждым годом.

5. Затем оценивается темп прироста неэффективных расходов. Темп прироста (положительный или отрицательный) является показателем эффективности мероприятий по совершенствованию управления. При этом значение темпа прироста неэффективных расходов выше среднего темпа инфляции (И) за 10 лет сигнализирует, что организационные патологии – не основная причина недостаточной функциональности ОСУ.

Рассчитывать неэффективные расходы следует для всего предприятия, а не его отдельных организационных единиц. Периодом сравнения предпочтительно выбрать год, но при проведении интенсивных мероприятий по совершенствованию ОСУ можно сократить его до полугода. Рост неэффективных расходов в таком случае покажет усиление влияния патологий и необходимости применения мер по их нивелированию. Для интерпретации результатов монетизации составлена табл. 2.

Таблица 2. Интерпретация результатов оценки неэффективных расходов
Table 2. Interpreting the results of assessing inefficient spending

Вариант	Отношение $T_{\text{пр}} \text{ неэффект.расходов к } И^*$	Динамика $T_{\text{пр}} \text{ доли неэффект.расходов}$	Влияние патологий
1	$0 < И < T_{\text{пр}} \text{ неэффект.расходов}$	Рост или падение	Растет
2	$T_{\text{пр}} \text{ неэффект.расходов} \leq 0 \leq И$	Рост	
3	$0 < T_{\text{пр}} \text{ неэффект.расходов} \leq И$	Рост или падение	Падает
4	$T_{\text{пр}} \text{ неэффект.расходов} \leq 0 \leq И$	Падение	
И – инфляция; $T_{\text{пр}}$ – Темп прироста; $T_{\text{пр} \text{ доли}}$ – Темп прироста доли			

Источник: составлено автором

Отметим, что предлагаемый метод даст более точные результаты на небольших предприятиях до 250 человек (в больших предприятиях информация будет чересчур обобщена из-за большого объема данных). И хотя сами шаги сбора и обработки информации остаются одинаковыми, существует две особенности оценки для самостоятельных предприятий малого и среднего бизнеса



(МСБ) и в небольших дочерних обществах (ДО), входящих в Группу предприятий, например, в нефтегазовой, горнодобывающей отраслях. Уточним, кто и как будет проводить сбор и обработку этой нужной информации.

Во-первых, выбор субъекта сбора и обработки информации будет зависеть от степени информированности о деятельности предприятия. Часто в МСБ оценку сможет выполнить только собственник/руководитель, либо его ближайшие помощники/заместители поскольку другие сотрудники в силу разных причин не имеют доступа к данным бухгалтерской отчетности. В ДО же можно привлечь большой круг респондентов, т.к. крупные группы компаний преимущественно раскрывают данные в свободном доступе, и можно собрать рабочую группу оценки.

Во-вторых, индикаторы с финансовыми эквивалентами и формулами их расчета из-за особенностей учетной политики будут тоже различаться. ДО ведут учет значительно большего числа показателей, среди которых не только финансовые показатели, но и затраты времени на выполнение ряда процедур, количество страниц в регламентирующих документах и т.п. Их учетная политика достаточно формализована, а потому можно подобрать наиболее релевантные индикаторы и финансовые эквиваленты и оценить организационные патологии с большей точностью. Тогда как у МСБ как правило собираются и анализируются данные, только прямо связанные с деятельностью предприятия или требованиями бухгалтерской отчетности.

Заметим, что и в МСБ, и в ДО индикаторы и формулы расчета рекомендуется согласовать с коллективом предприятия, включающим руководителей предприятия, менеджеров разного уровня, кадровый резерв и инициативных сотрудников. Это позволит учесть мнения разного уровня управленческой иерархии, а также получить мнения как управляющих, так и управляемых.

Еще одна особенность оценки организационных патологий в том, что их достаточно сложно разграничить между друг другом. А следовательно, и разделить при оценке их влияние может быть крайне затруднительно. Поэтому возможно использовать одинаковые финансовые эквиваленты.

В настоящей публикации автор предлагает результат оценки организационных патологий в трех предприятиях МСБ. Предприятия А, Б и В (названия скрыты для сохранения конфиденциальности данных) являются субъектами МСБ, действуют на рынке от 3 до 7 лет, занимаются производством и сбытом химической и нефтехимической продукции. Респонденты – руководители МСБ. Принимая во внимание особенность учетной политики, респонденты согласовали следующие индикаторы и финансовые эквиваленты (табл. 3).

Каждый респондент работал со своей копией табл. 3. Каждый отметил, какие патологии проявились в их организации в 2020 и 2021 гг., оценил по каждой отмеченной патологии процент от статьи расходов, который являлся, по их мнению, неэффективным. Т.е. определил дополнительную величину расходов, которой не было бы, если бы патология отсутствовала. Перемножив процент на величину статьи расходов, получил абсолютные значения. Их сумма равна общей величине неэффективных расходов.

Интерпретация результатов оценки неэффективных расходов представлена в табл. 4.

В примере, у предприятия А выросли неэффективные расходы, а себестоимость снизилась, в связи с чем доля неэффективных расходов в себестоимости выросла. Оба темпа прироста положительны и выше среднего значения инфляции, а значит, влияние патологий растет. Предприятие Б показало аналогичные результаты. Предприятие В показывает смешанную картину: абсолютная величина неэффективных расходов осталась почти неизменной, но за счет падения себестоимости, обусловленной, вероятно, производственными причинами, доля неэффективных расходов несколько увеличилась. При этом темп прироста расходов ниже средней инфляции, и, хотя темп прироста доли неэффективных расходов в себестоимости вырос, можно говорить, что это обусловлено именно снижением себестоимости, а не ростом влияния патологий. Таким образом, их влияние снижается либо остается неизменным.

Таблица 3. Форма таблицы сбора данных для стоимостной оценки организационных патологий
Table 3. Data collection table for the valuation of organizational pathologies

Организационные патологии	Индикатор наличия патологии	Статья расходов, в которой отражены неэфф.-е расходы	% от статьи расходов, полагаемый неэфф.-м
1. Патологии в строении компании			(заполняется респондентами)
1.1. Господство структуры над функцией	Рост числа управленческого персонала	Производственная себестоимость ИЛИ общезаводские затраты*	
1.2. Автаркия подразделений	Рост числа целей СП, несоответствующих глобальной общей цели предприятия		
1.3. Несовместимость личности с функцией	Некорректные, несвоевременные или ошибочные решения		
1.4. Бюрократия	Рост числа функций, регламентов, инструкций		
* Возможно выбрать одну статью расходов, руководствуясь доступной информацией			
2. Патологии в организационных отношениях			
2.1. Конфликт	Рост затрат, вызванный необходимостью разрешения конфликта	Оплата труда административно-управляющего персонала с учетом отчислений	
2.2. Неуправляемость	Снижение случаев прямой коммуникации между СП		
2.3. Бессубъектность	Снижение трудовой дисциплины		
2.4. Преобладание личных отношений над служебными	Затраты времени на личные цели. Снижение качества решений		
2.5. Рассеивание целей	Рост числа целей СП, несоответствующих глобальной общей цели предприятия		
2.6. Клика	Рост затрат, вызванных использованием ресурсов организации в личных целях		
3. Патологии управленческих решений			
3.1. Маятниковые решения	Частота изменения полярных вариантов управленческих воздействий	Расходы, связанные подготовкой и обучением административно-управленческого персонала	
3.2. Дублирование организационного порядка	Рост непродуктивных затрат времени руководства		
3.3. Разрыв между решениями и реализацией	Рост непродуктивных затрат времени руководства		
3.4. Стагнация	Снижение качества и скорости принятия решений управленческим персоналом		
3.5. Демотивирующий стиль руководства	Снижение конкурентоспособности продукции		
3.6. Инверсия	Снижение морального духа коллектива, удовлетворенности работой		
3.7. Игнорирование организационного порядка	Снижение качества и скорости принятия решений управленческим персоналом	Расходы, связанные подготовкой и обучением основного персонала	

Источник: составлено автором

Таблица 4. Пример оценки неэффективных расходов
Table 4. Example of inefficient spending assessment

Предприятие	А		Б		В	
Год	2020	2021	2020	2021	2020	2021
	233,34	340,58	121,43	154,0	12,1	12,3
Себестоимость, тыс. руб.	1865,0	1702,04	435,65	445,78	32,45	28,45
Доля неэфф.расх. в себест.	13%	20%	28%	35%	37%	43%
Темп прироста неэфф.расх.	—	45,96%	—	26,82%	—	1,65%
Темп прироста доли неэфф.расх. в себест.	—	59,94%	—	23,94%	—	15,93%
Среднее значение инфляции за 10 лет ¹	6,58%					
Влияние организационных патологий	Растет		Растет		Падает	

Источник: составлено автором

Рост влияния патологий требует от руководителей обратить внимание те нарушения в организации и управлении, которые обозначили патологии. Однако только оценки патологий недостаточно, чтобы ответить на вторую часть поставленного ранее вопроса: «что делать с ОСУ дальше?». Степень кардинальности изменений ОСУ не может быть определена только после анализа внутренних нарушений в целедостижении, поскольку организация — открытая система. А потому следующим шагом должна стать оценка влияния внешней среды и изменений в ней.

Заключение

В рамках проведенного исследования, цель которого — предложить метод стоимостной оценки организационных патологий предприятия для выявления изменений в функционировании организационной структуры управления, получены следующие результаты.

1. Изучив контекст функционирования современных ОСУ, можно отметить две ключевые тенденции. Скорость, с которой приходит изменять ОСУ, все возрастает, а затраты на совершенствование ОСУ — растут. Вторая закономерность — это усиление фокуса на поведенческих особенностях человека в организации. Сочетание обеих тенденций приводит к гипотезе, что совершенствование ОСУ должно быть непрерывным процессом и одновременно учитывать влияние поведенческих особенностей на структуру предприятия и то, как принимаются решения. В этой связи организационные патологии вновь становятся одним из перспективных направлений исследований, поскольку напрямую связаны с качеством функционирования предприятия и отражают преимущественно поведенческие причины снижения функциональности ОСУ.

2. Рассмотрены подходы к стоимостной оценке качественных результатов в различных сферах деятельности. Существуют подходы, позволяющие оценить качественные результаты, если те носят позитивный характер. Среди них — нормативный подход и оценка социального возврата на инвестиции (social return on investment, SROI). Методология расчета SROI подходит для оценки организационных патологий, если изменить ее цель — оценивать не позитивные, а негативные последствия. Для того, чтобы выполнить последовательные шаги по определению индикаторов наличия организационных патологий на предприятии, финансовых эквивалентов и формул их расчета, предлагается опираться на подход к оценке транзакционных издержек. А именно, оценивать, какая доля расходов в той или иной статье расходов (согласно учетной политике предприятия, статьи могут различаться) предприятия, произошла по причине наличия патологий.

3. Предложен новый метод стоимостной оценки организационных патологий, включающий три этапа и основанный на использовании предлагаемого показателя неэффективных расходов.

¹ На основе данных с Уровень-инфляции.рф

Для целей оценки в качестве показателя выбраны неэффективные расходы — выраженные в стоимостном эквиваленте потери предприятия, возникающие при невыполнении управленческой функции, на которую они относятся, и не вызывающие положительные качественные или количественные изменения в производстве и управлении. Фактически неэффективные расходы показывают упущенную прибыль предприятия, которую оно может получить, если устранит все нарушения в функционировании ОСУ. Чтобы этот показатель стал индикатором таких нарушений, и учитывая невозможность введения нормы таких расходов, автор предлагает отслеживать динамику роста неэффективных расходов и их доли в себестоимости. Предложенный показатель отличается от существующих тем, что является не балловым, а стоимостным. Его расчет позволит лицам, принимающим решения, не только выявлять патологии, но и оценивать потери, которые из-за них несет предприятие. Размер этих потерь может служить обоснованием для выделения ресурсов на мероприятия по совершенствованию ОСУ.

4. На примере трех предприятий малого и среднего бизнеса проведена стоимостная оценка организационных патологий. Руководители организаций заполнили опросную форму, отметив проявляющиеся патологии, обозначив, какая доля предложенных статей расходов предприятия могла быть обусловлена этими патологиями, т.е. определили ту часть расходов, которая по сути является упущенной выгодой. Для двух из трех предприятий рост влияния патологий требует от руководителей принять меры для решения выявленных нарушений в организации и управлении. Однако, для точных рекомендаций о том, как менять ОСУ, следует провести оценку внешней среды предприятия.

Направления дальнейших исследований

Основная задача дальнейшего исследования — совершенствование подхода к оценке функциональности ОСУ предприятия. Одна лишь патологичность не может являться достаточным критерием. Принимая во внимание, что патологии характеризуют внутреннюю среду предприятия, важно дополнить показатель неэффективных расходов инструментом оценки влияния внешней среды, который совместно с оценкой патологий позволил бы принимать решения о необходимости изменения ОСУ и степени кардинальности этих изменений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Галуцкий Г.М.** Человечество на пути в XXII век: от политэкономии к антропологии // Вестник МГУКИ. 2015. №3 (65). С. 26—32.
2. **Пригожин А.И.** Методы развития организаций. М.: МЦФЭР, 2003. 863 с.: ил.
3. **Адизес И.К.** Управление жизненным циклом корпорации. Манн, Иванов и Фербер, 2017. 512 с.
4. **Комаров С.В., Кордон С.И.** Организационная патология с точки зрения социолога, менеджера и консультанта по управлению // Экономика. Социология. Менеджмент. 2000. № 1. С. 44—49.
5. **Широкова Г.В., Козырева Т.П.** Сравнительный анализ проблем на разных стадиях жизненного цикла организации // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2016. № 4. С. 54—82.
6. **Стецюк А.Ю.** Понятие управленческой патологии в организационных структурах // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 9: Исследования молодых ученых. 2005. Вып. 4. Ч. 2. С. 64—67.
7. **Русаков А.В.** Организационные патологии и их анализ через призму теории жизненных циклов организации // Оригинальные исследования. 2019. Т. 9. № 11. С. 48—107.
8. **Цветков А.Н.** Качество управления и патологии менеджмента // Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса. Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. под редакцией Е.А. Горбашко. 2017. С. 200—203.



9. Плешакова Е.Ю., Головцова И.Г. Причины возникновения патологий менеджмента в современных организациях // Теория и практика общественного развития. 2018. № 11(129). С. 70–75.
10. Борейшо А.А. Понятие патологии менеджмента: генезис и основания для идентификации // Горизонты экономики. 2021. № 4(63). С. 12–23.
11. Азими́на Е.В., Горбашко Е.В., Плешакова Е.Ю., Цветков А.Н. Методика оценки качества управления организацией // Стандарты и качество. 2018. № 2. С. 50–54.
12. Харченко А.А. Методический инструментарий диагностики организационных патологий // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2012. № 2. С. 425–433.
13. Samuel Yitzhak. Organizational Pathology: Life and Death of Organizations. Routledge, 2017. 187 p.
14. Allende M., Ruiz-Martin C., Lopez-Paredes A., Perez Rios J. Aligning Organizational Pathologies and Organizational Resilience Indicators // International Journal of Production Management and Engineering. 2017 № 5 (2) pp. 107–116. DOI: 10.4995/ijpme.2017.7423
15. Kets de Vries M.F.R., Miller D. Neurotic Style and Organizational Pathology // Strategic Management Journal. 2006. № 5 (1). pp. 35–55 DOI: 10.1002/smj.4250050104
16. Faghieh N., Bavandpour M., Forouharfar A. Biological metaphor and analogy upon organizational management research within the development of clinical organizational pathology // QScience Connect. 2016. № 4. pp 1–27. DOI: 10.5339/connect.2016.4
17. Cardoso P.P., Espinosa A. Identification of organisational pathologies: Exploration of social network analysis to support the viable system model diagnostic // Kybernetes. 2019. № 49 (1). DOI: 10.1108/K-10-2018-0557.
18. McKinsey & Company. The secrets of successful organizational redesigns: McKinsey Global Survey results. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/the-secrets-of-successful-organizational-redesigns-mckinsey-global-survey-results> (дата обращения 16.08.22)
19. Smallwood M. How organizations can create a humanized change experience. URL: https://www.ey.com/en_gl/workforce/how-organizations-can-create-a-humanized-change-experience. (дата обращения 16.08.22)
20. Качалкина К.Г., Котов Д.В. Совершенствование системы управления предприятием в условиях ускоряющегося развития макроэкономических систем // Стратегии бизнеса. 2021. Том 9. № 4. DOI: 10.17747/2311-7184-2021-4-110-113
21. Тебекин А.В., Тебекин П.А., Тебекина А.А. Концепция поведенческого подхода к управлению как базовая основа для развития менеджмента в 1960-е годы и ее значение для развития современных методов управления // Журнал исследований по управлению. 2018. Т. 4. № 10. С. 30–39.
22. Штроо В.А. Человекоцентрированный подход и практика управления персоналом в российских организациях // Организационная психология. 2016. Т. 6. № 3. С. 91–104.
23. Ануфриева Н.И. Патология организации // Всероссийский экономический журнал ЭКО. 2006. № 12 (390). С. 160–174.
24. Новгородов П.А. Оценка стоимости качественных результатов деятельности: нормативный подход // Вестник самарского государственного экономического университета. 2019. № 7 (177). С. 50–60
25. Руководство по оценке социального возврата на инвестиции (SROI). URL: https://static1.squarespace.com/static/60dc51e3c58aef413ae5c975/t/60f7fbd7dea8142cbc2d07f9/1626864600860/Guide+to+SROI+_+Russian.pdf (дата обращения 16.08.22)
26. Панова А.А. Теория транзакционных издержек: логика возникновения и развития // Экономическая политика. 2018. Том 13. № 4. С. 90–107. DOI: 10.18288/1994-5124-2018-4-05
27. Качалкина К.Г. Расчет неэффективных расходов для оценки влияния организационных патологий // Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов». Москва, 15 августа 2022 г. С. 525–532. DOI: 10.34755/IROK.2022.18.20.086

REFERENCES

1. G.M. Galutskiy, Humanity is on the way to the XXII century: from political economy to anthropology // The bulletin of Moscow state university of culture and arts. 2015. № 3 (65). pp. 26–32.

2. **A.I. Prigozhin**, Metody razvitiya organizatsiy [Organization development methods]. M.: MCFER, 2003. 863 s.: il. (rus)
3. **I.K. Adizes**, Managing Corporate Lifecycles. Mann, Ivanov, Ferber, 2017. p. 512. (rus)
4. **S.V. Komarov, S.I. Kordon**, Organizatsionnaya patologiya s tochki zreniya sotsiologa, menedzhera i konsultanta po upravleniyu [Organizational pathology from the point of view of a sociologist, manager and management consultant] // Economics. Sociology. Management. 2000. № 1. pp. 44–49. (rus)
5. **G.V. Shirokova, T.P. Kozyreva**, Sravnitelnyy analiz problem na raznykh stadiyakh zhiznennogo tsikla organizatsii [Comparative analysis of problems at different stages of the organization's life cycle] // Vestnik of Saint Petersburg University. Management. 2016. № 4. pp. 54–82. (rus)
6. **A.Yu. Stetsyuk**, Ponyatiye upravlencheskoy patologii v organizatsionnykh strukturakh [The concept of managerial pathology in organizational structures] // Science Journal of VolSU. Young researcher's work. 2005. Vol. 4. Part 2. pp. 64–67. (rus)
7. **A.V. Rusakov**, Organizational pathologies and their analysis through the prism of corporate life cycle theory // Original'nye issledovaniya. 2019. Vol. 9. № 11. pp. 48–107. (rus)
8. **A.N. Tsvetkov**, Management quality and management pathologies // National quality concepts: integration of education, science and business. Collection of materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. edited by E.A. Gorbashko. 2017. pp. 200–203. (rus)
9. **Ye.Yu. Pleshakova, I.G. Golovtsova**, The causes of management pathologies in modern organizations // Theory and practice of social development. 2018. № 11 (129). C. 70–75. (rus)
10. **A.A. Boreysho**, The concept of pathology of management: genesis and basis for identification // Gorizonty ekonomiki. 2021. № 4 (63). pp. 12–23. (rus)
11. **Ye.V. Azimina, Ye.V. Gorbashko, Ye.Yu. Pleshakova, A.N. Tsvetkov**, Methodology of evaluating the quality of management of the organization // Standards and Quality. 2018. № 2. pp. 50–54. (rus)
12. **A.A. Harchenko**, Metodicheskij instrumentarij diagnostiki organizacionnyh patologij [Methodical tools for diagnosing organizational pathologies] // Risk: Resources, Information, Supply, Competition. 2012. № 2. pp. 425–433. (rus)
13. **Samuel Yitzhak**, Organizational Pathology: Life and Death of Organizations. Routledge, 2017. 187 p.
14. **M. Allende, C. Ruiz-Martin, A. Lopez-Paredes, J. Perez Rios**, Aligning Organizational Pathologies and Organizational Resilience Indicators // International Journal of Production Management and Engineering. 2017 № 5 (2) pp. 107–116. DOI: 10.4995/ijpme.2017.7423
15. **M.F.R. Kets de Vries, D. Miller**, Neurotic Style and Organizational Pathology // Strategic Management Journal. 2006. № 5 (1). pp. 35–55 DOI: 10.1002/smj.4250050104
16. **N. Faghih, M. Bavandpour, A. Forouharfar**, Biological metaphor and analogy upon organizational management research within the development of clinical organizational pathology // QScience Connect. 2016. № 4. pp 1–27. DOI: 10.5339/connect.2016.4
17. **P.P. Cardoso, A. Espinosa**, Identification of organisational pathologies: Exploration of social network analysis to support the viable system model diagnostic // Kybernetes. 2019. № 49 (1). DOI: 10.1108/K-10-2018-0557
18. McKinsey & Company. The secrets of successful organizational redesigns: McKinsey Global Survey results. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/the-secrets-of-successful-organizational-redesigns-mckinsey-global-survey-results> (data obrashcheniya 16.08.22)
19. **M. Smallwood**, How organizations can create a humanized change experience. URL: https://www.ey.com/en_gl/workforce/how-organizations-can-create-a-humanized-change-experience. (data obrashcheniya 16.08.22)
20. **K.G. Kachalkina, D.V. Kotov**, Development of the enterprise management system in the conditions of macroeconomic systems accelerating development // Business Strategies. 2021. Vol. 9. № 4. DOI: 10.17747/2311-7184-2021-4-110-113
21. **A.V. Tebekin, P.A. Tebekin, A.A. Tebekina**, The concept of behavioural approach to management as a basic basis for development of management in the 1960th years and its value for development of modern methods of management // Journal of management studies. 2018. Vol. 4. № 10. pp. 30–39. (rus)
22. **V.A. Shtroo**, Person-centered approach and human resource management in Russian organizations // Organizational psychology. 2016. Vol. 6. № 3. pp. 91–104.
23. **N.I. Anufriyeva**, Patologiya organizatsii [Organizational pathology] // ECO Journal. 2006. № 12 (390). pp. 160–174. (rus)



24. **P.A. Novogorodov**, Cost estimation of qualitative results of activity: a normative approach // Vestnik of Samara State University of Economics. 2019. № 7 (177). pp. 50–60. (rus)
25. Evaluation of Social Return on Investment. URL: https://static1.squarespace.com/static/60dc51e3c58aef413ae5c975/t/60f7fbd7dea8142cbc2d07f9/1626864600860/Guide+to+SROI+_+Russian.pdf (accessed August 16, 2022) (rus)
26. **A.A. Panova**, Transaction Cost Theory: Origin and Development // Economic policy. 2018. Vol. 13. № 4. pp. 90–107. DOI: 10.18288/1994-5124-2018-4-05 (rus)
27. **K.G. Kachalkina**, Calculation of inefficient costs to assess the impact of organizational pathologies // Collection of materials of the XIII International scientific-practical conference "Actual problems of science and education in the face of modern challenges". Moscow, August 15, 2022. Pp. 525–532. DOI: 10.34755/IROK.2022.18.20.086. (rus)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

КАЧАЛКИНА Кристина Геннадиевна

E-mail: kkachalkina@gmail.com

Kristina G. KACHALKINA

E-mail: kkachalkina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8280-9764>

Поступила: 31.08.2022; Одобрена: 10.11.2022; Принята: 10.11.2022.

Submitted: 31.08.2022; Approved: 10.11.2022; Accepted: 10.11.2022.

Экономико-математические методы и модели Economic & mathematical methods and models

Научная статья

УДК 338.2; 004.9

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15609>



МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

В.А. Боровкова¹ , **И.Н. Люкевич¹**, **Н.И. Акылбекова²**

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

² Международная академия управления, права, финансов и бизнеса,
г. Бишкек, Кыргызская Республика

 borovkova_valeri@mail.ru

Аннотация. В связи с широким внедрением риск-ориентированного подхода ведения бизнеса эффективная организация и управление процессами цифровизации риск-менеджмента имеет важное научное и практическое значение. Одной из приоритетных задач становится поиск эффективных цифровых инструментов риск-менеджмента, их оценка и оптимизация выбора. Цель статьи заключается в исследовании вопросов трансформации инструментов риск-менеджмента и разработке методики оценки целесообразности внедрения на предприятиях программного обеспечения в сфере риск-менеджмента. В исследовании применялись методы системного, факторного и сравнительного анализа; структурный, исторический и логический подходы; методы экспертных оценок, моделирование. В статье уточнено понятие «цифровизация риск-менеджмента», определены ключевые подходы к цифровой трансформации риск-менеджмента, выявлены ее основные тренды и преимущества, установлены основные предпосылки активной цифровизации риск-менеджмента. Выявлены основные факторы позитивного и негативного влияния цифровизации риск-менеджмента, основные проблемы внедрения специального программного обеспечения. Представлена авторская классификация ключевых цифровых решений в сфере риск-менеджмента. Рассмотрены основные рейтинги программ в сфере риск-менеджмента. Предложено включить в систему рейтинговой оценки программного обеспечения риск-менеджмента параметры «стоимость, архитектура, интеграция, функции, пользователи, возможности социального взаимодействия и безопасность». Проведенные исследования позволили подтвердить гипотезу, что результативность внедрения программного обеспечения зависит не только от характеристик самих программ, но и от степени готовности предприятия (с точки зрения требований внутренней и внешней среды) к их внедрению. В итоге мы получили методику оценки целесообразности внедрения программ риск-менеджмента (IRM решения), основанную на оценке самого программного обеспечения, оценке готовности организации к его внедрению, учете факторов внешней среды. Данный подход позволяет всесторонне исследовать возможности успешного внедрения программного обеспечения риск-менеджмента, ускорить и повысить эффективность процесса принятия решений по выбору необходимого программного обеспечения, выявить направления совершенствования системы управления рисками, а также открыть пути устойчивого роста потенциала предприятия. Исследования вносят вклад в развитие как теории и практики риск-менеджмента, так и в развитие системы оценки цифровой трансформации организаций.

Ключевые слова: риск; риск-менеджмент; инструменты; цифровая трансформация; программное обеспечение; оценка; возможности; сбалансированность; целесообразность; устойчивое развитие

Для цитирования: Боровкова В.А., Люкевич И.Н., Акылбекова Н.И. Методика оценки целесообразности внедрения на предприятиях программного обеспечения риск-менеджмента // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 128–145. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15609>



METHODOLOGY FOR ASSESSING THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING RISK MANAGEMENT SOFTWARE AT ENTERPRISES

V.A. Borovkova¹ , I.N. Lyukevich¹, N.I. Akylbekova²

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

² International Academy of Management, Law, Finance and Business,
Bishkek, Kyrgyz Republic

 borovkova_valeri@mail.ru

Abstract. Due to the widespread introduction of a risk-based approach to doing business, effective organization and control of risk management digitalization processes is of great scientific and practical importance. One of the priority tasks is the search for effective digital risk management tools, their evaluation and optimization of choice. The purpose of the article is to study the issues of transformation of risk management tools and to develop methodology for assessing the feasibility of implementing risk management software at enterprises. The study used methods of system, factor and comparative analysis; structural, historical and logical approaches; methods of expert assessments, modeling. The article clarifies the concept of "digitalization of risk management", identifies key approaches to the digital transformation of risk management, identifies its main trends and advantages, and establishes the basic prerequisites for the active digitalization of risk management. The main factors of the positive and negative impact of digitalization of risk management, the main problems of the introduction of special software are identified. The author's classification of key digital solutions in the field of risk management is presented. The main ratings of programs in the field of risk management are considered. It is proposed to include the parameters "cost, architecture, integration, functions, users, opportunities for social interaction and security" in the risk management software rating system. The conducted research allowed us to confirm the hypothesis that the effectiveness of software implementation depends not only on the characteristics of the programs themselves, but also on the degree of readiness of the enterprise (in terms of the requirements of the internal and external environment) for their implementation. As a result, we received a methodology for assessing the feasibility of implementing risk management programs (IRM solutions), based on an assessment of the software itself, an assessment of the organization's readiness for implementation, and consideration of environmental factors. This approach allows us to comprehensively explore the possibilities of successful implementation of risk management software, accelerate and improve the efficiency of the decision-making process for choosing the necessary software, identify areas for improving the risk management system, as well as open up ways to sustainably increase the potential of the enterprise. The research contributes to the development of both the theory and practice of risk management, and to the development of a system for assessing the digital transformation of organizations.

Keywords: risk; risk management; tools; digital transformation; software; assessment; opportunities; balance; feasibility, sustainable development

Citation: V.A. Borovkova, I.N. Lyukevich, N.I. Akylbekova, Methodology for assessing the feasibility of implementing risk management software at enterprises, *П-Economy*, 15 (6) (2022) 128–145. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15609>

Введение

Методы и концепции риск-менеджмента находятся в постоянном развитии, в процессе непрерывной разработки и проверки временем. Они неизменно модернизируются, адаптируются и трансформируются в соответствии с развитием цивилизации. Это находит свое отражение в Указах Президента РФ, Постановлениях Правительства РФ, программных документах [1].

В последние годы цифровые технологии начинают играть важнейшую роль в достижении устойчивого развития и роста, долгосрочного баланса между экономикой (техносферой), социос-

ферой и природной средой [2]. В РФ растет объем цифровой экономики. Затраты на ее развитие в 2020 году составили 4063 млрд. руб. (3,8% к ВВП), в т.ч. внутренние затраты организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг – 2262 млрд. руб. [3]. К 2026 году рынок технологий цифровой трансформации достигнет \$3,7 трлн. [4].

В 2020 году облачные сервисы использовали 25,7% предприятий от общего числа организаций; технологии сбора, обработки и анализа больших данных – 22,4%; цифровые платформы – 17,2%; геоинформационные системы 13,0%; интернет вещей 13,0%; RFID-технологии 10,8%; технологии искусственного интеллекта 5,4%; промышленные роботы/автоматизированные линии 4,3% [3].

Цифровизация экономики страны в целом, отдельных сфер деятельности и бизнес-процессов не могли не повлечь за собой существенные изменения в характере функционирования риск-менеджмента и его методов.

На современных отечественных предприятиях уже используются специальное программное обеспечение, CRM-, ERP-, SCM-системы; системы управления рисками, RFID-технологии; различные онлайн-сервисы, голосовые (виртуальные) помощники, чат-боты, системы поддержки принятия решений, интернет вещей, облачные технологии, искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность, блокчейн, большие данные, нейросети, компьютерное зрение, машинное обучение, беспилотники, робототехника и пр. Данные технологии позволяют оценивать и управлять рисками, обеспечивать безопасность и кибербезопасность, следить за производством и экологией, выполнением различных требований регуляторов, прогнозировать отказы оборудования, предотвращать брак и травмы, оптимизировать использование ресурсов (в т.ч. рабочее время), помогают принимать более обоснованные решения и повышать качество и скорость корпоративного управления в условиях риска.

Интерес к выбору цифровых продуктов в сфере риск-менеджмента постоянно растет. В связи с этим актуализируются вопросы оптимального выбора цифрового продукта и оценки целесообразности его внедрения.

Литературный обзор

Вопросам риск-менеджмента посвящено большое количество работ зарубежных и отечественных ученых: В.А. Абчука, А.П. Альгина, И.Т. Балабанова, Е.Ю. Дорохиной, М. Круи, Д. Галай, Р. Марка, Б.А. Райзберга, М.А. Рогова, М. Фридмена, Дж. Ван Хорна, Н.В. Хохлова, Г.В. Черновой, В. Шарпа, Й. Шумпетера и др.

Проблемы цифровизации предприятий нашли свое отражение в трудах: Веселовского М.Я., Хорошавиной Н.С. [5], Гарифуллина Б.М., Зябрикова В.В. [6], Джесутасан Р., Будро Дж. [7], Кулагина В., Сухаревски А., Мефферта Ю. [8], Лола И.С., Бакеева М.Б. [9], Родионова Д.Г. [10], Рудской И.А. [11], Прохорова А., Коника Л. [12], Ценжарика М.К., Крыловой Ю.В., Стешенко В.И. [13], Рудницкого Г., Измайловой М.А., Абакумова Е.М., Пискунова А.И. и др.

Связывают процессы цифровизации и информатизации бизнеса с управлением рисками: Авдошин С.М. [14], Пашенко Д.С., Комаров Н.М. [15], Юрьева Л.В., Долженкова Е.В. [16] и др.

К сожалению, работ, посвященных цифровизации риск-менеджмента, программному обеспечению в сфере риск-менеджмента, крайне мало. Отсутствует единое понимание и комплексный подход к оценке параметров программного обеспечения (ПО) в сфере риск-менеджмента и целесообразности его внедрения на предприятии. Кроме того, статистических данных по этой проблематике немного. Можно отметить, что теория и практика оценки ПО в сфере риск-менеджмента и целесообразности внедрения, эффективности его использования находится в стадии формирования.



Цель исследования

Цель исследования заключается в изучении вопросов трансформации инструментов риск-менеджмента и разработке методики оценки целесообразности внедрения на предприятиях программного обеспечения в сфере риск-менеджмента.

Методы и материалы

Основными методами послужили общенаучные методы исследования: наблюдение, сравнение, системный, факторный и сравнительный анализ, моделирование, структурный, исторический и логический подходы; методы экспертных оценок.

Информационной базой работы послужили законодательные и нормативные акты РФ; международные и национальные стандарты; данные государственной статистики; рейтинги; монографии, материалы международных, всероссийских научно-практических конференций; данные информационно-аналитических агентств, другие информационные материалы, размещенные в сети Интернет, а также материалы, полученные авторами в результате собственных исследований.

Результаты и обсуждение

Эволюция методов риск-менеджмента

Технологии, инструменты и методы риск-менеджмента формировались и оттачивались на протяжении веков. За это время были разработаны основные стандарты, определены основные принципы, механизмы и методы риск-менеджмента применительно к бизнесу в целом и к отдельным сферам деятельности. Были созданы разнообразные модели и стратегии риск-менеджмента, разработаны различные технологии и инструментарий по идентификации, анализу, измерению и управлению рисками. Отсутствие исследований и статистических данных по применению цифрового инструментария риск-менеджмента в российских организациях, ограничивает возможность проведения глубокого детального анализа развития методов менеджмента риска. Тем не менее, можно сделать следующие выводы.

Концепция риск-менеджмента, структура системы управления рисками, инструменты и методы идентификации, оценки и управления рисками эволюционируют в соответствии с развитием цивилизации, экономики, производства, социума, политики, науки, сменой технологических укладов. Процесс идет в сторону усложнения и стандартизации.

За период своего существования риск-менеджмент значительно расширил портфель применяемых технологий и инструментов. Это связано и с ростом многообразия появившихся рисков, и с ростом круга изучаемых риск-менеджментом проблем. Если вначале это были в основном методы оценки и управления техническими рисками, затем финансовыми, инвестиционными рисками и рисками банкротства, то сегодня менеджмент риска включает технологии управления не только физическими рисками, но и цифровыми рисками. В систему управления рисками (СУР) включаются как классические методы риск-менеджмента, так и методы, основанные на новых формах ведения бизнеса и цифровых технологиях.

Динамика процессов цифровой трансформации методов и технологий риск-менеджмента совпадает с общей динамикой цифровизации российской экономики. Объемы инвестирования в цифровизацию бизнеса растут: с 2015 года наблюдается постепенный рост доли предприятий (с 56% до 64%), ключевым направлением инвестирования которых становятся капиталовложения в информационное, компьютерное и телекоммуникационное (ИКТ) оборудование [17].

Можно выделить следующие ключевые тренды развития инструментария риск-менеджмента: стандартизация процессов риск-менеджмента; ориентация инструментария на достижение целей устойчивого развития, ESG-трансформацию и кибербезопасность; цифровизация; синтез офлайн и онлайн; расширение использования ВРМ-систем; недостаточное развитие отечественных программных продуктов в области риск-менеджмента; ориентация на импортозамещение ПО; смещение использования цифровых продуктов риск-менеджмента в сторону промышленных

отраслей и сектора ИКТ; предпочтение отдается в основном комплаенс-ориентированным решениям; появляется интерес к риск-ориентированным интегрированным решениям; драйвером развития инструментария риск-менеджмента становятся цифровые двойники, программное обеспечение по управлению цифровыми рисками.

Исследование тенденций выявляет, что эволюция инструментария риск-менеджмента, их эко-социо-цифровая трансформация заключается не только в появлении новых технологий и инструментов, их модернизации, но также в преобразовании систем, процессов, моделей, коммуникаций, навыков, культуры и мышления.

Существенными предпосылками активной цифровизации риск-менеджмента являются:

- смена технологического уклада, цифровая трансформация экономики и социума;
- реализация Программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и др. национальных программ;
- переход на принципы устойчивого развития;
- геостратегическая напряженность, экономическая турбулентность;
- активное внедрение международных и национальных стандартов риск-менеджмента;
- рост цифровой культуры и грамотности населения;
- переход организаций различных отраслей экономики на риск-ориентированный подход ведения бизнеса, создание ИСУР; осознание необходимости обеспечения комплексной безопасности всех процессов;
- снижение давления эффектов пандемии COVID-19 на производственную и инвестиционную активность; рост инвестиционной активности промышленных предприятий; интенсификация проектов по замещению импорта; рост капиталовложений в ИКТ оборудование;
- преимущества цифровых технологий и программного обеспечения.

Очевидно, что цифровая трансформация в сфере риск-менеджмента оказывает как позитивное, так и негативное влияние. Назовем некоторые из них. К позитивным эффектам относятся: повсеместная автоматизация и стандартизация процессов риск-менеджмента и бизнес-процессов; оптимизация управления ресурсами и рисками; рост эффективности мониторинга и контроля; минимизация влияния человеческого фактора; повышение производительности труда [16]; сокращение материальных затрат и затрат времени; снижение загрязнения окружающей среды; создание новых каналов и видов бизнес-процессов; улучшение качества и уровня жизни сотрудников, рост эффективности, конкурентоспособности и безопасности деятельности. К отрицательным эффектам следует отнести: риски социальной, экологической и личностной деградации, утрата человечности при принятии решений; «снижение способности к критическому анализу; клиповое сознание; киборгизация человека» [18]; рост угроз кибербезопасности; отсутствие гарантий точности представленных данных на официальных сайтах; несоблюдение этики и авторских прав; рост социальной напряженности (сопротивление новшествам, рост увольнений, страх сотрудников потерять работу [19], необходимость повышения квалификации, переподготовки кадров, смена мышления, коммуникаций и ценностей, утрата традиций и пр.).

Процесс цифровой трансформации риск-менеджмента в ближайшие годы ускорится. В связи с этим встает вопрос не только об экономической оценке, но и о биоэтической, социальной и экологической экспертной оценке цифровых технологий риск-менеджмента.

Проблемами эффективного внедрения цифровых технологий и специального программного обеспечения риск-менеджмента на предприятиях являются: отсутствие четких критериев оценки ПО, его эффективного внедрения; не всегда требования к ПО со стороны организаций конкретны, совпадают с поставленными целями и задачами; отсутствие мотивации внедрения программного обеспечения и механизма обмена опытом; неправильно определены цели цифровизации риск-менеджмента; отсутствие четкого плана внедрения; не просчитаны все возможные риски; не распределены должным образом обязанности и ответственность; отсутствие эффективного



общения и навыков результативного управления проектами, низкая цифровая и техническая грамотность.

Основные подходы к цифровой трансформации в сфере риск-менеджмента

По мнению авторов, цифровизация риск-менеджмента — это процесс трансфера цифровых информационно-коммуникационных технологий в сферу риск-менеджмента, в совокупность экономических, социальных, культурных и экологических отношений, связанных с идентификацией, анализом, оценкой и управлением рисками. Это не просто внедрение новых технологий, технические преобразования, но и трансформация бизнес-процессов, социума, психологии, мышления.

Ключевыми подходами к цифровой трансформации риск-менеджмента становятся:

- процессный (идентификация, анализ, оценивание, управление);
- отраслевой (для промышленных, торговых, финансовых, сельскохозяйственных и пр. предприятий и организаций);
- технологический (интернет вещей, большие данные, системы распределенного реестра, нейротехнологии и искусственный интеллект, цифровое проектирование и моделирование, квантовые технологии, робототехника, сенсоры и датчики, технологии беспроводной связи, аддитивные технологии, облачные технологии, кибербезопасность; безбумажные, беспилотные, мобильные технологии, биометрические технологии, технологии идентификации, нано- и биотехнологии, оптические технологии, киберфизические системы; платформенные технологии; суперкомпьютерные технологии, предикативная аналитика, BIM технологии; бережливые технологии; системы комплексной автоматизации предприятий; CRM-, ERP-, SCM-системы; RFID-технологии; системы электронного документооборота и др.).
- функциональный (сбор и хранение информации; предварительная обработка информации о рисках; количественная оценка рисков; подготовка материалов для руководства; хранение результатов оценки рисков; корпоративные процессы согласования и пр.).

Цифровая трансформация риск-менеджмента невозможна без разработки и внедрения соответствующего ПО. Программное обеспечение в сфере риск-менеджмента — это тип ПО, которое помогает выявлять, оценивать и устранять риски, дополняя традиционные процессы риск-менеджмента. Можно выделить следующие виды ПО (рис. 1).

ПО в сфере риск-менеджмента можно разделить на следующие категории:

1. ПО для управления предприятием в целом (параллельно затрагивает и процессы риск-менеджмента): BPM-системы (Business Process Management System) автоматизированные системы управления бизнес-процессами: Comindware Business Application Platform4; LeaderTask; Bitrix24; ELMA; Oracle BPM Suite; «Первая форма»; Zoho; Bizagi; Metatask; IBM Business Process Manager; SAP Business Suite BPM; Corporate Planner; ESM+Strategy; Nintex Promapp; ProcessGene GRC Software Suite; AdaptiveGRC; 1C; AdaptiveGRC;
2. ПО для систем управления рисками: ТАБ: GRC Учет рисков событий; RiskControl; KAIRIS IRM Platform; Northstar Risk and Performance Analysis Platform; ProcessGene GRC Software Suite; Xactium Risk Manager; Directum Ario One; Триафлай; MAKVES IRP; CounterMeasures;
3. ПО для управления отдельными видами рисков: управление цифровыми рисками (DRP решения — Digital Risk Protection), программы кибербезопасности (Log360; Safesite; Netwrix Auditor; MADe); управление проектными рисками (RiskGap); управление операционными рисками (ARIS); управление рисками, связанными с персоналом (TalentTech Вовлеченность; Patrol; JESI, Kickidler, Риск-Эксперт; Sentry EHS); отслеживание событий, происходящих с активами и контрагентами (Бизнес на контроле; IntegrityNext).

По мнению специалистов, в 7 лучших программ для управления рисками входят: nTask; Resolver; Integrum; Qualys; Fusion Framework System; 6clicks; StandardFusion [20].

К лучшим системам управления рисками 2022 года относят: MaxDAT; Microsoft Power BI; SoftExpert GRC; EPLAT4M SECURITY GRC; R Vision Security Governance, Risk Management and

По гражданству: • отечественное, • зарубежное	По возможности внедрения: • реальное; • потенциальное	По назначению: • общее; • специальное	По масштабу: • крупные; • средние; • малые; • локальные
По отраслям и сферам деятельности: • применяемое в государственном управлении; • промышленности; • строительстве; • торговле; • финансовой сфере; • коммунальном хозяйстве и пр.		По охвату: • ПО систем управления рисками; • ПО по управлению отдельными рисками	
		По видам рисков: • ПО по управлению цифровыми рисками; • ПО по управлению физическими рисками	
По критичности: • национальная безопасность; • человеческая жизнь; • организационная безопасность; • частная собственность; • секретность			
По способу распространения и использования: • проприетарные; • открытые; • свободные	По индивидуальности: • заказное; • массовое		По типам потребителя: • B2B; • B2C
По существу: • комплаенс-ориентированные, проприетарные решения GRC (Governance, Risk and Compliance); • риск-ориентированные интегрированные решения IRM (Integrated Risk Management)			

Рис. 1. Виды ПО в сфере риск-менеджмента

Fig. 1. Types of risk management software

Compliance (SGRC); Security Vision SGRC; OMNITRACKER Governance, Risk and Compliance Center; IBM OpenPages with Watson [21].

Лидерами DRP решений являются: ZeroFOX Platform; IntSights Threat Intelligence Platform (TIP); Kaspersky Threat Intelligence (KTI); Group-IB Threat Intelligence; Digital Shadows SearchLight; RiskIQ Illuminate [22].

Приобретение программного обеспечения, его адаптация и доработка; приобретение цифрового контента; исследования и разработки; обучение сотрудников, связанное с внедрением и использованием цифровых технологий, составляют 22,5% от всех затрат организаций на создание и использование цифровых технологий [3].

Внедрение ПО в сфере риск-менеджмента позволяет предприятиям: систематизировать процессы менеджмента риска; жестко распределить зоны ответственности и порядок действий участников; повысить качество работ, минимизировать влияние человеческого фактора и число ошибок; увеличить гибкость и безопасность процессов, изменять, масштабировать, интегрировать, модифицировать процессы в зависимости от развития ситуации; повысить эффективность мониторинга, планирования, управления и контроля; экономить ресурсы, время, снизить затраты; обеспечить соблюдение внешних и внутренних норм и стандартов; улучшить согласованность между отделами и всеми заинтересованными лицами; накапливать и анализировать знания о рисках.

Целевыми ориентирами предприятий при выборе цифрового продукта выступают экономический рост, эффективность, устойчивость (непрерывность), гибкость, экологичность, цифровая безопасность, социальная стабильность, высокая конкурентоспособность, комплаенс, сбалансированность интересов.

В цифровой трансформации отсутствует единый универсальный подход, каждое предприятие уникально, имеет свое представление о ней, свои цели и задачи. В связи с этим подходы и про-



цессы цифровизации риск-менеджмента специфичны. Для каждой организации индивидуально выбирается программное обеспечение, разрабатывается модель внедрения цифрового продукта. Предпочтение использования конкретных инструментов цифровой трансформации риск-менеджмента, находится в прямой зависимости от сформированной стратегии цифровизации риск-менеджмента, особенностей организации (сферы и масштаба деятельности, наличия и качества ресурсов, уровня культуры, наличия соответствующих регламентов), а также ее внешних условий.

Для повышения эффективности цифровизации риск-менеджмента, получения синергетического эффекта от интеграции офлайна и онлайн необходимо разработать методику оценки качества ПО и целесообразности внедрения ПО.

Оценка целесообразности внедрения цифрового продукта риск-менеджмента

Тренды внедрения инноваций меняют требования к ПО систем управления рисками, корректируют и подходы к их оценке и выбору.

Сегодня предприятия могут основывать свой выбор на существующих рейтингах ПО, прежде всего отечественных. Критерии составления рейтинга схожи. Рейтинг лучших BPM-систем для управления бизнес-процессами, а также ТОП-8 лучших систем управления рисками принимают в расчет следующие критерии: количество и разнообразие исполняемых бизнес-процессов, гибкость их подстройки под разные виды и масштабы деятельности; востребованность ПО в России, способность его адаптироваться под условия отечественного рынка; стоимость [21, 23].

Основными характеристиками для выбора DRP решений обычно выступают: цена, параметры: защита и проверка IP-адресов, URL-адресов, угроз категории TTPs, хеш-сумм файлов, доменов, ключей реестра, номеров карт, телефонных номеров, социальных сетей; защита мобильных приложений и бренда; нахождение утечки данных; обогащение данных (рейтинги угроз, тегирование угроз, дополнительная информация); способы взаимодействия (API, https, TAXII и пр.); формат данных (JSON, XML, STIX, CSV, OpenIoC и пр.) [24].

Если выбор делается между GRC и IRM, то учитываются следующие характеристики: архитектура, дизайн, контент, определение рынка, возможности/функции, покупатели/клиенты, использование [25–27].

Обобщив разные подходы к анализу программных средств, авторы предлагают методику оценки целесообразности внедрения ПО (решения IRM), основанную на учете трех аспектов: рейтинговой оценке ПО, оценке готовности организации к внедрению ПО, учет факторов внешней среды. Таким образом, методика включает в себя оценку трех возможностей: 1) возможностей ПО, 2) возможностей организации по его внедрению и 3) возможностей, определяемых внешними условиями.

Рейтинговая оценка уровня возможностей ПО (степени его сбалансированности), по мнению авторов, должна базироваться на анализе следующих основных параметров (критериев):

1. Стоимость покупки лицензии, внедрения и обслуживания (ценовая модель, покупка дополнительного программного и аппаратного обеспечения);

2. Функции, их количество и разнообразие (управление непрерывностью бизнеса; управление аудитом; управление системой внутреннего контроля; управление соответствием требованиям и надзор; юридическое управление; предупреждающие действия; управление IT-рисками; документация и отчетность; управление инцидентами; планирование действий по снижению рисков; мониторинг ключевых показателей риска; количественная оценка и аналитика рисков и др.; скорость корреляции данных из широкого спектра источников (интернета, даркнета, внутренних данных от устройств безопасности, сетей, систем, устройств и пользователей)).

3. Степень интеграции и адаптивности, стабильность (гибкость подстройки к российским условиям, видам и масштабам деятельности организации, функциональным стратегиям, организационной культуре; требования к вычислительным ресурсам; возможность и простота интеграции с другими сервисами, приложениями, платформами, с локальными системами безопасности, с

системами управления проектами, с другими бизнес-программами, возможность самостоятельной интеграции программы в процессы компании, сложность внедрения и настройки; возможность создания единой информационной базы; частота внесения изменений; платформозависимость).

4. Архитектура, интерфейс (операционная система, производительность оборудования, техподдержка и пр., режим эксплуатации, рабочие характеристики; возможность приобретать некоторые модули программы отдельно; аппаратный, аппаратно-программный, пользовательский интерфейс; универсальность, удобство, степень проработанности, надежности и простоты в обучении и использовании, язык; возможность персонализации под стиль компании и задачи конкретного пользователя и пр.).

5. Безопасность (требования защиты, надежности).

6. Пользователи (типы сотрудников (начинающий, средний, эксперт, обычный, случайный), специалисты, руководители, риск-менеджеры, контрагенты, клиенты, другая система ПО, технические средства; индивидуальное или командное использование, люди с навыками или без навыков программирования).

7. Возможности социального взаимодействия (создание совместной рабочей среды для специалистов из отделов бизнеса и IT, чаты, корпоративная социальная сеть).

Данные критерии, по мнению авторов, дают всестороннюю оценку степени сбалансированности ПО (IRM решения).

Оценку возможностей организации к внедрению ПО следует проводить на основе расчета показателя общей готовности организации к внедрению ПО. Возможность организации по внедрению ПО означает наличие у нее достаточного количества и качества необходимого набора ресурсов, компетенций, коммуникаций, технологий, эффективность использования которых позволяет ей успешно и безопасно внедрить ПО в соответствии с поставленными целями. В качестве критериев оценки совокупной возможности организации к внедрению ПО авторы предлагают принимать в расчет следующие 7 групп возможностей: производственно-сбытовые, ресурсные, организационно-управленческие, профессионально-функциональные (в т.ч. уровень цифровой компетентности), информационно-коммуникативные, социально-психологические, культурно-этические.

В целях успешного внедрения ПО должно быть достигнуто эффективное соответствие между внутренними возможностями организации и возможностями, определяемыми внешними условиями. Оценка возможностей внедряемости, определяемых внешними условиями, (оценку степени внедряемости ПО) предлагается осуществлять в рамках следующих 7 групп условий, позволяющих учесть требования внешней среды: общеэкономических, военно-политических, юридическо-правовых, научно-техническо-технологических, социогуманитарных, экологических, удовлетворенность заинтересованных сторон (государства, клиентов, контрагентов, инвесторов и др.). Здесь учитывается кроме прочего соответствие целей управления рисками целям заинтересованных сторон.

Таким образом количество и качество возможностей ПО и организации, их соответствие требованиям внешней среды определяют способность организации эффективно внедрять и применять ПО.

Количественные оценки вышеназванных возможностей определяются методом экспертных оценок.

Последовательность оценки целесообразности внедрения ПО представлена на рис. 2.

Укрупненно схема оценки целесообразности внедрения ПО включает в себя три ключевых блока:

1. Оценка возможностей ПО (сбалансированности ПО): разработка системы параметров (критериев) оценки ПО (в нашем случае их 7); выбор оценочных характеристик ПО; присвое-

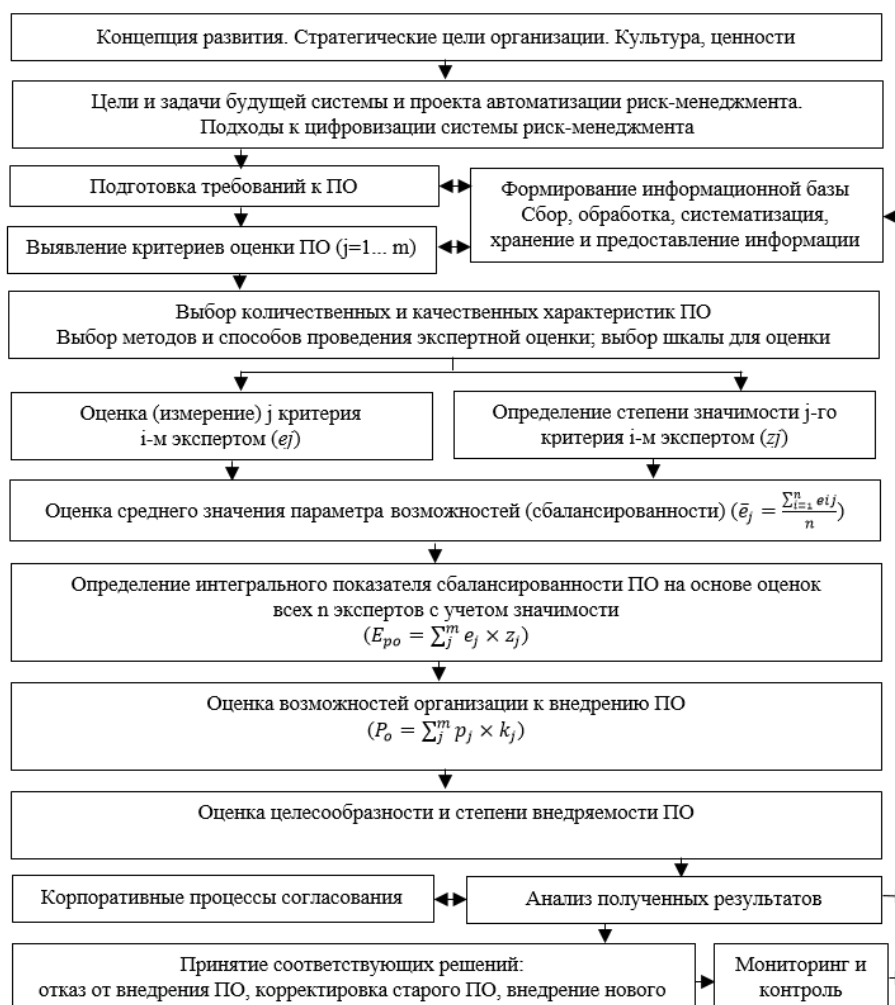


Рис. 2. Порядок действий по оценке целесообразности внедрения ПО

Fig. 2. Procedure for assessing the feasibility of software implementation

ние определенного балла каждому из выбранных параметров ПО (e_j); определение значимости каждого параметра ПО (z_j); оценка сводного показателя по выбранным параметрам с учетом их значимости (комплексная оценка возможностей ПО) – оценка интегрального показателя сбалансированности ПО E_{po} – 1 грань оценки целесообразности внедрения ПО.

Экспертная оценка возможностей ПО может быть основана на 5-балльной системе: 1 балл – очень низкая сбалансированность ПО, 2 балла – низкая сбалансированность, 3 балла – средняя сбалансированность, 4 балла – хорошая сбалансированность, 5 баллов – высокая сбалансированность.

Для оценки предлагаем следующую шкалу: слабая сбалансированность – до 3 баллов; посредственная – от 3 до 4 баллов; значительная – свыше 4 баллов. По результатам оценки делаются выводы о возможностях ПО, степени его сбалансированности.

Если ПО набирает менее 3 баллов, то ПО имеет слабую сбалансированность, его нецелесообразно внедрять, принимается решение отказаться от внедрения. Если ПО набирает 3-4 балла, то ПО имеет средний уровень сбалансированности и может быть внедрено после некоторой корректировки. Если ПО набирает более 4 баллов, то ПО считается высоко сбалансированным и может быть внедрено.



Рис. 3. Интерпретация результатов оценки сбалансированности ПО

Fig. 3. Interpretation of the results of the software balance assessment

Данная система оценки позволяет проранжировать, сравнивать несколько программных средств и выбирать из них наиболее приемлемое для конкретной организации, то, которое набрало большее количество баллов.

Для более ясного представления результаты оценки можно показать на рис. 3. Из рисунка видно, что чем шире расположен профиль, тем более сбалансированным является ПО.

2. Оценка возможностей организации к внедрению ПО: выбор определенного набора групп возможностей организации (в нашем случае 7); выбор ключевых характеристик выбранных возможностей; присвоение определенного балла каждой группе возможностей (p_j); определение значимости каждой группы возможностей (k_j); оценка сводного показателя по выбранным группам возможностей с учетом их значимости (комплексная оценка совокупной возможности) — оценка интегрального показателя общих возможностей организации к внедрению ПО P_o — 2 грань оценки целесообразности внедрения ПО.

Экспертная оценка возможностей организации может быть основана также на 5-балльной системе: 1 балл — очень низкие возможности по внедрению ПО, 2 балла — низкие возможности, 3 балла — средние возможности, 4 балла — хорошие возможности, 5 баллов — высокие возможности.

Для оценки предлагаем следующую шкалу: низкий уровень возможностей по внедрению ПО — до 3 баллов; средний — от 3 до 4 баллов; высокий — свыше 4 баллов. По результатам оценки делаются выводы о возможностях организации по внедрению ПО: внедрение ПО возможно (целесообразно) без корректировки потенциала организации (свыше 4 баллов); внедрение ПО возможно при корректировке потенциала (3-4 балла); внедрение ПО невозможно, нецелесообразно (менее 3 баллов). Если возможности организации оценены менее, чем на 3 балла, то принимается решение отказаться от внедрения ПО, предприятие не готово к внедрению ПО, у предприятия не хватает потенциала для того, чтобы внедрить конкретное ПО. Следует либо повышать свой потенциал, свои возможности, либо выбрать ПО, требующее для своего внедрения меньше ресурсов.

Из рис. 4 видно, что чем шире расположен профиль, тем уровень готовности организации к внедрению ПО является выше. Если наложить два профиля (рис. 3 и 4), становится очевидным, что если оба профиля приближаются к максимальным значениям, то степень целесообразности и успешности внедрения конкретного ПО растет.

3. Оценка целесообразности и степени внедряемости ПО в существующих условиях (степень успешности внедрения в конкретных условиях внешней среды): выбор определенного набора групп условий (в нашем случае 7); выбор ключевых характеристик выбранных групп условий; определение частных коэффициентов внедряемости программ по конкретной группе



Рис. 4. Интерпретация результатов оценки возможностей организации по внедрению ПО
Fig. 4. Interpretation of the results of the assessment of the organization's capabilities for software implementation

внешних условий; оценка сводного коэффициента внедряемости. В зависимости от значения коэффициента внедряемости ПО делается вывод о целесообразности и возможности внедрения ПО для организации и принимается решение: внедрение ПО целесообразно, отказ от внедрения ПО, корректировка существующего ПО.

Частный коэффициент внедряемости программных средств по i -му элементу внешних условий (R_{pi}) рассчитывается по формуле:

$$V_{pi} = \frac{\sum_{j=1}^m V_{ji}}{m \times K_r}, \quad (1)$$

где V_{ji} – степень соответствия j -го параметра ПО требованиям внедряемости по i -й группе внешних условий; K_r – значение критерия, по которому оценивается степень соответствия (в нашем случае – 2 балла).

Степень соответствия каждого параметра ПО оцениваем следующим образом: несоответствие требованиям – 0 баллов; частичное соответствие требованиям – 1 балл; полное соответствие требованиям – 2 балла.

Степень внедряемости ПО оценивается по формуле:

$$V_p = V_{p1} \times V_{p2} \times V_{p3} \times V_{p4} \times V_{p5} \times V_{p6} \times V_{p7}, \quad (2)$$

где V_p – коэффициент внедряемости ПО по внешним условиям; V_{p1} – коэффициент внедряемости ПО по общеэкономическим условиям; V_{p2} – коэффициент внедряемости ПО по военно-политическим условиям; V_{p3} – коэффициент внедряемости ПО по юридическо-правовым условиям; V_{p4} – коэффициент внедряемости ПО по научно-техничко-технологическим условиям; V_{p5} – коэффициент внедряемости ПО по социогуманитарным условиям; V_{p6} – коэффициент внедряемости ПО по экологическим условиям; V_{p7} – коэффициент внедряемости ПО по удовлетворенности заинтересованных сторон.

По результатам оценки, можно сделать вывод о степени успешности внедрения ПО в конкретных условиях. Если значение одного из частных коэффициентов внедряемости равно нулю, то сводный коэффициент равен нулю, что свидетельствует о том, что в данных условиях внедрять ПО нецелесообразно. Если сводный коэффициент внедряемости меньше 1, то это указывает, что ПО не полностью соответствует требованиям внешней среды, организация испытывает некото-

рые затруднения по его внедрению, следует усовершенствовать ПО, увеличить свои возможности. При значении сводного коэффициента равного 1, делается вывод, что внедрять ПО целесообразно.

Представленный комплексный подход к оценке целесообразности внедрения ПО риск-менеджмента позволяет интегрировать в единую систему оценки измерение возможностей ПО, способностей организации к внедрению этих возможностей в сложившихся условиях. Заметим, что критерии оценки, их количество и значимость может меняться с учетом масштаба, отраслевых и прочих особенностей конкретной организации.

Методика может быть использована всеми участниками процесса менеджмента риска, позволяет выявить слабые и сильные стороны ПО, корпоративной системы управления рисками, организации в целом, а также определить направления совершенствования СУР. Она позволяет эффективно, критично и безопасно выбирать ПО и внедрять его на предприятии, а также может стать базой для принятия управленческих решений о разработке ряда мероприятий по внедрению соответствующего ПО, выработке рекомендаций по совершенствованию программного обеспечения.

Заключение

Таким образом, цель исследования, заключающаяся в исследовании преимуществ, предпосылок, тенденций, проблем цифровой трансформации инструментов риск-менеджмента и разработке методики оценки целесообразности внедрения на предприятиях ПО (IRM решения), достигнута.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что в процессе своего развития концепции, методология риск-менеджмента постоянно трансформировались. Эта модификация напрямую связана с усложнением различных социально-экономических процессов, увеличением темпов изменений в технико-технологической среде, ростом требований к качеству и оперативности принятия управленческих решений, переходом организаций на риск-ориентированный подход ведения бизнеса. Сбалансированная, эффективная и регулируемая цифровая трансформация риск-менеджмента в условиях ограниченности ресурсов и времени будет способствовать получению синергетического эффекта в достижении устойчивого социально-экономического развития организации. В связи с этим встает необходимость в более основательном, многоаспектном исследовании цифровой трансформации риск-менеджмента и разработке универсальных методик по оценке сбалансированности цифровых и программных продуктов, оценке целесообразности и успешности внедрения ПО в сфере риск-менеджмента.

Авторами разработана методика оценки целесообразности внедрения ПО (IRM решения), представляющая собой комплексный анализ трех важных аспектов: сбалансированности ПО, уровня готовности организации к внедрению ПО, внедряемости ПО в конкретных условиях внешней среды. Рейтинговую оценку сбалансированности ПО предлагается осуществлять на основе параметров стоимости, архитектуры, интеграции, функций, пользователей, возможности социального взаимодействия и безопасности. Данные параметры могут лечь в основу различных рейтингов программных средств. Предложенная авторами методика позволяет осуществлять всестороннюю оценку возможностей организации, ее готовности к внедрению ПО, систематизировать ее требования к ПО и ожидания от программ, обнаружить перспективы развития своей системы управления рисками, выбрать наиболее адекватный продукт, соответствующий целям организации, принять верное решение о целесообразности внедрения ПО, что обеспечит рост устойчивости, эффективности, технологичности, экологичности, сбалансированности, конкурентоспособности организации, а также защиты интересов заинтересованных сторон и экономии времени. Методика может использоваться в деятельности организаций и служить инструментом повышения эффективности цифровой трансформации.

Исследования вносят вклад в развитие теории и практики риск-менеджмента, цифровой трансформации организаций.

Направления дальнейших исследований

Проведенные исследования показывают, что вопросы оценки целесообразности внедрения ПО носят дискуссионный характер и существует необходимость в развитии теоретико-методологических основ ее оценки, разработке рейтингов, методик и моделей и эффективном их внедрении на практике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. «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 N 7) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/?ysclid=lbj8r73xf7745752955 (дата обращения: 19.09.22).
2. **Боровкова В.А., Боровкова В.А.** Факторы и инструменты влияния цифровизации на экологизацию экономики. // Проблемы управления в социально-экономических системах: теория, методология, практика: монография / гл. ред. О.В. Мишулина. Чебоксары: «Среда», 2019. 216 с.
3. Цифровая экономика: 2022: краткий статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2022. 124 с.
4. **Зуйкова А.** Почему цифровые технологии вытесняют аналоговые. РБК. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60e427ea9a79471089a0ec1d> (дата обращения: 01.10.22).
5. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики. Монография / Под научной редакцией д.э.н. Веселовского М.Я. и к.э.н. Хорошавиной Н.С. М.: Мир науки, 2021. URL: <https://izdmn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> (дата обращения: 25.09.22).
6. **Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В.** Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы. Креативная экономика. 2018; 12 (9): 1345–1358. DOI: 10.18334/ce.12.9.39332
7. **Джесутасан Р., Будро Дж.** Реинжиниринг бизнеса. Как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект. М.: Альпина Паблишер, 2019. 278 с.
8. **Кулагин В., Сухаревски А., Мефферт Ю.** Настольная книга по цифровизации бизнеса. М.: Интеллектуальная Литература, 2019. 293 с.
9. **Лола И.С., Бакеев М.Б.** Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований. Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2019; 35 (4): 628–657. DOI: 10.21638/spbu05.2019.407
10. **Родионов Д., Крыжко Д., Тенишев Т., Уйманов В., Абдулманова А., Квиквиния А., Аксенов П., Соловьев М., Коломенский Ф., Конников Е.** Методология оценки цифрового имиджа предприятия с его отраслевой спецификой. Алгоритмы 2022, 15, 177. DOI: <https://doi.org/10.3390/a15060177>
11. **Рудская И., Крыжко Д., Шведиани А., Мисслер-Бер М.** Региональные открытые инновационные системы в условиях переходной экономики: двухэтапная модель ДЭА для оценки эффективности. Журнал открытых инноваций: технологии, рынок и сложность. 2022; 8 (1):41. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010041>
12. **Прохоров А., Коник Л.** Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание второе, испр. и дополн. М.: ООО «КомНьюс Груп», 2019. 368 с.
13. **Ценжарик М.К., Крылова Ю.В., Стешенко В.И.** Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели. Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2020. Т. 36. Вып. 3. С. 390–420. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>
14. **Авдошин С.М. Песоцкая Е.Ю.** Информатизация бизнеса. Управление рисками. М.: ДМК Пресс; 2011. 176 с.
15. **Пашенко Д.С., Комаров Н.М.** Риск-менеджмент — ключевой элемент в цифровой трансформации промышленного предприятия. Мир новой экономики. 2021; 15 (1):14–27. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2021-15-1-14-27>

16. **Юрьева Л.В., Долженкова Е.В.** Рискоориентированная концепция адаптации промышленных предприятий к условиям цифровой экономики: монография. Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2019. 100 с.
17. Инвестиционная активность промышленных предприятий России в 2021 г.: стратегические приоритеты и тенденции импортозамещения. М.: НИУ ВШЭ, 2022. 14 с.
18. Введение в «Цифровую» экономику. /Под общ. ред. А.В. Кешелава. М.: ВНИИГеосистем, 2017. 28 с.
19. **Морозов И.** Распространенные проблемы при цифровой трансформации компании. URL: <https://academyit.ru/academy/mediacenter/smi/rasprostranennye-problemy-pri-tsifrovoy-transformatsii-kompanii/> (дата обращения: 20.09.22).
20. 7 Лучших программ для управления рисками. URL: <https://xmldatafeed.com/7-luchshih-programm-dlya-upravleniya-riskami-2021-goda/?ysclid=l8aed7oqq6354636299> (дата обращения: 05.10.22).
21. ТОП-8 Лучших систем управления рисками 2022. URL: https://a2is.ru/catalog?category_id=442&per-page=20&sort-by=rating (дата обращения: 05.10.22).
22. Сравнить продукты. URL: <https://roi4cio.com/catalog/comparison?template=132&p%5B3509%5D=3509&p%5B1179%5D=1179&p%5B3517%5D=3517&p%5B5909%5D=5909&p%5B3513%5D=3513&p%5B3515%5D=3515&p%5B3511%5D=3511> (дата обращения: 05.10.22).
23. Рейтинг BPM-систем 2022 года. Лучшие автоматизированные системы управления бизнес-процессами. URL: <https://www.kickidler.com/ru/info/top-11-sistem-dlya-upravleniya-biznes-protsessami.html?ysclid=l8a37agt20570535928> (дата обращения: 05.10.22).
24. Главное о цифровых рисках и топовом софте, который их ликвидирует. URL: <https://habr.com/ru/company/roi4cio/blog/525884/?ysclid=l8agogr821212132322> (дата обращения: 01.10.22).
25. Автоматизация системы управления рисками и комплаенс на предприятии. URL: <https://finexcons.ru/risk-management/risk-automatization/?ysclid=l8afmva7pj822323989> (дата обращения: 01.10.22).
26. **Токарева Е.** Системы GRC: от концепции к интеграции. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/System_GRC_from_concept_to_integration (дата обращения: 03.10.22).
27. Автоматизация управления рисками. URL: <https://1clickgroup.ru/tpost/p6tz4bvjz1-avtomatizatsiya-upravleniya-riskami?ysclid=l8ad8xjkzx114549190> (дата обращения: 03.10.22).

REFERENCES

1. «Pasport natsionalnogo proyekta «Natsionalnaya programma «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii» (utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskemu razvitiyu i natsionalnym proyektam, protokol ot 04.06.2019 N 7) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/?ysclid=lbj8r73xf7745752955 (data obrashcheniya: 19.09.22).
2. **V.A. Borovkova, V.A. Borovkova,** Faktory i instrumenty vliyaniya cifrovizatsii na e'kologizatsiyu e'konomiki // Problemy upravleniya v social'no-e'konomicheskikh sistemax: teoriya, metodologiya, praktika: monografiya / gl. red. O.V. Mishulina. Cheboksary: «Sreda», 2019. 216 s. [Borovkova V.A., Borovkova V.A. Factors and tools of the influence of digitalization on the greening of the economy // Problems of management in socio-economic systems: theory, methodology, practice: monograph / ch. ed. O.V. Mishulin. Cheboksary: "Wednesday", 2019. 216 p.].
3. Cifrovaya e'konomika: 2022: kratkij statisticheskij sbornik / G.I. Abdraxmanova, S.A. Vasil'kovskij, K.O. Vishnevskij i dr.; Nacz. issled. un-t «Vysshaya shkola e'konomiki». M.: NIU VShE, 2022. 124 s. [Digital Economy: 2022: a brief statistical collection / G.I. Abdrakhmanova, S.A. Vasilkovsky, K.O. Vishnevsky, etc.; National. research. uni-t "Higher School of Economics". Moscow: HSE, 2022. 124 p.].
4. **A. Zujkova,** Pochemu cifrovye tehnologii vytesnyayut analogovye. RBK. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60e427ea9a79471089a0ec1d> (data obrashheniya: 01.10.22) [Zuikova A. Why digital technologies are replacing analog ones. RBC. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60e427ea9a79471089a0ec1d> (accessed 01.10.22)].



5. Cifrovaya transformatsiya promy'shlennyy'x predpriyatij v usloviyax innovacionnoj e'konomiki. Monografiya / Pod nauchnoj redakciej d.e'.n. Veselovskogo M.Ya. i k.e'.n. Xoroshavinoj N.S. M.: Mir nauki, 2021. URL: <https://izdmn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> (data obrashheniya: 25.09.22). [Digital transformation of industrial enterprises in the conditions of an innovative economy. Monograph / Under the scientific editorship of M.Y. Veselovsky, Doctor of Economics, and N.S. Khoroshavina, Candidate of Economics, M.: World of Science, 2021. URL: <https://izdmn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> (accessed 25.09.22)].
6. **B.M. Garifullin, V.V. Zyabrikov**, Cifrovaya transformatsiya biznesa: modeli i algoritmy'. Kreativnaya e'konomika. 2018;12 (9): 1345–1358. DOI: 10.18334/ce.12.9.39332. [Garifullin B.M., Zyabrikov V.V. Digital transformation of business: models and algorithms. Creative economy. 2018;12(9):1345–1358. DOI: 10.18334/ce.12.9.39332]
7. **R. Dzhesutasan, Dzh. Budro**, Reinzhiniring biznesa. Kak gramotno vnedrit avtomatizatsiyu i iskusstvennyy intellekt. M.: Alpina Publisher, 2019. 278 s. [Jesutasan R., Boudreau J. Business reengineering. How to correctly implement automation and artificial intelligence. Moscow: Alpina Publisher, 2019. 278 p.]
8. **V. Kulagin, A. Suxarevski, Yu. Meffert**, Nastol'naya kniga po cifrovizatsii biznesa. M.: Intellektual'naya Literatura, 2019. 293 s. [Kulagin V., Sukharevsky A., Meffert Yu. A desktop book on business digitalization. Moscow: Intellectual Literature, 2019. 293 p.]
9. **I.S. Lola, M.B. Bakeev**, Cifrovaya transformatsiya v otraslyax obrabatyvayushhej promy'shlennosti Rossii: rezul'taty kon'yunkturnyy'x obsledovaniy. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. E'konomika. 2019; 35(4): 628–657. DOI: 10.21638/spbu05.2019.407. [Lola I.S., Bakeev M.B. Digital transformation in the manufacturing industries of Russia: the results of market surveys. Bulletin of the Saint Petersburg University. Economy. 2019; 35(4): 628–657. DOI: 10.21638/spbu05.2019.407.]
10. **D. Rodionov, D. Kryzhko, T. Tenishev, V. Ujmanov, A. Abdulmanova, A. Kvikviniya, P. Aksenov, M. Solov'ev, F. Kolomenskiy, E. Konnikov**, Metodologiya ocenki cifrovogo imidzha predpriyatiya s ego otraslevoj specifikoj. Algoritmy' 2022, 15, 177. DOI: <https://doi.org/10.3390/a15060177>. [Rodionov D., Kryzhko D., Tenishev T., Uymanov V., Abdulmanova A., Kvikviniya A., Aksenov P., Soloviev M., Kolomenskiy F., Konnikov E. Methodology for assessing the digital image of an enterprise with its industry specifics. Algorithms 2022, 15, 177. DOI: <https://doi.org/10.3390/a15060177>.]
11. **I. Rudskaya, D. Kryzhko, A. Shvediani, M. Missler-Ber**, Regional'ny'e otkryty'e innovatsionny'e sistemy' v usloviyax perexodnoj e'konomiki: dvuxetapnaya model' DE'A dlya ocenki effektivnosti. Zhurnal otkryty'x innovatsiy: tekhnologii, ry'nok i slozhnost'. 2022; 8(1):41. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010041>. [Rudskaya I., Kryzhko D., Shvediani A., Missler-Ber M. Regional open innovation systems in a transitional economy: a two-stage DEA model for evaluating efficiency. Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity. 2022; 8(1):41. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010041>.]
12. **A. Proxorov, L. Konik**, Cifrovaya transformatsiya. Analiz, trendy', mirovoj opyt. Izdanie vtoroje, ispr. i dopoln. M.: OOO «KomN'yus Grup», 2019. 368 s. [Prokhorov A., Konik L. Digital transformation. Analysis, trends, world experience. Second edition, ispr. and supplement. M.: LLC "KomNews Group", 2019. 368 p.]
13. **M.K. Cenzharik, Yu.V. Krylova, V.I. Steshenko**, Cifrovaya transformatsiya kompanij: strategicheskij analiz, faktory' vliyaniya i modeli. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. E'konomika. 2020. T. 36 Vy'p. 3 S. 390–420. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>. [Tsenzharik M.K., Krylova Yu.V., Steshenko V.I. Digital transformation of companies: strategic analysis, influence factors and models. Bulletin of the Saint Petersburg University. Economy. 2020. Vol. 36 Issue 3 pp. 390–420. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>.]
14. **S.M. Avdoshin, E.Yu. Pesoczskaya**, Informatizatsiya biznesa. Upravlenie riskami. M.: DMK Press; 2011. 176 s. [Avdoshin S.M. Pesotskaya E.Y. Informatization of business. Risk management. Moscow: DMK Press; 2011. 176 p.]
15. **D.S. Pashhenko, N.M. Komarov**, Risk-menedzhment – klyuchevoj element v cifrovoj transformatsii promy'shlennogo predpriyatiya. Mir novoj e'konomiki. 2021;15 (1):14–27. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2021-15-1-14-27>. [Pashchenko D.S., Komarov N.M. Risk management is a key element in the digital transformation of an industrial enterprise. The world of the new economy. 2021;15(1):14–27. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2021-15-1-14-27>.]
16. **L.V. Yur'eva, E.V. Dolzhenkova**, Riskoorientirovannaya koncepciya adaptatsii promy'shlennyy'x predpriyatij k usloviyam cifrovoj e'konomiki: monografiya. Nizhnij Tagil: NTI (filial) UrFU, 2019. 100 s. [Yuryeva L.V., Dolzhenkova E.V. Risk-oriented concept of adaptation of industrial enterprises to the conditions of the digital economy: monograph. Nizhny Tagil: NTI (branch) of UrFU, 2019. 100 p.]

17. Investicionnaya aktivnost' promy'shlennyy'x predpriyatij Rossii v 2021 g.: strategicheskie priority i tendencii importozameshheniya. M.: NIU VShE', 2022. 14 s. [Investment activity of Russian industrial enterprises in 2021: Strategic priorities and import substitution trends. Moscow: HSE, 2022. 14 p.].
18. Vvedenie v «Cifrovuyu» ekonomiku. /Pod obshh. red. A.V. Keshelava. M.: VNIIGeosistem, 2017. 28 s. [Introduction to the "Digital" economy. /Under the general editorship of A.V. Keshelava. M.: VNIIGeosystem, 2017. 28 p.].
19. **I. Morozov**, Rasprostranennyy'e problemy' pri cifrovoj transformacii kompanii. URL: <https://academyit.ru/academy/mediacenter/smi/rasprostranennyye-problemy-pri-tsifrovoy-transformatsii-kompanii/> (data obrashheniya: 20.09.22) [Morozov I. Common problems in the digital transformation of the company. URL: <https://academyit.ru/academy/mediacenter/smi/rasprostranennyye-problem-pri-tsifrovoy-transformatsii-kompanii/> (accessed 20.09.22)].
20. 7 Luchshix programm dlya upravleniya riskami. URL: <https://xmldatafeed.com/7-luchshih-programm-dlya-upravleniya-riskami-2021-goda/?ysclid=l8aed7oqq6354636299> (data obrashheniya: 05.10.22). [7 Best risk management programs. URL: <https://xmldatafeed.com/7-luchshih-programm-dlya-upravleniya-riskami-2021-goda/?ysclid=l8aed7oqq6354636299> (accessed 05.10.22)].
21. TOP-8 Luchshix sistem upravleniya riskami 2022. URL: https://a2is.ru/catalog?category_id=442&per-page=20&sort-by=rating (data obrashheniya 05.10.22). [TOP 8 Best Risk Management Systems 2022. URL: https://a2is.ru/catalog?category_id=442&per-page=20&sort-by=rating (accessed 05.10.22)].
22. Sravnit' produkty'. URL: <https://roi4cio.com/catalog/comparison?template=132&p%5B3509%5D=3509&p%5B1179%5D=1179&p%5B3517%5D=3517&p%5B5909%5D=5909&p%5B3513%5D=3513&p%5B3515%5D=3515&p%5B3511%5D=3511> (data obrashheniya 05.10.22). [Compare products. URL: <https://roi4cio.com/catalog/comparison?template=132&p%5B3509%5D=3509&p%5B1179%5D=1179&p%5B3517%5D=3517&p%5B5909%5D=5909&p%5B3513%5D=3513&p%5B3515%5D=3515&p%5B3511%5D=3511> (accessed 05.10.22)].
23. Rejting BPM-sistem 2022 goda. Luchshie avtomatizirovanny'e sistemy' upravleniya biznes-procnessami. URL: <https://www.kickidler.com/ru/info/top-11-sistem-dlya-upravleniya-biznes-procnessami.html?ysclid=l8a37agt20570535928> (data obrashheniya 05.10.22). [Rating of BPM systems in 2022. The best automated business process management systems. URL: <https://www.kickidler.com/ru/info/top-11-sistem-dlya-upravleniya-biznes-procnessami.html?ysclid=l8a37agt20570535928> (accessed 05.10.22)].
24. Glavnoe o cifrovyy'x riskax i topovom soft'e, kotory'j ix likvidiruet. URL: <https://habr.com/ru/company/roi4cio/blog/525884/?ysclid=l8agogr821212132322> (data obrashheniya 01.10.22). [The main thing about digital risks and top software that eliminates them. URL: <https://habr.com/ru/company/roi4cio/blog/525884/?ysclid=l8agogr821212132322> (accessed 01.10.22)].
25. Avtomatizaciya sistem' upravleniya riskami i komplaens na predpriyatii. URL: <https://finexcons.ru/risk-management/risk-automatization/?ysclid=l8afmva7pj822323989> (data obrashheniya 01.10.22). [Automation of the risk management and compliance system in the enterprise. URL: <https://finexcons.ru/risk-management/risk-automatization/?ysclid=l8afmva7pj822323989> (accessed 01.10.22)].
26. **E. Tokareva**, Sistemy' GRC: ot koncepcii k integracii. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/System_GRC_from_concept_to_integration (data obrashheniya 03.10.22). [Tokareva E. GRC systems: from concept to integration. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/System_GRC_from_concept_to_integration (accessed 03.10.22)].
27. Avtomatizaciya upravleniya riskami. URL: <https://lclickgroup.ru/tpost/p6tz4bvjl1-avtomatizatsiya-upravleniya-riskami?ysclid=l8ad8xjkzx114549190> (data obrashheniya 03.10.22). [Automation of risk management. URL: <https://lclickgroup.ru/tpost/p6tz4bvjl1-avtomatizatsiya-upravleniya-riskami?ysclid=l8ad8xjkzx114549190> (accessed 03.10.22)].



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

БОРОВКОВА Валерия Анатольевна

E-mail: borovkova_valeri@mail.ru

Valeriya A. BOROVKOVA

E-mail: borovkova_valeri@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9369-781X>

ЛЮКЕВИЧ Игорь Николаевич

E-mail: lin.stu@yandex.ru

Igor N. LYUKEVICH

E-mail: lin.stu@yandex.ru

АКЫЛБЕКОВА Нелли Ильинична

E-mail: nelly_a@bk.ru

Nelly I. AKYLBEKOVA

E-mail: nelly_a@bk.ru

Поступила: 11.11.2022; Одобрена: 21.12.2022; Принята: 21.12.2022.

Submitted: 11.11.2022; Approved: 21.12.2022; Accepted: 21.12.2022.

Научная статья

УДК 330.4

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15610>



МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

С.К. Антипов 

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

 skantipov@gmail.com

Аннотация. В данной статье разбираются основные предпосылки межрегионального взаимодействия регионов Арктической зоны Российской Федерации, как наиболее важной предпосылки для достижения как геополитического, так и экономического лидерства страны на мировой арене. Рассматриваются возможные перспективы количественного моделирования этого взаимодействия, в виду важности численной оценки реалий и построения прогнозов, обеспечивающих верные принимаемые решения. В статье разбираются особенности построения модели устойчивого развития арктических регионов, оценивающей совокупное влияние по трем сферам: экономической, экологической и социальной. Разбираются основные аспекты построения математических моделей как в области указанных сфер, так и их совокупности. Выдвигаются требования к реализации такого рода моделей и, что особенно важно, определяются ключевые параметры, необходимые для успешной реализации моделирования. Описывается процесс формирования модели, способной максимально подробно оценить устойчивое развитие регионов, а также предъявляются требования как к самой модели, так и к показателям в нее входящим. Предлагаются возможные варианты математических моделей, в полной мере способных удовлетворить все условия. Описываются две наиболее предпочтительные модели: ADL и модель на основе нейронной сети, характеризуются области их возможного применения. Строятся ADL-модель и модель нейронных сетей для трех сфер по Мурманской области на примере статистических данных за 30 лет с 1988 по 2018 год. Оценивается точность полученных результатов на основе сравнения эмпирических и фактических значений, также приводится численная оценка погрешности на основе MAPE подхода. Приводится сравнение указанных моделей и анализируются возможности их применения, а также ограничения использования этих моделей. Описываются возможности применения разобранных моделей с указанием достоинств и ограничений как для оценки устойчивого развития отдельных территорий, так и для страны в целом. Дается вектор для дальнейшего исследования в области устойчивого развития регионов.

Ключевые слова: моделирование, устойчивое развитие, ADL модель, нейронная сеть, развитие территорий, арктическая зона

Для цитирования: Антипов С.К. Моделирование устойчивого развития Арктических регионов Российской Федерации (на примере Мурманской области) // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 146–159. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15610>



MODELING OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION (ON THE EXAMPLE OF THE MURMANSK REGION)

S.K. Antipov 

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

 skantipov@gmail.com

Abstract. This article examines the main prerequisites for interregional cooperation between the regions of the Arctic zone of the Russian Federation, as the most important prerequisites for achieving both geopolitical and economic leadership of the country on the world stage. Possible prospects for quantitative modeling of this interaction are considered in view of the importance of numerical assessment of realities and making forecasts that ensure correct decisions. The article examines the features of building a model of sustainable development of the Arctic regions assessing the cumulative impact in three areas: economic, environmental and social. The main aspects of the construction of mathematical models are analyzed both in the field of these spheres and their totality. The requirements for the implementation of such models are put forward and, most importantly, the key parameters necessary for the successful implementation of modeling are determined. The process of forming a model capable of assessing the sustainable development of regions in as much detail as possible is described, as well as requirements are imposed both on the model itself and on the indicators included in it. Possible variants of mathematical models are proposed that are fully capable of satisfying all conditions. The two most preferred models are described: ADL and a model based on a neural network; the areas of their possible application are characterized. An ADL model and a model of neural networks for three spheres in the Murmansk region are being built on the example of statistical data for 30 years from 1988 to 2018. The accuracy of the results obtained is estimated based on a comparison of empirical and actual values, and a numerical error estimate based on the MAPE approach is also given. The comparison of these models is given and the possibilities of their application, as well as the limitations of their use, are analyzed. The possibilities of using the disassembled models with the advantages and limitations are described both for assessing the sustainable development of individual territories and for the country as a whole. A vector for further research in the field of sustainable development of regions is given.

Keywords: modeling, sustainable development, ADL model, neural network, territorial development, arctic zone

Citation: S.K. Antipov, Modeling of sustainable development of the Arctic regions of the Russian Federation (on the example of the Murmansk region), *Π-Economy*, 15 (6) (2022) 146–159. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15610>

Введение

Основные положения по стратегическому развитию арктической зоны Российской Федерации заключаются в обеспечении консолидации ресурсов и усилий федеральных органов государственной власти, органов власти субъектов Федерации, территории которых полностью или частично входят в состав Арктической зоны, органов местного самоуправления и организаций для решения ключевых проблем развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности в Арктике. Новый указ президента РФ «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» дополняет и пролонгирует, сформированную и принятую еще в 2013 году стратегию, которая направлена на обеспечение устойчивого развития арктических регионов¹ Арктическая зона является

¹ Указ президента Российской Федерации «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/J8FhckYOPAQQfxN6Xlt6ti6XzpTVAvQy.pdf>

наиважнейшей в геополитическом и экономическом плане. С точки зрения геополитики, безусловно, Арктика привлекательна для многих стран. Несмотря на формальную непринадлежность каким-либо странам, Арктическая зона с каждым годом становится все более и более стратегическим объектом, причем не только для стран, с ней граничащих, но и даже находящихся в другом полушарии. Возможность контроля глобальной территории позволяет иметь существенные преимущества в дипломатических отношениях. Развивающийся Северный морской путь только способствует увеличению привлекательности. Учитывая изменение климатических условий роль СМП будет лишь расти в области национальных и международных перевозок.

С точки зрения экономики наиболее значимым фактором является задел природных ресурсов: нефти, газа и других полезных ископаемых. По данным Росстата запас природного газа с арктических территорий РФ обеспечивает добычу более 80 процентов горючего природного газа и около 17 процентов нефти для страны. Также, по оценкам экспертов, континентальный шельф содержит порядка 85 трлн. куб. метров горючего природного газа и почти 18 млрд. тонн нефти. Конечно, при таких внушительных объемах Арктика является важным стратегическим резервом минерально-сырьевой базы Российской Федерации.

Ключевой задачей для Российской Федерации является не только контроль принадлежащих территорий, но и обеспечение устойчивого развития, которое может быть охарактеризовано совместными и пропорциональными положительными изменениями в трех сферах: экономика, экология и социум (рис. 1).

Устойчивое развитие будет недостижимо, при игнорировании любой из этой сферы, не говоря о реализации действий, приносящих ущерб одной или нескольким из них. Рассмотренная выше схема может быть применена на любом уровне и имеет возможность свободно масштабироваться. Таким образом на ее основе можно проводить анализ как отдельных муниципалитетов, так и регионов и страны в целом [2].

Говоря об устойчивом развитии Арктической зоны Российской Федерации одним из основных аспектов, является необходимость рассмотрения всех муниципальных единиц в совокупности, как целостного механизма. Совершенно очевидно, что для реализации этого механизма необходима комплексная и всесторонняя оценка деятельности регионов, в которую стоит включать как непосредственно социально-экономические и экологические параметры, так и параметры характеризующие деятельность, направленную на развитие науки и технологий, создание современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечение экологической безопасности, расширение международного сотрудничества, обеспечение военной безопасности, а также защиты и охраны государственной границы и сохранение суверенитета.

Основная особенность развития именно арктических регионов заключается в крайне непростых климатических условиях, большой территории с недостаточно развитой инфраструктурой, и, следовательно, с нехваткой рабочей силы. Привлечение опытных специалистов невозможно без увеличения финансирования в области оплаты труда. Программы развития арктических регионов, формируемые правительством РФ только за последние пять лет поспособствовали снижению миграционного оттока более чем на 50%, а уровень безработицы к 2021 году упал до рекордных 4% по отношению к 4,6% за 2019 год. Однако, целевые программы в большей степени направлены на рабочие профессии добывающих отраслей. В области развития науки наблюдается иная тенденция. Этот факт можно хорошо проследить на взаимосвязи двух показателей: первый — внутренние текущие затраты на научные исследования и второй — разработки и численность работников, выполнявших научные исследования и разработки. Если оценить корреляционную зависимость между указанными показателями, то результат $r = 0,62$ явно указывает на наличие значимой линейной прямой взаимосвязи: численность научных сотрудников падает с уменьшением финансирования отрасли. В большой степени это обуславливается оттоком ученых, работающих по договору найма. Уменьшение прироста численности работников также обуславливается



Рис. 1. Схема устойчивого развития территорий
Fig. 1. Scheme of sustainable development of territories

колеблемостью субсидирования и полному переносу научных центров на базы крупных учебных и исследовательских учреждений [1].

Аналогичную аналитику можно привести и по другим не перспективным отраслям. Основная проблема состоит в том, что арктические регионы практически полностью зависимы от федерального бюджета, а это в свою очередь ограничивает возможности в реализации локальных стратегий развития. Чтобы решить эту проблему изначально необходимо не только качественно оценить потенциал межрегионального взаимодействия, но и количественно промоделировать его. Такой подход позволит максимально эффективно использовать все возможности и минимизировать риски, а также обеспечит правильность выбора при принятии управленческих решений, в большей степени касающихся среднесрочного и долгосрочного развития.

Актуальность исследования обуславливается тем фактом, что развитие арктической зоны России является одним из приоритетных направлений как в области геополитики, так и экономики. Очевидно, что при реструктуризации и изменении вектора экономического развития Арктика становится все более притягательным регионом для формирования производственных и научных кластеров. Цифровизация, способствующая более продуктивному освоению земель со сложными климатическими условиями, однако, возможность успешного прогнозирования такого развития является важнейшей задачей. Грамотно построенные модели позволят не только достигнуть оптимального уровня прогнозирования, но и сэкономить существенную долю бюджета. Объектом исследования являются регионы арктической зоны Российской Федерации, а предметом — устойчивое развитие.

Теория устойчивого развития хорошо рассматривается в работах многих ученых. S. Baker описывает необходимость устойчивого развития и его количественной оценки в книге “Sustainable Development” [3], а также же R. Hoffmann и C. Park в одноименных статьях [4, 5]. Хайдуков Д.С. и Тасалов К.А. в статьях “Основы обеспечения устойчивого развития городской агломерации” и “Реализация концепции устойчивого развития в региональном управлении” оценивают возможность устойчивого развития в региональном разрезе [6], в учебном пособии “Теория устойчивого развития города” Гушин А.Н. говорит о исследуемой проблеме с точки зрения градостроения [7].

Моделирование территориального развития проводились некоторыми учеными, например в работах Диденко Н.И., Скрипнюк Д.Ф. и Ромашкиной Г.Ф. [11–14]. Васенко В.К. предлагает выведение новых интегральных показателей для оценки устойчивого развития регионов, что, однако, является очень усредненной оценкой действительности [15]. В статье «Стратегии развития

отраслей экономики как фактор устойчивого развития» Асланиян А.А. и др. предлагают определять основные угрозы для устойчивого развития регионов, а также выявление сильных сторон [16]. Все же такая методика не позволяет дать точную количественную оценку развития региона в целом. Лебедев Б.М. в статье «Устойчивое развитие регионов требует новой модели развития страны» развивает идею о моделировании устойчивого развития на государственном уровне и в большей степени модель носит абстрактный характер, что также не позволяет оценить количественную сторону процессов и явлений как на федеральном, так и региональном уровне. Схожие взгляды на устойчивое развитие описывают зарубежные ученые Osama A.B. Hassan в работе «Assessing The Sustainability Of A Region In The Light Of Composite Indicators» и Ozkan R., Schott S. в статье «Sustainable Development and Capabilities for the Polar Region», хотя и больший упор сделан на определение новых характеристик, способных численно оценить величину устойчивого развития [17].

Не смотря на то, что вопрос развития арктической зоны России стоит достаточно остро на данный момент не так много исследований было посвящено моделированию устойчивости развития этих территорий. Хорошую оценку перспектив устойчивого развития дает Бердицкий А.И. в своей статье «Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации и климатические аспекты экологической и гидрометеорологической безопасности», а также авторы Зайков К.С., Кондрантов Н.А. и др. в статье «Сценарии развития арктического региона (2020 — 2035 гг.)». [18, 19] Предлагаемый анализ несет в большей степени качественный характер и оценка устойчивости рассматривается в основном на теоретико-методологическом уровне. Более детально основы численной оценки устойчивого развития Арктики разбираются авторами Гутман С.С. и Басовой А.А. в работе «Индикаторы устойчивого развития арктической зоны Российской Федерации: проблемы выбора и измерения» [20]. Основная идея, предлагаемая авторами заключается в формировании ряда индикаторов, отражающих устойчивость развития в каждой из анализируемых сфер. Подобные идеи, основанные на выводе определенных индикаторов также предложены авторами Едисеевой Т.О., а также Сахаровым А.Г. и Андроновой И.В. [21, 22] С одной стороны такой подход достаточно легок для оценки и анализа, но с другой — не дает возможности построить комплексную модель, учитывающую все эти сферы совместно. В частности этот вопрос поднимается в статье «Comparing region-specific sustainability assessments through indicator systems: Feasible or not?», авторов Annemarie van Zeijl-Rozema, Ludovico Ferraguto и Pietro Caratti, на который так и не дано однозначного ответа, но исследователи склонны судить отрицательно [23].

Несмотря на достаточное количество трудов, описывающих способы достижения устойчивого развития и возможные количественные подходы к его оценке все еще нет принятой методики по рекомендуемым к исследованию факторам, выявлению и определению взаимосвязи между этими факторами, что определяет наличие на данный момент нерешенной научной задачи.

Цель исследования

Устойчивое развитие является приоритетным направлением экономики в современном мире. Не для кого не является секретом, что традиционные экономические системы совершенно не состоятельны, а во многом даже губительны для нашей планеты. Безответственное отношение к потреблению ограниченных ресурсов и общемировой экологической ситуации может привести к тому, что последующие поколения окажутся в непростой ситуации дефицита жизненно необходимых ресурсов. Для того, чтобы не допустить такого мировая экономическая система должна быть сбалансирована и безвредна для экологии, притом не в ущерб уровню жизни населения. Особенно остро этот вопрос ставит организация объединенных наций, сформировав специальный термин “Экологическая нейтральность” и формируя целое направление “Экологизация ООН” [ООН и устойчивое развитие: <https://www.un.org/ru/sections/general/un-and-sustainability/>],



которое регламентирует мировую экономическую деятельность и ставит определенные цели и задачи для каждой из стран участников.

Целью проводимого исследования является разработка эконометрической модели устойчивого развития арктических регионов. Разрабатываемая модель должна быть сбалансирована и устойчива, должна обеспечивать точные количественные прогнозы, обладающие минимальной ошибкой. Полученная модель должна пройти апробацию на практике на примере оценки развития Мурманской области. Принимаемые решения по развитию всегда тесно связаны с предикторской аналитикой и в основном завязаны на два ключевых фактора: точность полученных результатов и количество рассматриваемых факторов. В настоящее время технические возможности позволяют получать высочайшую точность расчетов даже при скромных вычислительных мощностях, а эра больших данных открывает новые возможности для формирования широких по охвату параметров динамических моделей.

В данной статье дается описание двух наиболее перспективных моделей для прогнозирования устойчивого развития и приводится пример их апробации на реальных данных по Мурманской области.

Методика исследования

Совершенно очевидно, что для реализации возможности успешного анализа и прогнозирования устойчивого развития регионов необходимо выделить несколько этапов исследования:

- установить основные показатели, характеризующие устойчивое развитие региона;
- установить взаимосвязи между отобранными показателями;
- оценить факторы, оказывающие на влияние на отобранные показатели;
- непосредственное моделирование — установление формы взаимосвязи и описание этой взаимосвязи в виде математических закономерностей.

На первичном этапе не так принципиально, какого именно рода будет конечная модель, но для того, чтобы в дальнейшем четко понимать к чему ее можно привести необходимо предъявить ряд требований к моделированию:

1. необходимо иметь возможность корректировать модель как по числу входных факторов, так и по числу определяемых параметров;
2. важно, чтобы модель численно отражала все особенности устойчивого развития как отдельно взятых регионов, так и их взаимосвязь, фактически это означает необходимость формирования многоуровневой модели, включающей в себя по крайней мере три основных сектора: экономику, социум и экологию;
3. построенная модель должна быть максимально гибкой и позволять эффективно строить прогнозы даже при отсутствии части исходных данных;
4. снижение взаимодействия с человеком до минимума, что позволит избежать ошибок, связанных с человеческим фактором;
5. результирующие параметры должны быть максимально наглядны и понятны, обеспечивающие простоту аналитики для дальнейшего принятия решений.

Исходя из всего вышеизложенного можно отметить, что практически не одна модель, существующая на данный момент, не сможет в должной мере удовлетворить всем предъявленным требованиям.

Одной из наиболее адаптируемых моделей является модель распределенного временного лага (ADL модель). Формально, для решения поставленных задач необходимо строить и определять параметры не одной такой модели, а целого семейства, некоторые из которых можно разбить по блокам и сформировать системы взаимосвязанных ADL уравнений [8]. Самым предпочтительным вариантом будет создание системы отдельно для каждого арктического региона, в которую будут включены по три уравнения, численно характеризующих социальное и экономическое раз-

вите, а также экологическую обстановку в регионе. Применение такой модели удобно с точки зрения ее наглядности и простоты вычисления параметров. Немаловажным достоинством является и отслеживание взаимосвязи с учетом лагов, что позволяет выявлять и описывать неявные закономерности. Однако, данный метод не лишен недостатков, к основным из которых можно отнести необходимость первичной подготовки временных рядов данных, проверки их на стационарность и гетероскедстичность, оценки корреляции между ними. Все изложенное усложняет процесс построения модели, как с точки зрения временных ресурсов, так и в виду возможной ошибки, связанной с человеческим фактором.

Уравнение ADL модели в общем виде имеет следующий вид:

$$\begin{cases} Y_t^1 = f(Y_{t-1}^1, Y_{t-1}^2, Y_{t-1}^3, X_{t-1}^1, X_{t-1}^2, X_{t-1}^3 \dots X_{t-1}^m) \\ Y_t^2 = f(Y_{t-1}^1, Y_{t-1}^2, Y_{t-1}^3, X_{t-1}^1, X_{t-1}^2, X_{t-1}^3 \dots X_{t-1}^m), \\ Y_t^3 = f(Y_{t-1}^1, Y_{t-1}^2, Y_{t-1}^3, X_{t-1}^1, X_{t-1}^2, X_{t-1}^3 \dots X_{t-1}^m) \end{cases}$$

где Y_t^1, Y_t^2, Y_t^3 — ключевые показатели отдельно по каждой из рассматриваемых сфер (экономическая, социальная, экологическая), а X_t^k — факторы, оказывающие наибольшее влияние на эти показатели.

Вторым вариантом являются модели, основанные на нейронных сетях. Данная методика хорошо себя зарекомендовала и широко распространяется в области больших данных, а значит позволит получить адекватные результаты в поставленной задаче. Особенность нейросетевых моделей состоит в том, что исследователю нет необходимости изначально оценивать взаимосвязи между рядами данных, достаточно лишь задать входные и выходные переменные. Это умозаключение вполне справедливо, но с некоторой оговоркой. Для того, чтобы модель грамотно анализировала входные переменные и давала на выход именно то, что требуется, необходимо чтобы она была верно построена и обучена. Именно обучение можно отнести к минусам данного подхода, поскольку это требует больших затрат временных ресурсов и широкого набора данных для обучения [9]. Указанный минус нивелируется серьезными достоинствами: способностью быстрого построения модели с любым заданным числом скрытых слоев и входных переменных; модель способна к масштабированию и практически неограниченному увеличению объема данных. В сущности, стоит отметить, что для реализации, поставленной задачи модель, основанная на нейронной, сети скорее является не самостоятельным решением, а надстройкой, способной автоматизировать процесс определения параметров системы ADL уравнений.

На рис. 2 представлен общий принцип построения нейронной сети с k скрытыми слоями, n входными переменными и m выходными. Для успешного решения задачи прогнозирования устойчивого развития вполне достаточно 2-3 скрытых слоев, а выходных переменных (Outputs) должно быть 3, по одной для каждой оцениваемой сферы. Количество же входных переменных (Inputs) ограничивается только желанием и возможностью в области поиска исходных статистических данных.

Проходя через цепочку скрытых слоев (Hidden layers) нейронная сеть оценивает значимость взаимосвязи между входными данными и присваивает каждой из них свой параметр (вес), впоследствии только значимые из них выводятся в выходной слой, который образует выходные переменные. Данная методика хорошо себя зарекомендовала и широко распространяется в области больших данных, а значит позволит получить адекватные результаты в поставленной задаче. Единственной особенностью является выбор пороговой функции, на основе которой нейронная сеть будет фильтровать данные по степени их значимости. Для этого в каждой ячейке S находится сумматор, оценивающий порог на основе стандартных функций, вида:

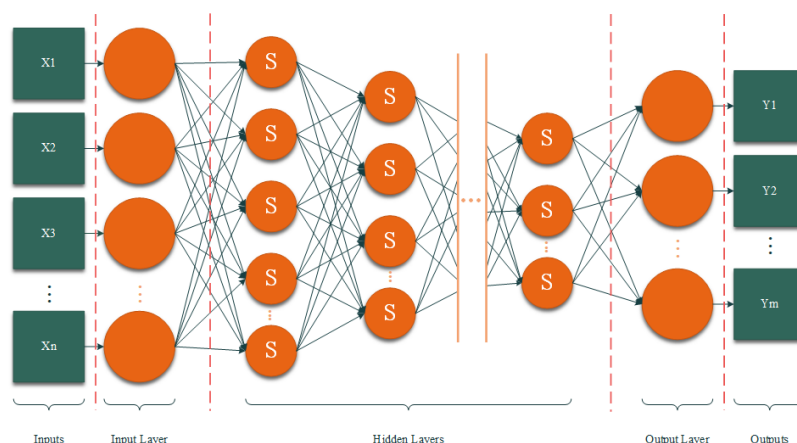


Рис. 2. Общий принцип построения нейронной сети
Fig. 2. General principle of building neural networks

$$y = F\left(\sum_{i=0}^n w_i x_i\right),$$

где x_i — входы нейрона; w_i — весовые коэффициенты синаптических связей нейрона. При этом $x_0 = -1$, а w_0 — пороговый уровень нейрона.

Результаты и обсуждение

Для апробации построения моделей устойчивого развития была выбрана Мурманская область, были собраны статистические данные по показателям, характеризующими экономическую, социальную и экологическую сферы за 30 лет с 1988 по 2019 годы (<https://gks.ru>; <https://murmanskstat.gks.ru/>). 2019 год был выбран как контрольный: количественные модели были построены на основе данных с 1988 по 2018 гг., а результат прогноза на 2019 и 2020 года сравнивался с фактическим значением. Эта мера необходима для дальнейшей оценки качества полученных моделей.

Вопрос выбора количественных показателей для оценки устойчивого развития регионов описывается в трудах Перелет Р.А., Диденко Н.И. и Radion. М [6, 10, 11]. На основе данной методики были выбраны ключевые показатели по каждой из трех сфер, наиболее емко их характеризующие. Важными критериями выбора показателей являлась однозначность описания показателем оцениваемой характеристики или сферы, численная измеримость и доступность данных в официальных источниках.

Экономическая сфера оценивается следующими показателями:

- Валовой региональный продукт;
- Объем инвестиций в основной капитал;
- Оборот розничной торговли;
- Внешнеторговый оборот;
- Индекс потребительских цен;
- Уровень безработицы;
- Коэффициент естественного прироста;
- Доход на душу населения;
- Численность экономически-активного населения;
- Оборот розничной торговли;

- Индекс промышленного производства;
- Индекс производства сельского хозяйства.

Социальная сфера оценивается показателями:

- Индекс развития человеческого потенциала;
- Количество больниц и учреждений здравоохранения для взрослого населения;
- Количество детских больниц и учреждений здравоохранения;
- Количество досуговых центров на 1000 чел.;
- Количество школ и учреждений среднего уровня образования;
- Количество учреждений среднего специального и профессионального образования;
- Количество высших учебных заведений;
- Уровень развитости дорожной сети в % от общего числа территорий;
- Количество вокзалов и аэропортов;
- Количество пользователей мобильных телесистем;
- Количество пользователей сети интернет.

Экологическая:

- Уровень выбросов CO_2 ;
- Загрязнение атмосферного воздуха;
- Уровень загрязнения питьевой воды;
- Уровень загрязнения источников питьевого и рекреационного назначения;
- Уровень загрязнения почв селитебных территорий;
- Процент изменения геологической среды;
- Процент изменения детской смертности;
- Процент пороков развития новорожденных;
- Средняя продолжительность жизни;
- Изменение заболеваемости;
- Доля онкологических заболеваний;
- Доля промышленных предприятий от общего числа;
- Эффективная доля облучения;
- Деформации земной поверхности;
- Процент уменьшения биоразнообразия.

Собранные статистические данные, представляющие собой временные ряды, были проверены на стационарность, в случае выявления не стационарности была проведена проверка на гетероскедастичность. Для построения модели распределенного лага была проведена оценка корреляционной и автокорреляционной взаимосвязи. Нейронная сеть строилась с использованием трех скрытых слоев и была обучена на 1000 итераций.

В результате построения ADL модели была полученная следующая система взаимосвязанных уравнений с соответствующими параметрами:

$$\begin{cases} y_t^1 = f(0,98y_{t-1}^1 + 0,23x_{t-5}^1 + 0,45y_{t-1}^2 - 0,87x_{t-1}^2 + 0,69y_{t-1}^3 + 0,85x_{t-1}^4 - 0,25y_{t-1}^3 + 0,11x_t^5); \\ y_t^2 = f(0,66y_t^1 + 0,39y_{t-1}^3 - 0,02x_t^6 + 0,12y_{t-1}^1); \\ y_t^3 = f(0,79x_{t-1}^3 + 0,58x_t^8 + 0,36x_t^5 + 0,55x_t^7 + 0,88x_t^6 - 0,24y_{t-1}^3 + 0,67x_{t-5}^9). \end{cases}$$

По полученной модели был построен прогноз на 2019 и 2020 годы. Качество прогнозирования оценивалось путем сравнения прогностических результатов и фактических на 2019 год на основе RSME ошибки. Полученный результат составил 13,22. Учитывая, что RMSE отражает абсолютную оценку в виде отклонения предсказанных значений от фактических, то очевидно, что бли-

зость значения ошибки к нулю говорит о высокой точности модели. В классической статистической оценке значение ошибки на один порядок меньше исходных данных говорит о допустимой точности, применительно к линейным моделям. В данном случае масштаб ошибки на пять порядков меньше масштаба анализируемых данных, т.е. при среднем значении показателя ВВП в сотни тысяч трлн. рублей величина ошибки составляет чуть более десяти трлн., что составляет 0,01% и явно говорит о высоком качестве полученных прогностических значений.

Нейросетевая модель после процесса обучения определяла взаимосвязи в автоматическом режиме, но результаты получились схожими с моделью ADL. Результаты распределения весов также были сведены в систему:

$$\begin{cases} y_t^1 = f(0,96y_{t-1}^1 + 0,45x_{t-5}^7 + 0,40y_{t-1}^2 - 0,88x_{t-1}^2 + 0,66y_{t-1}^3 + 0,89x_{t-1}^4 - 0,25y_{t-1}^3 - 0,11x_t^8); \\ y_t^2 = f(0,506y_t^1 + 0,33y_{t-1}^3 - 0,08x_t^6 + 0,12y_{t-1}^1); \\ y_t^3 = f(0,29x_{t-1}^4 + 0,59x_t^8 + 0,41x_t^5 + 0,75x_t^8 + 0,80x_t^6 - 0,25y_{t-1}^3 + 0,66x_{t-5}^9). \end{cases}$$

Полученные прогностические значения на примере ВВП РФ приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение прогностических и фактически значений ВВП, трлн. рублей
Table 1 Comparison of forecast and actual values of GDP, trillion rubles

Фактические значения	ADL	Нейронная сеть
109608,3	109798,4	109872,2
107315,3	106775,6	107297

Качество прогноза составило 11,08, что на 26% выше результатов ADL модели. В целом схожесть результатов подтверждает сравнимую точность предлагаемых моделей, а стало быть говорит о возможности применения обеих из них для решения задачи прогнозирования устойчивого развития.

Сравнить результативность полученной модели с другими в настоящее время не представляется возможным, так как реально просчитанных комплексных моделей устойчивого развития арктических территорий на данный момент нет. Предлагаемые авторами Ивановым Е.С. и Шелковым В. модели развития территорий наиболее близки к цели текущего исследования, но отражают лишь часть сфер (в большей степени упор делается на экологическую и экономическую сферы), влияющих на устойчивость и не имеют возможности к масштабированию до уровня арктической зоны [25, 26]. Чернова Е.С. формирует более широкую эконометрическую модель на уровне отдельного региона (Кемеровская область), но результатом является выведение структурной формы, без дальнейшей количественной оценки. Все рассматриваемые модели носят концептуальный характер и не имеют численной оценки, что позволяет судить о результатах исследования безотносительно и опираться исключительно на величину полученной RMSE.

Также стоит отметить, что модель на основе нейронной сети, предлагаемая автором статьи, является собой предпочтительный вариант математического моделирования устойчивого развития, особенно в сравнении с ADL-моделью, в особенности за счет потенциала возможностей и охвата оцениваемых факторов. Учитывая успешные способы внедрения моделей нейронных сетей в технических отраслях, можно с уверенностью сказать, что применение такого подхода для оценки территориального развития будет вполне уместным и актуальным, что подтверждает низкая ошибка прогнозирования и, как следствие, высокая точность.

Заключение

Описанный в «Стратегии развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности» подход возможен именно в форме устойчивого развития, реализация которого должна складываться из следующих этапов:

1. определение основных факторов устойчивого развития для отдельных регионов;
2. классификация определенных факторов по трем основным группам: экономика, социум и экология, с целью дальнейшего формирования блоков модели;
3. моделирование и анализ полученных расчётных данных;
4. принятие управленческих решений по корректировке курса и методов реализации стратегии развития.

В ходе проводимого исследования были решены все поставленные цели и задачи:

- предложено два типа экономико-математических моделей для оценки и прогнозирования устойчивого развития;
- приведен качественный сравнительный анализ полученных прогностических результатов;
- построены количественные модели на основе данных по Мурманской области и проведена количественная оценка качества полученных прогностических результатов;
- описан выбор предпочтительной модели для прогнозирования устойчивого развития арктических регионов.

Полученные в ходе исследования результаты отражают новизну взгляда на возможные методики прогнозирования экономического развития и формирование прогностических моделей. Особенно явно это прослеживается в области применения методики к большим данным, что наиболее актуально на данный момент.

Проведенное исследование подтверждает необходимость формирования моделей устойчивого развития территорий, а также дает основу для дальнейшего уточнения рассматриваемых моделей с целью повышения их точности и расширения сферы применения, масштабирования.

Направление дальнейших исследований стоит связать с формированием более глобальных кластерных моделей, описывающих не только отдельные регионы, но и всю арктическую зону в целом. Еще более перспективным будет подход с включением в кумулятивную модель всех регионов Российской Федерации, с выверенным подбором факторов для каждого из них. Оценка возможного многомерного влияния факторов позволит получить более полную картину экономической системы РФ в целом, что, несомненно, приведет к возможности совершения точечных изменений и своевременных управленческих решений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антипов С.К. «Разработка модели инновационной экономики в арктических регионах России (на примере Ямало-Ненецкого автономного округа)», Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 1 (63). С. 99–109.
2. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год / под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. — М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. 298 с.
3. Baker S. 2006. Sustainable Development. New York, NY: Routledge.
4. Хайдуков Д.С., Тасалов К.А. Основы обеспечения устойчивого развития городской агломерации // Материалы XIV Международной конференции МГУ «Государственное управление в XXI веке», — М.: «Университетская книга», 2017. С. 783–789. ISBN: 978-5-91304-707-6
5. Хайдуков Д.С., Тасалов К.А. Реализация концепции устойчивого развития в региональном управлении // Сборник материалов I научно-практической конференции «Эффективное управление», МГУ. — М.: Издательство «Полиграф сервис», 2015, 206 с. ISBN: 978-5-86388-218-5.

6. **Перелет Р.А.** Выявление показателей устойчивого развития // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. ВИНТИ — 1995. — № 6.
7. **Гущин А.Н.** Теория устойчивого развития города: учебное пособие / А.Н. Гущин. — 2-е изд. — Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. — 232 с.
8. **Антипов С.К., Журавлева А.А.** «Возможные подходы развития арктических территорий с применением нейросетевой модели», В сборнике: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. В 3-х частях. 2019. С. 455–458.
9. **Антипов С.К.** Разработка модели арктического пространства с использованием нейросетового подхода В книге: Арктические горизонты 21 века. Санкт-Петербург, 2018. С. 164–172.
10. **Didenko N.I., Romashkina E.S.** Assessment of the Influence of the Extraction of Energy Resources on the Environment. 2018 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 180 (1), 012014.
11. **Didenko N., Skripnuk D., Mirolubova O., Radion M.** Analysis of rural areas development of the region using the ADL-model. 2017 Research for Rural Development. 2, p. 142–147.
12. **Romashkina G.F., Didenko N.I., Skripnuk D.F.** 2017 Socioeconomic modernization of Russia and its Arctic regions Studies on Russian Economic Development 28 (1), pp. 22–30.
13. **Drucker P.F.** Innovation and Entrepreneurship/ edited by K.S. Golovinsky. — Moscow; SPb; Kiev: Williams, 2007. — 423 p. — ISBN: 5-84591-195-7.
14. **Иволга А.Г., Чаплицкая А.А.** Обоснование подхода к понятию устойчивого развития экономики региона, Биоресурсы и природопользование, № 1-2, 2014.
15. **Васенко В.Е.** Определение уровня устойчивого развития региона на основе методики оценки устойчивого развития, Региональная экономика: теория и практика, № 1, 2013.
16. **Асланян А.А., Карпенко Д.В., Кудряшова Е.П.** «Стратегии развития отраслей экономики как фактор устойчивого развития», № 12-1, 2016, с. 222–227.
17. **Ozkan R., Schott S.** Sustainable Development and Capabilities for the Polar Region // Social Indicators Research. — 2013 — Vol. 114 — Pp. 1259–1283.
18. **Бердицкий А.И.** Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации и климатические аспекты экологической и гидрометеорологической безопасности 2018 Энергетическая политика, № 4, с. 3–10.
19. **Зайков К.С., Кондратов Н.А., Кудряшова Е.В., Липина С.А., Чистобаев А.И.** Сценарии развития арктического региона (2020–2035 гг.) // Арктика и Север. 2019. № 35. С. 5–24. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.35.5
20. **Гутман С.С., Басова А.А.** Индикаторы устойчивого развития арктической зоны Российской Федерации: проблемы выбора и измерения Арктика: экология и экономика, — 2017, № 4 (28), с. 32–48.
21. **Едисеева Т.О.** Особенности устойчивого развития арктических регионов Экономика и бизнес: теория и практика, — 2020, № (63) 5-1, с. 173–176.
22. **Сахаров А.Г., Андропова И.В.** Устойчивое развитие арктических территорий Канады: цели и результаты // Вестник международных организаций, 2020, Т. 15 № 4 С. 140–162. DOI: 10.17323/1996-7845-2020-04-07
23. **Zeijl-Rozema A., Ferraguto L., Caratti P.** Comparing region-specific sustainability assessments through indicator systems: Feasible or not? // Ecological Economics [Elsevier]. — 2011 — 70 (3). — Pp. 475–486.
24. **Лебедев Б.М.** «Устойчивое развитие регионов требует новой модели развития страны», В сборнике: Актуальные проблемы менеджмента: повышение стратегической устойчивости регионов и предприятий. Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 197–202.
25. **Иванов Е.С.** «В поисках успешной модели устойчивого развития сельских территорий как вектора социально-экономического развития» Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 4-2 (38). С. 53–58.
26. **Шевлоков В., Казанчева Х.** «Концепция устойчивого регионального развития и прогнозная модель социально-экономического развития аграрно-промышленного региона» Международный сельскохозяйственный журнал. 2008. № 6. С. 31–34.
27. **Чернова Е.С.** Построение эконометрической модели устойчивого развития региона (на примере Кемеровской области). Проблемы. Поиск. Решения, — 2012, № 21 (252), с. 60–64.

REFERENCES

1. **S.K. Antipov**, «Razrabotka modeli innovatsionnoy ekonomiki v arkticheskikh regionakh rossii (na primere yamalo-nenetskogo avtonomnogo okruga)», Sever i rynok: formirovaniye ekonomicheskogo poriadka. 2019. № 1 (63). S. 99–109.
2. Doklad o chelovecheskom razvitii v Rossiyskoy Federatsii za 2016 god / pod red. S.N. Bobyleva, L.M. Grigoryeva. — M.: Analiticheskiy tsentr pri Pravitelstve Rossiyskoy Federatsii, 2016. 298 s.
3. **S. Baker**, 2006. Sustainable Development. New York, NY: Routledge.
4. **D.S. Khaydukov, K.A. Tasalov**, Osnovy obespecheniya ustoychivogo razvitiya gorodskoy aglomeratsii // Materialy XIV Mezhdunarodnoy konferentsii MGU «Gosudarstvennoye upravleniye v XXI veke», — M.: «Universitetskaya kniga», 2017. S. 783–789. ISBN: 978-5-91304-707-6.
5. **D.S. Khaydukov, K.A. Tasalov**, Realizatsiya kontseptsii ustoychivogo razvitiya v regionalnom upravlenii // Sbornik materialov I nauchno-prakticheskoy konferentsii «Effektivnoye upravleniye», MGU. — M.: Izdatelstvo «Poligraf servis», 2015, 206 c. ISBN: 978-5-86388-218-5.
6. **R.A. Perelet**, Vvyavleniye pokazateley ustoychivogo razvitiya // Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov. VINITI — 1995. — № 6.
7. **A.N. Gushchin**, Teoriya ustoychivogo razvitiya goroda: uchebnoye posobiye / A.N. Gushchin. — 2-ye izd. — Moskva; Berlin: Direkt-Media, 2015. — 232 s.
8. **S.K. Antipov, A.A. Zhuravleva**, «Vozmozhnyye podkhody razvitiya arkticheskikh territoriy s primeneniym neyrosetvoy modeli», V sbornike: Nedelya nauki SPbPU. Materialy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Institut promyshlennogo menedzhmenta, ekonomiki i trgovli. V 3-kh chastyakh. 2019. S. 455–458.
9. **S.K. Antipov**, Razrabotka modeli arkticheskogo prostranstva s ispolzovaniym neyrosetovogo podkhoda V knige: Arkticheskiye gorizonty 21 veka. Sankt-Peterburg, 2018. S. 164–172.
10. **N.I. Didenko, E.S. Romashkina**, Assessment of the Influence of the Extraction of Energy Resources on the Environment. 2018 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 180 (1), 012014.
11. **N. Didenko, D. Skripnuk, O. Mirolubova, M. Radion**, Analysis of rural areas development of the region using the ADL-model. 2017 Research for Rural Development. 2, p. 142–147.
12. **G.F. Romashkina, N.I. Didenko, D.F. Skripnuk**, 2017 Socioeconomic modernization of Russia and its Arctic regions Studies on Russian Economic Development 28 (1) pp. 22–30.
13. **P.F. Drucker**, Innovation and Entrepreneurship/ edited by K.S. Golovinsky. — Moscow; SPb; Kiev: Williams, 2007. — 423 p. — ISBN: 5-84591-195-7.
14. **A.G. Ivolga, A.A. Chaplitskaya**, Obosnovaniye podkhoda k ponyatiyu ustoychivogo razvitiya ekonomiki regiona, Bioresursy i prirodnopolzovaniye, №1-2, 2014
15. **V.Ye. Vasenko**, Opredeleniye urovnya ustoychivogo razvitiya regiona na osnove metodiki otsenki ustoychivogo razvitiya, Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika, № 1, 2013.
16. **A.A. Aslanyan, D.V. Karpenko, Ye.P. Kudryashova**, «Strategii razvitiya otrasley ekonomiki kak faktor ustoychivogo razvitiya», № 12-1, 2016, s. 222–227.
17. **R. Ozkan, S. Schott**, Sustainable Development and Capabilities for the Polar Region // Social Indicators Research. — 2013 — Vol. 114 — R. 1259–1283.
18. **A.I. Berditskiy**, Ustoychivoye razvitiye Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii i klimaticheskkiye aspekty ekologicheskoy i gidrometeorologicheskoy bezopasnosti 2018 Energeticheskaya politika, № 4, s. 3–10.
19. **K.S. Zaykov, N.A. Kondratov, N.A. Kudryashova, S.A. Lipina, A.I. Chistobayev**, Stsenarii razvitiya arkticheskogo regiona (2020–2035 gg.) // Arktika i Sever. 2019. № 35. S. 5–24. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.35.5
20. **S.S. Gutman, A.A. Basova**, Indikatory ustoychivogo razvitiya arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii: problemy vybora i izmereniya Arktika: ekologiya i ekonomika, — 2017, № 4 (28), s. 32–48.
21. **T.O. Yediseyeva**, Osobennosti ustoychivogo razvitiya arkticheskikh regionov Ekonomika i biznes: teoriya i praktika, — 2020, № (63) 5-1, s. 173–176.
22. **A.G. Sakharov, I.V. Andronova**, Ustoychivoye razvitiye arkticheskikh territoriy Kanady: tseli i rezultaty // Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy, 2020, T. 15, № 4. S. 140–162. DOI: 10.17323/1996-7845-2020-04-07
23. **A. Zeijl-Rozema, L. Ferraguto, P. Caratti**, Comparing region-specific sustainability assessments through indicator systems: Feasible or not? // Ecological Economics [Elsevier]. — 2011 — 70 (3). — R. 475–486.



24. **В.М. Лебедев**, «Ustoychivoye razvitiye regionov trebuyet novoy modeli razvitiya strany», V sbornike: Aktualnyye problemy menedzhmenta: povysheniye strategicheskoy ustoychivosti regionov i predpriyatiy. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sankt-Peterburg, 2021. S. 197–202.
25. **Ye.S. Ivanov**, «V poiskakh uspeшной modeli ustoychivogo razvitiya selskikh territoriy kak vektora sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya» Konkurentosposobnost v globalnom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. 2017. № 4-2 (38). S. 53–58.
26. **V. Shevlov, X. Kazancheva**, «Kontseptsiya ustoychivogo regionalnogo razvitiya i prognoznaya model sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya agrarno-promyshlennogo regiona» Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. 2008. № 6. S. 31–34.
27. **Ye.S. Chernova**, Postroyeniye ekonometricheskoy modeli ustoychivogo razvitiya regiona (na primere Kemerovskoy oblasti). Problemy. Poisk. Resheniya, – 2012, № 21 (252). s. 60–64.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

АНТИПОВ Сергей Константинович

E-mail: skantipov@gmail.com

Sergey K. ANTIPOV

E-mail: skantipov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7593-9483>

Поступила: 07.11.2021; Одобрена: 15.12.2022; Принята: 16.12.2022.

Submitted: 07.11.2021; Approved: 15.12.2022; Accepted: 16.12.2022.