

ISSN 2220-802X

СЕВЕР И РЫНОК

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

ТОМ 28 • № 4 • 2025



0+ ISSN 2220-802X

НАУЧНО - ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

СЕВЕР И РЫНОК

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

ТОМ 28 • № 4 • 2025

СЕВЕР И РЫНОК: формирование экономического порядка

Рецензируемый научно-информационный журнал — профессиональное академическое издание в области региональной экономики, первый в Российской Федерации научный журнал, более двадцати лет назад сосредоточивший внимание на экономических и социальных аспектах североведения и арктиковедения. В журнале публикуются статьи, посвящённые вопросам анализа и прогноза изменений в экономике и социальной сфере регионов и муниципалитетов российского и зарубежного Севера и Арктики.

Основная цель издания — предоставление широким слоям научной общественности и практическим работникам возможности публиковать результаты исследований социально-экономических процессов на Севере и в Арктике, знакомиться с различными точками зрения на актуальные проблемы развития экономики и общества, принимать участие в дискуссиях по обсуждаемым темам.

Журнал основан в 1998 году чл.-корр. РАН Г. П. Лузиным

Периодичность выхода журнала — 4 раза в год

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Федосеев С. В., докт. экон. наук, доц. (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агарков С. А., докт. экон. наук, проф. (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Иванова М. В., докт. экон. наук, проф. (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Козьменко С. Ю., докт. экон. наук, проф. (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Павлова С. А., отв. секретарь (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Рябова Л. А., канд. экон. наук, доц. (Институт экономических

проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Скуфьяна Т. П., докт. экон. наук, проф. (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Череповицын А. Е., докт. экон. наук, проф., зам. главного редактора (Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия)

Череповицына А. А., канд. экон. наук, доц. (Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, Апатиты, Россия)

Ответственные редакторы номера:

канд. экон. наук, доц. Д. Л. Кондратович, канд. экон. наук, доц. А. Б. Николаева

Все статьи проходят обязательное рецензирование. Позиция редакции необязательно совпадает с мнением автора. Ответственность за подбор и изложение материалов несут авторы публикаций.

С требованиями к авторам статей и редакционной политикой журнала, а также с архивом номеров можно ознакомиться на сайте журнала по адресу: <http://www.iep.kolasc.net.ru/journal/>.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Журнал индексируется в реферативных и полнотекстовых базах: Scopus, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), DOAJ, BASE, Ulrich's Periodicals Directory, Scilit, ВИНТИ РАН, Российском центре научной информации («Белый список» журналов).

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

Scopus

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

ULRICHSWEB[™]
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

BASE

scilit

Crossref

Google Scholar

ISSN 2220-802X

© Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, 2025
© ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр РАН», 2025

0+ ISSN 2220-802X

SCIENTIFIC AND INFORMATIONAL JOURNAL

THE NORTH AND THE MARKET

FORMING THE ECONOMIC ORDER

volume 28 • no. 4 • 2025

THE NORTH AND THE MARKET: Forming the Economic Order

The North and the Market: Forming the Economic Order is a peer-reviewed academic journal dedicated to regional economics. It was the first Russian scientific journal to emphasize the economic and social aspects of research on the North and the Arctic. The journal publishes articles devoted to analyzing and forecasting changes in the economic and social aspects of regions and municipalities in both Russian and international Northern and Arctic territories.

The journal aims to serve the wider research community and practitioners by providing a forum to publish studies on socio-economic processes in the North and the Arctic. It fosters engagement with diverse perspectives on pressing issues related to economic and social development and encourages scholarly discussions on these topics.

The journal was founded in 1998 by G. P. Luzin,
a Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

Publication frequency: Quarterly (4 issues per year)

Founder: Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences

CHIEF EDITOR

S. V. Fedoseev, DSc (Economics), Associate Professor (Luzin Institute for Economic Studies of KSC RAS, Apatity, Russia)

EDITORIAL BOARD

S. A. Agarkov, Doctor of Economic Sciences, Professor (Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

M. V. Ivanova, Doctor of Economic Sciences, Professor (Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

S. Yu. Koz'menko, Doctor of Economic Sciences, Professor (Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

S. A. Pavlova, Executive Secretary (Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

L. A. Riabova, PhD (Economics), Associate Professor (Luzin Institute

for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

T. P. Skufina, Doctor of Economic Sciences, Professor (Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

A. E. Cherepovitsyn, Doctor of Economic Sciences, Professor, Deputy Chief Editor (St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia)

A. A. Cherepovitsyna, PhD (Economics), Associate Professor (Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, Apatity, Russia)

Executive Editors:

Dmitry L. Kondratovich, PhD (Economics), Associate Professor,

Anna B. Nikolaeva, PhD (Economics), Associate Professor

All articles undergo a rigorous peer-review process. The editorial board's views do not necessarily reflect those of the authors. Authors are solely responsible for the selection and presentation of their materials.

Detailed guidelines for authors, the journal's editorial policy, and the archive of past issues are available on the journal's website: <http://www.iep.kolasc.net.ru/journal/>.

The journal 'The North and the Market: Forming the Economic Order' is included in the list of peer-reviewed journals recognized for publishing academic research required for the conferment of PhD and Doctor of Sciences degrees.

The journal is indexed in the following abstract and full-text databases: Scopus, Russian Science Citation Index (RSCI), DOAJ, BASE, Ulrich's Periodicals Directory, Scilit, VINITI RAS, and Russian Center for Scientific Information (the "White List").

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

Scopus

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

ULRICHSWEB[™]
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

BASE

scilit

Crossref

Google Scholar

ISSN 2220-802X

© Luzin Institute for Economic Studies of KSC of RAS, 2025
© Federal Research Centre "Kola Science Centre of RAS", 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

Торопушина Е. Е.
Государственно-частное партнерство в сфере развития социальной инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации **7**

Губина О. В., Проворова А. А.
Оценка последствий изменения климата и обоснование потребности в адаптации к ним в регионах Российской Арктики **23**

Кондратьева В. И., Барашкова А. С.
Направления и факторы изменения возрастной структуры населения в арктических районах Республики Саха (Якутия) **41**

Прокопьев А. В., Пучкова Н. В., Тимофеева Н. В., Симакова А. В., Аверьянов А. О.
Северный рынок труда в региональной экономике ресурсного типа: пример Ханты-Мансийского автономного округа — Югры **57**

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

Кобылинская Г. В.
Валовой региональный продукт как индикатор экономической безопасности в регионах Арктической зоны Российской Федерации **74**

Тимушев Е. Н.
Оценка различий в программных расходах бюджетов северных и остальных регионов России **91**

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Череповицын А. Е., Мекерова И. А.
К вопросу устойчивого развития производства металлов платиновой группы: экологический и экономический фокус **104**

Юрак В. В., Игнатьева М. Н., Комарова О. Г., Французов Б. В.
Методическое обеспечение оценки эколого-экономической эффективности освоения техногенных месторождений: ретроспективный анализ, особенности северных регионов **122**

Мякшин В. Н., Петров В. Н., Чижова Л. А., Песьякова Т. Н.
Исследование структурных сдвигов в арктических регионах при распространении инвестиционного спроса через межотраслевые связи **138**

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Скворцова И. В., Тесля А. Б., Сомов А. Г., Чжан Ся
Интеграция искусственного интеллекта в экономику Арктики: перспективы российско-китайского сотрудничества **152**

Батыров А. М., Ильинский А. А., Красников А. А.
О возможностях применения инновационной технологии строительства надземных магистральных трубопроводов в Арктической зоне Российской Федерации **169**

Антипов С. К., Белошицкий А. В., Дубгорн А. С., Ильин И. В., Лёвина А. И.
Анализ технологического развития Арктики на основе семантических атрибутивных графов и многокритериального внимания **182**

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Ульченко М. В., Кондратович Д. Л.
Специфические особенности и проблемы взаимодействия населения и органов власти в развитии арктических муниципальных образований (на примере Мурманской области) **193**

CONTENTS

SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT AND THE LABOR MARKET IN THE RUSSIAN NORTH AND ARCTIC

<i>Toropushina E. E.</i> Public-private partnerships and the development of social infrastructure in the Russian Arctic	7
<i>Gubina O. V., Provorova A. A.</i> Assessing climate change impacts and the need for adaptation in Russia's Arctic regions	23
<i>Kondratieva V. I., Barashkova A. S.</i> The population age structure in the Arctic regions of the Republic of Sakha (Yakutia): Trends and drivers of change .	41
<i>Prokopen A. V., Puchkova N. V., Timofeeva N. V., Simakova A. V., Averianov A. O.</i> The northern labor market in a resource-based regional economy: The case of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug—Yugra	57

FISCAL POLICY AND ECONOMIC SECURITY IN THE RUSSIAN ARCTIC

<i>Kobylinskaya G. V.</i> Gross regional product as an indicator of economic security in the Russian Arctic	74
<i>Timushev E. N.</i> Differences in public funding expenditures between northern and non-northern Russian regions	91

INDUSTRIAL AND SECTORAL GROWTH IN THE RUSSIAN NORTH AND ARCTIC

<i>Cherepovitsyn A. E., Mekerova I. A.</i> Towards sustainable development in platinum group metals production: Environmental and economic perspectives	104
<i>Yurak V. V., Ignatieva M. N., Komarova O. G., Frantsuzov B. V.</i> A methodological framework for assessing the environmental and economic efficiency of mining anthropogenic deposits: A retrospective analysis focused on northern regions	122
<i>Myakshin V. N., Petrov V. N., Chizhova L. A., Pesyakova T. N.</i> Structural shifts in the Arctic economy driven by the spillover of investment demand across industries	138

ECONOMIC INNOVATIONS IN NORTHERN AND ARCTIC REGIONS

<i>Skvortsova I. V., Teslya A. B., Somov A. G., Zhang X.</i> Integrating artificial intelligence into the Arctic economy: Prospects for Russian-Chinese cooperation	152
<i>Batyrov A. M., Ilyinsky A. A., Krasnikov A. A.</i> An innovative approach to constructing elevated pipelines in the Russian Arctic	169
<i>Antipov S. K., Beloshitsky A. V., Dubgorn A. S., Ilyin I.V., Levina A. I.</i> Analysis of the Arctic's technological development based on semantic attribute graphs and multi-criteria attention	182

URBAN DEVELOPMENT IN THE ARCTIC

<i>Ulchenko M. V., Kondratovich D.L.</i> Characteristics and challenges of public–government interaction in the development of Arctic municipalities: A case study of the Murmansk region	193
--	------------

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ
РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

Научная статья

УДК 334.723, 332.1

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.001

ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ РАЗВИТИЯ
СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**Екатерина Евгеньевна Торопушина**

Институт экономических проблем имени Г. П. Лузина Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия, e.toropushina@ksc.ru, ORCID 0000-0002-5263-2902

Аннотация. Значимый вклад в развитие нашей страны уже продолжительное время вносит реализация различных форм партнерства государства, бизнеса и общества, а одним из инструментов, расширяющих возможности государства в решении вопросов социального развития, является государственно-частное партнерство. В условиях ограниченных финансовых, технологических и инновационных ресурсов государственного сектора этот институт обеспечивает реализацию проектов по реконструкции и созданию социальной инфраструктуры, что является крайне востребованным на арктических территориях, характеризующихся низким уровнем обеспеченности населения объектами здравоохранения, образования, культуры и спорта. Данная работа вносит вклад в исследование проблемы развития государственно-частного партнерства в социальной сфере арктических территорий России и расширяет знания в этой области науки. Цель статьи заключается в выявлении основных трендов развития института государственно-частного партнерства в социальной сфере Арктической зоны Российской Федерации, определении проблематики и направлений совершенствования системы государственного управления в этой сфере. В работе были использованы методы контент-анализа, логического и сравнительного анализа. Исследование позволило установить, что в регионах Российской Арктики социальное государственно-частное партнерство развито недостаточно — опыт реализации проектов есть, но сфера развития социальной инфраструктуры находится на периферии рынка. Для решения существующих проблем необходимо формирование дифференцированных механизмов государственной поддержки этого института, постоянное совершенствование системы преференций и льгот, внедрение новых инструментов для финансирования социальных проектов, популяризация и имплементация лучших практик государственно-частного партнерства. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных результатов в практике государственного управления регулированием государственно-частного партнерства в сфере развития социальной инфраструктуры арктических регионов и России в целом. Дальнейшее изучение данного направления будет включать углубленное исследование зарубежного опыта развития государственно-частного партнерства, определение лучших практик реализации социальных проектов в Российской Арктике, детальное сравнение государственно-частного партнерства и традиционных государственных закупок.

Ключевые слова: социальная инфраструктура, государственно-частное партнерство, концессия, проект, Арктическая зона Российской Федерации

Благодарности: статья подготовлена в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» в части проведения научно-исследовательской работы Института экономических проблем им. Г. П. Лузина по теме «Научные основы управления социальным развитием регионов российской Арктики в условиях новых глобальных вызовов» (гос. рег. № 123012500053-2).

Для цитирования: Торопушина Е. Е. Государственно-частное партнерство в сфере развития социальной инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 7–22. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.001.

SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT AND THE LABOR MARKET IN THE RUSSIAN NORTH AND ARCTIC

Original article

PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS AND THE DEVELOPMENT
OF SOCIAL INFRASTRUCTURE IN THE RUSSIAN ARCTIC**Ekaterina E. Toropushina**

Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia, e.toropushina@ksc.ru, ORCID 0000-0002-5263-2902

Abstract. For many years, different forms of cooperation between government, the private sector, and society have played an important role in Russia's development. Public-private partnerships (PPPs) are among the key mechanisms that expand the government's capacity to address social development challenges. Given the limited financial, technological, and innovative resources of the public sector, PPPs help advance projects aimed at reconstructing and creating social infrastructure, which is vital for the Arctic, where access to healthcare, education, cultural institutions, and sports facilities remains inadequate. This article contributes to the study of PPPs in the social sphere of the Russian Arctic and broadens existing knowledge in this field. The aim of the research is to identify the main trends in the development of social-sector PPPs in the Russian Arctic and to outline the key problems and opportunities for improving public administration in this area. The study employs content analysis as well as logical and comparative methods. The findings show that social-sector PPPs remain underdeveloped across the Russian Arctic. Although some experience in project implementation exists, social infrastructure development occupies only a marginal position in the PPP market. Addressing these issues will require differentiated mechanisms of government support, continuous refinement of incentives and benefits, the introduction of new financing tools for social projects, and the wider dissemination of best practices in PPP management. The practical significance of this study lies in the potential application of its findings to public administration and the regulation of PPPs aimed at developing social infrastructure in the Russian Arctic and in Russia more broadly. Future research will include a more in-depth examination of international PPP experience, the identification of best practices for social project implementation in the Russian Arctic, and a detailed comparison of PPPs with traditional public procurement.

Keywords: social infrastructure, public-private partnership, concession, project, Russian Arctic

Acknowledgments: This article is based on the research conducted at the Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences under Project No. 123012500053-2 titled "The Scientific Foundations of Social Development Management In Russia's Arctic Regions Amid Emerging Global Challenges".

For citation: Toropushina E. E. Public-private partnerships and the development of social infrastructure in the Russian Arctic. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 7–22. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.001.

Введение

Обеспечение функционирования единых систем отраслей социальной инфраструктуры (здравоохранения, образования, культуры и спорта) на национальном уровне традиционно относится к прерогативе государства — такой подход характерен не только для России, но и в целом для мировой практики государственного управления. Вместе с тем имеющиеся ресурсы государства не всегда позволяют удовлетворять потребности населения в доступности объектов и услуг отраслей социальной инфраструктуры. Уже длительное время значимый вклад в развитие социальной инфраструктуры вносит реализация различных форм социального партнерства государства, бизнеса и общества: государственно-частного партнерства (ГЧП), корпоративной социальной ответственности, сотрудничества, спонсорства и фандрайзинга [1; 2]. Одним из основных механизмов, позволяющих эффективно решать вопросы развития социальной инфраструктуры и одновременно выступающих финансовым инструментом реализации проектов по созданию и модернизации объектов здравоохранения, образования, культуры и спорта, является ГЧП.

В условиях ограниченных бюджетных ресурсов государственного сектора ГЧП может сократить бюджетные расходы, реконструировать существующую и построить новую социальную инфраструктуру. ГЧП позволяет аккумулировать ресурсы государства и бизнеса, направляемые на развитие социальной инфраструктуры, обеспечивает реализацию финансово емких инфраструктурных проектов. Как отмечают Д. Гримси и М. Льюис, «государственно-

частное партнерство заполняет пробел между государственными традиционными проектами и полной приватизацией» [3].

К настоящему времени ГЧП стало довольно популярным механизмом реализации инфраструктурных проектов в социальной сфере и доказало свою эффективность во многих странах [4]. ГЧП в мировой теории и практике рассматривается как действенный метод, направленный на удовлетворение растущего спроса на социальную инфраструктуру. По сравнению с полной государственной собственностью участие бизнес-структур может способствовать удовлетворению потребности социальной инфраструктуры, трансформации государственных функций, снижению финансового бремени, диверсификации инвестиций, реализации распределения рисков и повышению эффективности [5]. ГЧП уже не является чем-то новым, но оно становится все более важным для расширения возможностей социально-экономического развития той или иной территории. Проекты модернизации и строительства объектов социальной инфраструктуры создают дополнительный источник развития для бизнес-структур, одновременно добавляя эффективность и капитал частного сектора в государственные начинания.

Успех ГЧП в развитии социальной инфраструктуры различных стран широко представлен в исследованиях многих ученых. Саджида и Б. Кусумасари [6] на основе анализа реализации ГЧП-проектов в системе образования 12 различных стран сформулировали семь факторов успеха таких инициатив: 1) политическая приверженность

и сотрудничество; 2) подотчетность; 3) законодательное регулирование и стандартизация процедуры ГЧ; 4) тщательное планирование и хороший дизайн объекта социальной инфраструктуры; 5) комплексный анализ затрат и выгод на раннем этапе; 6) общественная поддержка; 7) создание специализированного подразделения в органах власти. Перечисленные факторы отражают важность четких целей, эффективной коммуникации и прочных партнерских отношений между государственным и частным секторами для достижения успеха. Э. Соллхейм-Киле, О. Лэдре и Я. Лёне в своей работе [7], посвященной исследованию реализации ГЧП в социальной инфраструктуре Норвегии, выделили три существенных преимущества социальных ГЧП-проектов на основе теории агентств: а) объединение интересов государственного и частного секторов для создания синергии; б) получение реляционных выгод; в) частичная передача риска эксплуатации и обслуживания на этап проектирования. Есть целый ряд других исследований, подтверждающих преимущества реализации ГЧП в сфере развития социальной инфраструктуры (см., например, работы [8–12]).

Вместе с тем существующая практика реализации ГЧП-проектов в сфере социальной инфраструктуры неоднозначна. Действительно, с одной стороны, есть много положительных примеров, когда реализация социальных ГЧП-проектов показала высокую эффективность. Среди них можно отметить, например, проект по строительству и модернизации Территориальной больницы Стентона в Йеллоунайфе (Северо-Западные территории, Канада), реализация которого позволила вдвое расширить размеры этого объекта здравоохранения, создать на его базе новые отделения для стационарной и амбулаторной помощи, медицинские лаборатории и клиники, открыть новые рабочие места для медицинского персонала [2]. С другой стороны, часть социальных проектов ГЧП терпит неудачу, как, например, строительство больницы New Karolinska Solna в Стокгольме (Швеция), в ходе которого возникли серьезные организационные и функциональные проблемы, что привело к значительному увеличению государственного финансирования проекта [13].

Некоторые ученые полагают, что зачастую неудачи при реализации ГЧП-проектов происходят из-за стремления частной стороны необоснованно увеличивать их стоимость, чтобы максимально избежать рисков, при этом качество строительства неоднозначно лучше, а соотношение цены и качества услуг по управлению объектами на самом деле ниже [14]. А. Барретта и П. Руджеро [15], как и Б. Асерете, М. Гаска, Э. Стаффорд и П. Стэплтон [16], утверждают, что ГЧП не является более выгодным, чем традиционное государственное финансирование.

М. Адаму, Н. Кириакиду и Дж. Коннолли сформулировали три критических замечания в адрес ГЧП, реализуемого в Великобритании: чрезмерное стремление к внебалансовым операциям, относительно небольшие выгоды для частного сектора по сравнению со стоимостью заимствований и потенциально высокие профессиональные сборы [17]. В целом среди препятствий для эффективной реализации ГЧП ученые указывают нехватку квалифицированного персонала, слабый институциональный потенциал, неэффективную законодательную базу, отсутствие государственной политики и стратегии развития ГЧП, неясные процедуры инициирования таких проектов и т. д. [8; 18; 19].

Несмотря на то, что ценность ГЧП остается спорной, правительства многих стран применяют этот механизм, поскольку он способствует ускорению процесса развития социальной инфраструктуры, сокращению излишней нагрузки на государство при реализации проектов в этой сфере, тем более учитывая, что создание новой социальной инфраструктуры через традиционное (государственное) финансирование зачастую задерживается и оказывается дороже, чем изначально заложено в бюджете [3]. При этом в разных странах подходы к пониманию ГЧП отличаются (единого определения этого термина до сих пор не существует), как и формы его реализации на практике, что обусловлено различиями экономических, политических, социальных, институциональных и прочих условий. В зависимости от страны этот термин может охватывать различные транзакции, в которых частному сектору предоставляется право на деятельность, традиционно являющуюся ответственностью только государственного сектора — начиная от краткосрочных контрактов на управление (с небольшими или нулевыми капитальными затратами) и заканчивая концессионными контрактами (которые могут охватывать весь спектр работ по проектированию, финансированию, строительству и эксплуатации существенных капитальных активов) или совместными предприятиями (с разделением собственности между государственным и частным секторами). Диапазон сущностного определения ГЧП обширен — от юридически закрепленной системы отношений государства и бизнеса при реализации конкретного проекта до любого сотрудничества органов власти и предпринимателей на договорной основе [20]. ГЧП, реализуемое в целях инфраструктурного развития отдельных стран, демонстрирует различия государств в определении приоритетности тех или иных отраслей: в одних странах ГЧП иницируется преимущественно в транспортном секторе, в других — в энергетическом, в третьих — в жилищном или коммунальном. Но есть государства, где лидирующие позиции по

приоритетности реализации ГЧП-проектов занимает именно социальная инфраструктура [21]. Так, в Канаде на инфраструктуру образования и здравоохранения приходится около 40 % всех проектов ГЧП, в Великобритании — более 55 % (тогда как, например, в Китае — лишь около 8 % всех ГЧП-проектов) [22].

В России институт ГЧП утвердился уже довольно прочно и стал одним из действенных инструментов, способствующих решению различного рода задач и проблем развития территорий, а также реализации приоритетов экономического и социального развития на долговременную перспективу [23–25]. В целом уже сформирована нормативная правовая база, регулирование реализации ГЧП-проектов на общероссийском уровне осуществляется в соответствии с федеральными законами «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в РФ»¹ и «О концессионных соглашениях»², но донастройка регулирования ГЧП-законодательства продолжается [26].

Довольно обширна практика реализации ГЧП-проектов в России — их общее количество уже превысило пять тысяч (но их соотношение с инфраструктурными проектами, реализуемыми в рамках выполнения традиционного государственного заказа, составляет 1 к 3 в пользу государственных проектов [27]). Наиболее распространенной формой ГЧП в нашей стране, в том числе и в регионах Российской Арктики, является концессионное соглашение (КС), применяемое еще в дореволюционной России, в меньшей степени распространены соглашения о государственно-частном партнерстве (СГЧП) и муниципально-частном партнерстве (СМЧП). В отраслевом разрезе лидерами являются транспортная сфера (по объему инвестиций) и коммунально-энергетическая (по количеству проектов). Реализация ГЧП-проектов в сфере развития социальной инфраструктуры нашей страны пока недостаточно активна, несмотря на то что эта сфера лежит в основе общественного развития (не только социального, но и экономического) [28]. В сфере развития социальной инфраструктуры Российской Арктики институт ГЧП не сильно развит — практика ГЧП в социальной сфере у регионов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) уже есть, но она имеет, скорее, несистемный характер. Вместе с тем существующий низкий уровень обеспеченности населения АЗРФ социальной инфраструктурой диктует необходимость его значительного повышения [28], в том числе и за счет развития и расширения практики

реализации ГЧП-проектов в этой сфере, что и определяет актуальность данного исследования.

Цель работы заключается в выявлении основных трендов развития института ГЧП в социальной сфере АЗРФ, определении проблематик и направлений совершенствования системы государственного управления в этой сфере. Автор ставит перед собой задачи провести анализ развития ГЧП в социальной сфере АЗРФ и выявить основные тренды в контексте происходящих преобразований общероссийского рынка ГЧП. Научная новизна проведенного исследования заключается в систематизации имеющегося арктического опыта реализации ГЧП в сфере развития социальной инфраструктуры и определении основных направлений дальнейшего совершенствования института ГЧП как важного инструмента реализации социально ориентированного государственного регулирования и управления, обеспечивающего рост качества жизни населения АЗРФ. Практическая значимость полученных результатов определяется возможностью их применения в практике государственного управления как основы информированного принятия решений, а также в качестве базы аналитических и прогнозных исследований развития ГЧП в России и ее арктических регионах.

Методы

В ходе работы были использованы научные методы логического и сравнительного анализа. Исследование основывалось также на контент-анализе российских и зарубежных научных публикаций, результатах предыдущих исследований автора. В данной статье автор акцентирует внимание на исследовании реализации ГЧП-проектов в области создания социальной инфраструктуры в АЗРФ.

В статье не исследуются некоторые формы реализации ГЧП (имеющие отдельные признаки ГЧП и относимые, как правило, к квазиГЧП), такие как: контракт жизненного цикла, офсетный и энергосервисный контракты (регулируемые Федеральным законом 44-ФЗ), специальный инвестиционный контракт (488-ФЗ), договор с инвестиционными обязательствами и корпоративный офсет (223-ФЗ). Основная причина такого подхода заключается в том, что полная информация о применении этих форм ГЧП и в целом по России, и в регионах АЗРФ в настоящее время отсутствует. Следует также отметить, что не все из указанных форм квазиГЧП применяются в сфере развития социальной инфраструктуры. Практика реализации

¹ Федеральный закон от 13.07.2015 № 224-ФЗ (ред. 08.08.2024) «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений

в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

² Федеральный закон от 21.07.2005 № 115-ФЗ (ред. 22.07.2024) «О концессионных соглашениях». Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

ГЧП-проектов в арктических регионах других стран в данной работе не рассмотрена, однако автором такие исследования проводятся — их результаты представлены в ряде публикаций (личных и в соавторстве), например [2; 9].

Источником исходных данных являлись сведения, представленные на официальных сайтах Национального центра ГЧП, Платформы для подготовки проектов и привлечения инвестиций в инфраструктуру «Росинфра», ГИС Торги, Министерства экономического развития РФ, инвестиционных порталов и профильных министерств субъектов АЗРФ, в других открытых источниках.

Проводя анализ арктического рынка ГЧП автор учитывал только те проекты, которые реализованы непосредственно на территории АЗРФ³ за весь период развития ГЧП в постсоветской России. В исследовании рассмотрены ГЧП-проекты, действующие в рамках одной из классических форм ГЧП, применяемых при реализации инфраструктурных проектов в отраслях социальной сферы (здравоохранении, образовании, культуре и спорте): 1) соглашения о ГЧП/МЧП; 2) концессионного соглашения.

Результаты и обсуждение

Как было отмечено во введении, институт ГЧП в России уже стал одним из действенных инструментов, способствующих решению различного рода задач и проблем социально-экономического развития территорий, сформирована законодательная база и институциональная основа регулирования реализации ГЧП-проектов. Накоплен обширный практический опыт реализации ГЧП — к началу 2025 г. (за весь период развития ГЧП в постсоветской России) общее количество проектов превысило 5 тыс., а совокупный общий объем инвестиций составил более 5,5 трлн руб., включая около 4 трлн руб. — частных⁴. При этом с 2022 г., несмотря на сложную экономическую и геополитическую ситуацию, беспрецедентное санкционное давление, наблюдается значительный рост рынка ГЧП — в 2022–2023 гг. было заключено 801 КС и СГЧП/СМЧП (рис. 1), законтрактровано более 1,8 трлн руб. (рис. 2)⁵, в 2024 г. было заключено еще 275 КС и СГЧП/СМЧП на общую сумму более 2,3 трлн руб. (т. е. почти 30 % от всего объема инвестиций в проекты ГЧП за весь период их реализации в современной России), включая около 1,8 трлн руб. частных инвестиций⁶.

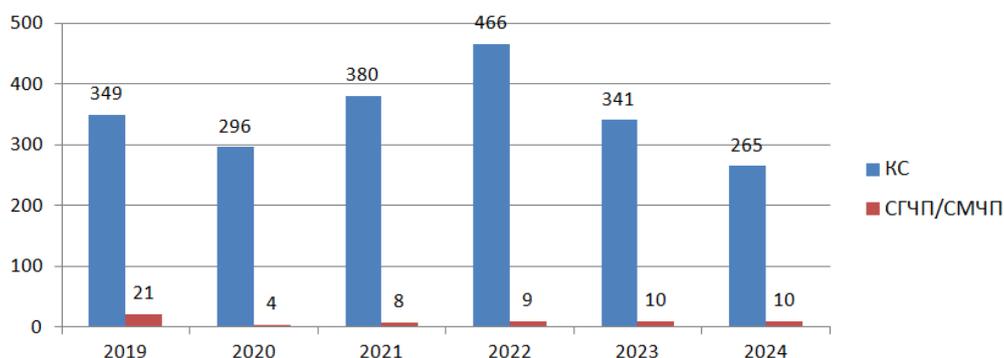


Рис. 1. Количество заключенных в РФ КС и СГЧП/СМЧП в 2019–2024 гг., ед. за год⁷

³ В Арктическую зону Российской Федерации на основании Указа Президента РФ от 02.05.2014 № 296 (ред. от 05.03.2020) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» и Федерального закона от 13.07.2020 № 193-ФЗ (ред. от 21.04.2025) «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации» в настоящее время включены полностью территории 4 субъектов: Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, а также отдельные территории (47 муниципальных образований) 6 субъектов: Архангельской области, Красноярского края, республик Карелия, Коми и Саха (Якутия), Ханты-Мансийского автономного округа.

⁴ Рассчитано автором на основе данных, представленных в [29] и на официальном сайте Минэкономразвития РФ: Мониторинг проектов в сфере ГЧП. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 10.03.2025).

⁵ Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 10.03.2025).

⁶ Источники: Объем соглашений ГЧП и концессий превысил 2 трлн руб. по итогам 2024 г.: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/obem_soglasheniy_gchp_ikoncessiy_prevysil_2trln_rubley_poitogam_2024_goda.html (дата обращения: 24.04.2025); Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 10.03.2025).

⁷ Сведения, представленные на рис. 1–4, рассчитаны автором на основе данных: Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 07.04.2025).

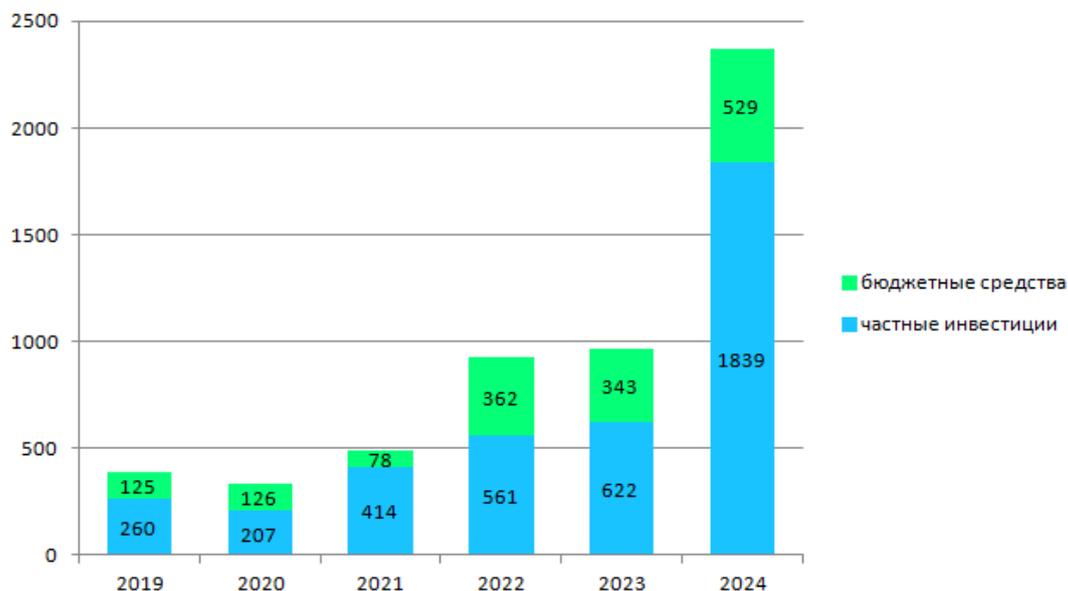


Рис. 2. Финансирование ГЧП-проектов (суммарно КС и СГЧП/СМЧП) в РФ в 2019–2024 гг. по источникам финансирования, млрд руб.

На 31.12.2024 г. в России в статусе действующих соглашений о реализации ГЧП-проектов (на стадии создания/реконструкции или эксплуатации объекта) находилось около 3,5 тыс. КС и СГЧП/СМЧП, которые в отраслевом разрезе были распределены крайне неравномерно. По количеству проектов лидирующие

позиции и в 2024 г., и в целом за весь период реализации ГЧП в России занимает коммунально-энергетическая сфера (рис. 3). По объему инвестиций на реализацию проектов, заключенных в 2024 г., лидером стала транспортная сфера (рис. 4).

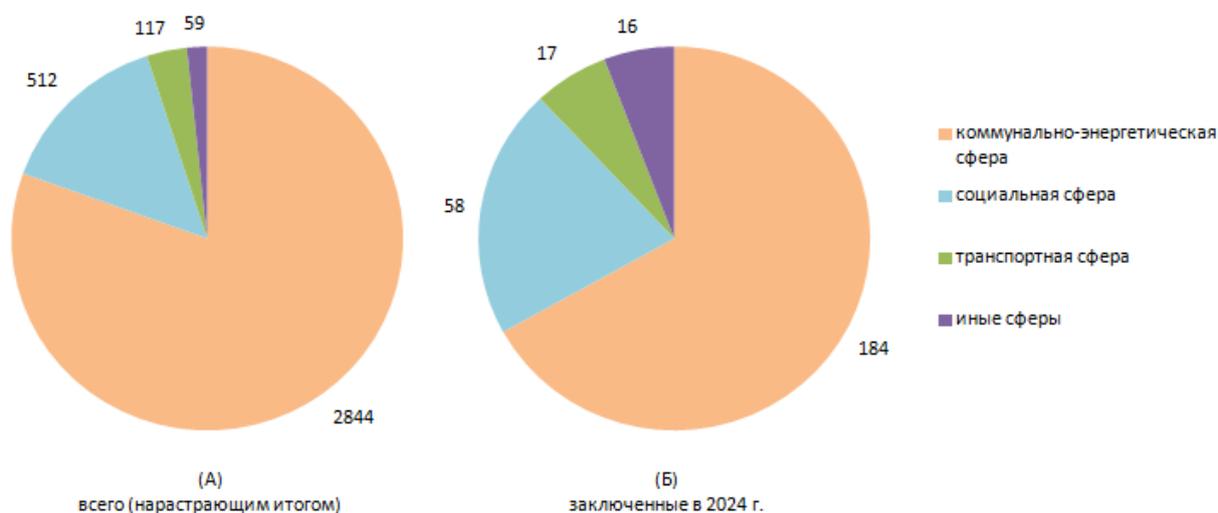


Рис. 3. Действующие в РФ ГЧП-проекты (КС и СГЧП/СМЧП) на стадии создания/реконструкции или эксплуатации объекта по сферам реализации, на 31.12.2024 г., ед.: (А) — всего (нарастающим итогом); (Б) — заключенные в 2024 г.

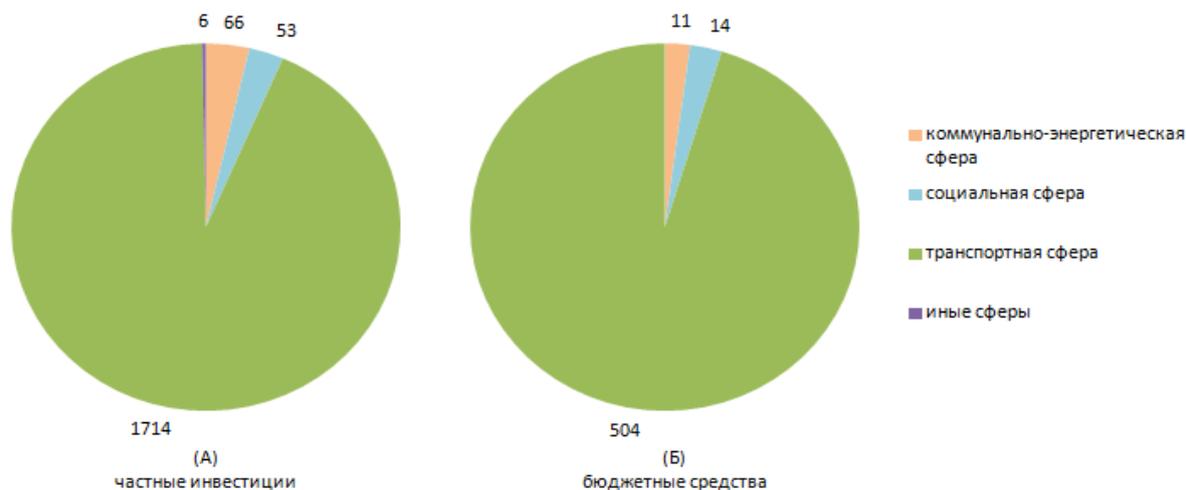


Рис. 4. Финансирование ГЧП-проектов (КС и СГЧП/СМЧП), заключенных в РФ в 2024 г., по сферам реализации, млрд руб.: (А) — частные инвестиции; (Б) — бюджетные средства

На сегодняшний день социальная сфера пока не является приоритетным направлением при реализации инфраструктурных проектов ГЧП в России, хотя и наблюдаются некоторые позитивные изменения в последнее время. Так, в 2024 г. 21 % всех ГЧП-проектов был заключен в отраслях социальной сферы, но среди всех действующих (на конец 2024 г.) КС и СГЧП/СМЧП доля социальных проектов значительно ниже — лишь 14,5 %. Лидирующие позиции среди отраслей социальной сферы по реализации ГЧП-проектов занимает образование (как по количеству действующих КС и СГЧП/СМЧП, так и по объему инвестиций), далее следуют спорт (второе место по количеству проектов и третье — по инвестициям) и здравоохранение (второе место по объему инвестиций и третье — по количеству проектов).

Ключевым драйвером развития рынка ГЧП продолжает оставаться Правительство РФ, инициирующее различные федеральные меры поддержки, стимулирующее реализацию программ институтов развития и специализированных фондов [29]. Для устранения инфраструктурных ограничений и расширения практики реализации ГЧП-проектов по инициативе Министерства РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики в сентябре 2021 г. была запущена программа «Дальневосточная концессия», действие которой распространялось и на два региона, входящих в АЗРФ — Чукотский АО и Республику Саха (Якутия), а спустя год была запущена «Арктическая концессия», охватывающая остальные регионы, входящие в АЗРФ [30]. Но, несмотря на рост интереса к социальным

ГЧП-проектам со стороны частных инвесторов и органов власти арктических регионов и муниципалитетов, принятие на федеральном уровне мер по стимулированию привлечения инвестиций в инфраструктурные проекты и снятие законодательных барьеров⁸, практическая реализация арктической концессии пока не получила широкого распространения в силу ряда причин: а) инструмент лишь недавно был внедрен в практику государственного регулирования; б) до сих пор не разработаны действенные методики оценки эффективности социальных ГЧП-проектов (включая оценку рисков проектирования и эксплуатации социальной инфраструктуры); в) негативное влияние оказывает реализуемая политика ЦБ РФ как в части установления высокой учетной ставки, что приводит к отсутствию дешевого долгосрочного заемного финансирования, так и в части практически отсутствия нововведений в работу по развитию финансового рынка, что в условиях зачастую недостаточных собственных финансовых ресурсов у арктических регионов приводит к низкому уровню развития ГЧП в АЗРФ.

Тем не менее ГЧП-проекты, в том числе и в сфере развития социальной инфраструктуры, в АЗРФ реализуются.

В Ямало-Ненецком АО в статусе действующих соглашений реализуется 13 СМЧП (все — в социальной сфере) и 31 КС (25 — в коммунально-энергетической, 4 — в транспортной, 2 — в иных сферах). Еще 8 ГЧП-проектов уже завершено, при этом 7 из них реализованы в сфере развития социальной инфраструктуры (было осуществлено строительство

⁸ Федеральный закон от 10.07.2023 № 296-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

организаций дошкольного и школьного образования, общий объем инвестиций составил 4,8 млрд руб.) и лишь 1 — в коммунально-энергетической сфере (20,7 млн руб.). По объему инвестиций на реализацию всех действующих в регионе проектов (без учета федеральных) лидером является транспортная сфера (51,2 млрд руб., включая 43,4 млрд руб. — частных), далее следует коммунально-энергетическая сфера (19 млрд руб., включая 18,5 млрд руб. — частных) и иные сферы (18,8 млрд руб., включая 14,8 млрд руб. — частных). Проекты в сфере развития социальной инфраструктуры имеют не столь значимое финансирование — 10 млрд руб., включая 3,2 млрд руб. частных инвестиций⁹.

В Мурманской области в статусе действующих соглашений о реализации ГЧП-проектов (на стадии создания/реконструкции или эксплуатации объекта) находится 13 КС, которые в отраслевом разрезе распределены следующим образом: 9 КС реализуется в коммунально-энергетической сфере (еще 2 были завершены в 2021 г.), 4 — в сфере создания инфраструктуры спорта (6,4 млрд руб., включая 4 млрд руб. — частных)¹⁰. При этом на создание новых спортивных объектов приходится 65 % инвестиций (общий объем финансирования всех реализуемых КС в регионе составляет около 9,8 млрд руб.). Первое социальное КС в Мурманской области было заключено в 2019 г., в рамках которого предусмотрено строительство крытого катка МАУ ГСЦ «Авангард» в Мурманске (372 млн руб., включая 41 млн руб. — частных). Также в Мурманске в 2023 г. посредством реализации КС началось строительство двух физкультурно-оздоровительных комплексов (на 1,2 и 1,3 млрд руб.) и еще одного — в 2024 г. (3,5 млрд руб., включая 2,5 млрд руб. — частных)¹¹.

В Чукотском АО в статусе действующих реализуется 15 КС, из которых 3 — в сфере спорта, 11 — в коммунально-энергетической сфере и 1 — в сфере туризма. Еще 2 КС уже завершено (по одному в сферах спорта и бытового обслуживания). По объему инвестиций на реализацию КС в регионе лидером является коммунально-энергетическая сфера (31,1 млрд руб., из которых лишь 1,3 млрд руб. —

частных инвестиций). Проекты в сфере развития социальной инфраструктуры имеют не столь значимые инвестиции — 1,6 млрд руб., включая 1,0 млрд руб. частных¹². В рамках единственного СГЧП, реализуемого в Чукотском АО, заключенного на период с 28.10.2021 по 28.10.2025 г., в пгт. Угольные Копи завершено строительство инфекционного корпуса больницы: изначально стоимость создания объекта должна была составить 331 млн руб., однако объем инвестиций в процессе реализации проекта был увеличен в 2,4 раза — общая стоимость в результате составила 805 млн руб. (включая около 200 млн руб. частных инвестиций)¹³.

В Республике Саха (Якутия), на территории, включенной в АЗРФ, в настоящее время реализуется 4 соглашения о ГЧП в сфере образования (все заключены на период 2015–2026 гг.) на 0,9 млрд руб. (только частные инвестиции). В регионе накоплен большой практический опыт реализации социальных ГЧП-проектов: помимо уже четырех указанных, на неарктических территориях также реализуется 15 СГЧП (одно из которых включает создание 12 объектов) и 5 КС в сфере образования, по одному СГЧП — в сферах здравоохранения и культуры¹⁴. С 2019 г. в республике реализуется первый в России концессионный проект по созданию объекта отдыха и оздоровления детей — круглогодичный детский центр «Полярная звезда» (с общим объемом инвестиций 2,7 млрд руб.)¹⁵.

На арктической территории Архангельской области реализуется 14 КС, 11 из которых — в коммунально-энергетической сфере (с суммарным объемом общих инвестиций 19,7 млрд руб.), еще 1 — в сфере бытового обслуживания. В социальной сфере реализуется 2 КС (оба — в Архангельске, в сфере образования): в 2023 г. началось строительство межвузовского студенческого кампуса мирового уровня «Арктическая звезда» на базе САФУ (общая стоимость создания объекта 30,7 млрд руб., включая 8,6 млрд руб. — частных) и общеобразовательной школы (2,7 млрд руб., включая 1,2 млрд руб. — частных инвестиций). Еще один социальный ГЧП-проект на арктической территории региона был

⁹ Рассчитано на основе данных Проектного офиса Ямало-Ненецкого АО: офиц. сайт. URL: <https://xn--e1agcdpdecjrg1a2g.xn--80aze9d.xn--p1ai/activity/14889/> (дата обращения: 24.04.2025).

¹⁰ Рассчитано на основе данных Министерства развития Арктики и экономики Мурманской области: офиц. сайт. URL: <https://minec.government.ru/activities/gchp/> (дата обращения: 16.04.2025).

¹¹ Источник: ГИС Торги: офиц. сайт. URL: <https://torgi.gov.ru/new/public> (дата обращения: 05.05.2025).

¹² Рассчитано на основе данных Инвестиционного портала Чукотского АО: офиц. сайт. URL: <https://www.chukotka-invest.ru/partnership> (дата обращения: 22.04.2025).

¹³ Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: <https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudars>

tvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 23.03.2025).

¹⁴ Источники: База проектов: офиц. сайт платформы «Росинфра». URL: <https://dpo.rosinfra.ru/base-projects> (дата обращения: 05.05.2025); Министерство экономики Республики Саха (Якутия): офиц. сайт. URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gchp> (дата обращения: 18.04.2025); Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 30.04.2025).

¹⁵ Министерство экономики Республики Саха (Якутия): офиц. сайт. URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gchp> (дата обращения: 18.04.2025).

завершен в 2024 г. — КС по созданию спортивного комплекса в Онеге с общим объемом инвестиций 7 млн руб. Также на всей территории региона (соответственно, и на арктической ее части) реализуется проект по созданию цифровой образовательной платформы (единственный проект в форме СГЧП) с общим объемом инвестиций 12 млн руб. Помимо уже указанных ГЧП-проектов, в Архангельской области, на неарктической ее территории, реализуется (на 31.12.2024 г.) еще 46 КС (44 в коммунально-энергетической и 2 в транспортной сферах)¹⁶.

В Красноярском крае, на территории, включенной в АЗРФ, в настоящее время реализуется 5 ГЧП-проектов (КС). Два из них направлены на развитие социальной инфраструктуры г. Норильска: КС по созданию спортивно-развлекательного центра (на период 2014–2034 гг. с общим объемом инвестиций 25 млн руб.) и развлекательно-досугового центра (на период 2011–2026 гг. — на 23 млн руб.). Три проекта на арктической территории края реализуется в коммунально-энергетической сфере (суммарно на 521 млн руб.), а еще 3 КС в этой сфере завершены. Несмотря на большой практический опыт ГЧП в Красноярском крае (на 31.12.2024 г. в статусе действующих реализовывалось около 150 КС), его применение в социальной сфере крайне мало: помимо уже рассмотренных двух проектов, в регионе к настоящему времени реализован лишь один социальный ГЧП-проект — КС по строительству детского сада в Красноярске (на период 2023–2038 гг. за счет бюджетного финансирования создания объекта на 541 млн руб.)¹⁷.

На арктической территории Республики Коми в настоящее время реализуется 2 ГЧП-проекта (КС) в коммунально-энергетической сфере (оба заключены на период 2021–2030 гг., общие инвестиции составляют 96 млн руб.); также частично на арктической территории региона реализуется ГЧП-проект (КС) по созданию/реконструкции автомобильной дороги Сыктывкар — Ухта — Печера — Усинск — Нарьян-Мар с общим объемом инвестиций около 6 млрд руб.¹⁸. Есть практика реализации ряда социальных ГЧП-проектов в республике (но не в ее арктической части): так, например,

в 2021 г. было заключено КС (на 10 лет) о строительстве/эксплуатации образовательного комплекса в с. Вильгорт с общим объемом инвестиций 1,9 млрд руб.

В Ханты-Мансийском АО, на территории, включенной в АЗРФ, в настоящее время реализуется лишь 1 ГЧП-проект в коммунально-энергетической сфере (КС заключено на период 2022–2047 гг., общий объем финансирования составит 479 млн руб., включая 192 млн руб. частных инвестиций). При этом уровень развития рынка ГЧП в целом в регионе высокий (но на неарктической его территории), что положительно сказывается и на реализации проектов в отраслях социальной сферы: так, по состоянию на 31.12.2024 г. реализовывалось 12 КС в сфере образования (с общим объемом инвестиций 22,8 млрд руб., включая 16 млрд руб. — частных) и 7 — в сфере спорта (2,1 млрд руб., включая 0,8 млрд руб. — частных). Ранее была завершена реализация еще 7 ГЧП-проектов в сфере образования (13,9 млрд руб., включая 9 млрд руб. — частных), 2 — в сфере культуры (0,4 млрд руб. частных инвестиций) и по одному в сферах здравоохранения (10,9 млрд руб., включая 4,6 млрд руб. — частных) и спорта (50 млн руб., включая 15 млн руб. — частных)¹⁹.

В Ненецком АО и на арктической территории Республики Карелия в настоящее время действующих ГЧП-проектов нет. В Ненецком АО был реализован лишь 1 ГЧП-проект в коммунально-энергетической сфере — КС на период 2010–2017 гг. с инвестициями (только частными) на сумму 3 млн руб.²⁰. В Республике Карелия, на территории, включенной в АЗРФ, было реализовано 2 проекта — КС на периоды 2018–2020 гг. и 2019–2022 гг. в коммунально-энергетической сфере с общим объемом инвестиций 0,2 млрд руб. (следует отметить, что на неарктической территории региона ГЧП-проекты реализуются более активно, но преимущественно в коммунально-энергетической сфере — 11 действующих КС, еще 1 реализуется в сельском хозяйстве; в социальной сфере ни одного ГЧП-проекта реализовано не было)²¹.

Помимо рассмотренных выше проектов, в АЗРФ также реализуется еще 2 федеральных ГЧП-проекта в транспортной сфере. Первый — ключевой

¹⁶ Источники: Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 23.03.2025); ГИС Торги: офиц. сайт. URL: <https://torgi.gov.ru/new/public> (дата обращения: 05.05.2025).

¹⁷ Источники: те же.

¹⁸ Источник: Реестр проектов ГЧП: офиц. сайт Инвестиционного портала Республики Коми. URL: https://invest.rkomi.ru/pages/reestr_proektov_gcp (дата обращения: 07.04.2025).

¹⁹ Источник: Перечень проектов ГЧП, концессионных соглашений: офиц. сайт Инвестиционного портала Ханты-Мансийского АО. URL:

<https://investugra.ru/support/partnership/perechen-proektov-gchp-kontsesionnykh-soglasheniy/> (дата обращения: 16.04.2025).

²⁰ Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 30.04.2025).

²¹ Источник: Корпорация развития Республики Карелия: офиц. сайт. URL: <https://kareliainvest.ru/p/gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo> (дата обращения: 30.04.2025).

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

инфраструктурный проект РФ — создание Северного широтного хода (железнодорожной магистрали, соединяющей Полярный Урал, Ямал и север Красноярского края), в рамках которого осуществляется строительство железнодорожного участка Обская — Салехард — Надым на территории Ямало-Ненецкого АО (КС на период 2018–2053 гг. с общим объемом финансирования 130,1 млрд руб.). Этот проект был временно приостановлен, но запуск его дальнейшей реализации запланирован в текущем году. Второй — строительство объектов инфраструктуры морского порта Мурманск (КС на период 2018–2043 гг. с общей стоимостью 38,2 млрд руб.)²².

Таким образом, в АЗРФ в целом накоплен уже довольно большой практический опыт реализации

проектов: только в статусе действующих сейчас на арктических территориях России реализуется более 100 ГЧП-проектов (рис. 5), в том числе 29 — в сфере развития социальной инфраструктуры (19 — в образовании, 8 — в спорте, по одному — в здравоохранении и культуре). Однако начиная с 2020 г. социальная сфера находится на периферии рынка ГЧП арктических территорий: если в 2019 г. в АЗРФ было заключено 15 новых социальных КС и СМЧП (т. е. 71 % от всех новых соглашений того года), то в дальнейшем относительно положительная динамика в этой сфере стала наблюдаться лишь в 2023–2024 гг. (рис. 6): суммарно за два года было заключено 7 социальных КС (5 — в сфере спорта, 2 — в образовании).

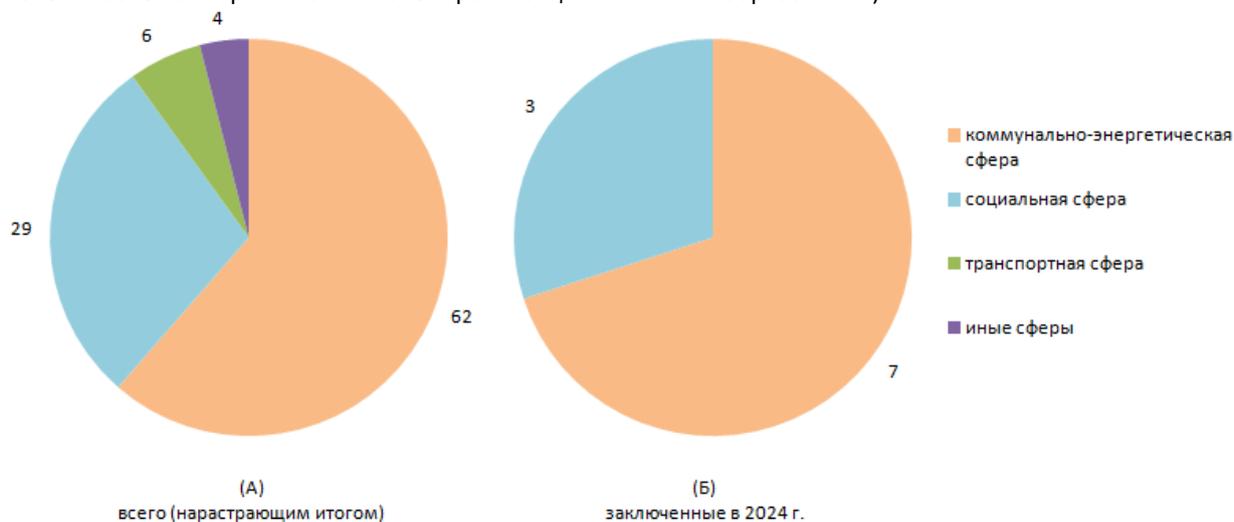


Рис. 5. Действующие в АЗРФ ГЧП-проекты (КС и СГЧП/СМЧП) на стадии создания/реконструкции или эксплуатации объекта по сферам реализации, на 31.12.2024 г., ед.: (А) — всего (нарастающим итогом); (Б) — заключенные в 2024 г.²³

Социальная сфера не является в АЗРФ и лидером по объему инвестиций. В отраслевом разрезе по объему финансирования всех действующих (на 31.12.2024 г.) в АЗРФ ГЧП-проектов лидером является транспортная сфера (общий объем инвестиций составил 219,5 млрд руб.), инвестиции в создание социальной инфраструктуры не столь значительны —

53,2 млрд руб. (рис. 7). По объему инвестиций на реализацию ГЧП-проектов, заключенных в 2024 г., лидером является коммунально-энергетическая сфера (общий объем инвестиций составил 15,6 млрд руб., включая 13,3 — частных), тогда как инвестиции в создание социальной инфраструктуры — 4,5 млрд руб. (включая 3,5 млрд руб. — частных).

²² Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarsvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 08.04.2025).

²³ Сведения, представленные на рис. 5–7, рассчитаны автором на основе данных: Мониторинг проектов в сфере ГЧП: офиц. сайт Минэкономразвития РФ. URL: https://economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp/ (дата обращения: 08.04.2025); База проектов: офиц. сайт Платформы «Росинфра». URL: <https://dpo.rosinfra.ru/base-projects> (дата обращения: 05.05.2025); ГИС Торги: офиц. сайт. URL: <https://torgi.gov.ru/new/public> (дата обращения: 05.05.2025); Проектный офис Ямало-Ненецкого АО: офиц. сайт. URL: <https://xn--e1agcdpdecjrg1a2g.xn--80aze9d.xn--p1ai/activity/17826/> (дата обращения: 24.04.2025); Министерство развития Арктики и экономики

Мурманской области: офиц. сайт. URL: <https://minec.gov-murman.ru/activities/gchp/> (дата обращения: 29.04.2025); Инвестиционный портал Чукотского АО: офиц. сайт. URL: <https://www.chukotka-invest.ru/partnership> (дата обращения: 22.04.2025); Корпорация развития Республики Карелия: офиц. сайт. URL: <https://kareliainvest.ru/p/gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo> (дата обращения: 30.04.2025); Инвестиционный портал Республики Коми: офиц. сайт. URL: https://invest.rkomi.ru/pages/reestr_proektov_gchp (дата обращения: 07.04.2025); Инвестиционный портал Ханты-Мансийского АО: офиц. сайт. URL: <https://investugra.ru/support/partnership/perechen-proektov-gchp-kontsessionnykh-soglasheniy/> (дата обращения: 16.04.2025); Министерство экономики Республики Саха (Якутия): офиц. сайт. URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gchp> (дата обращения: 18.04.2025).

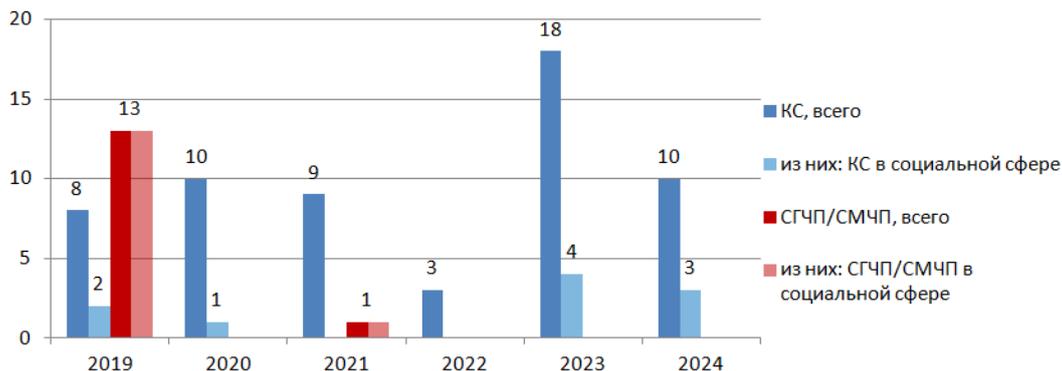


Рис. 6. Количество заключенных в АЗРФ КС и СГЧП/СМЧП в 2019–2024 гг., ед. за год

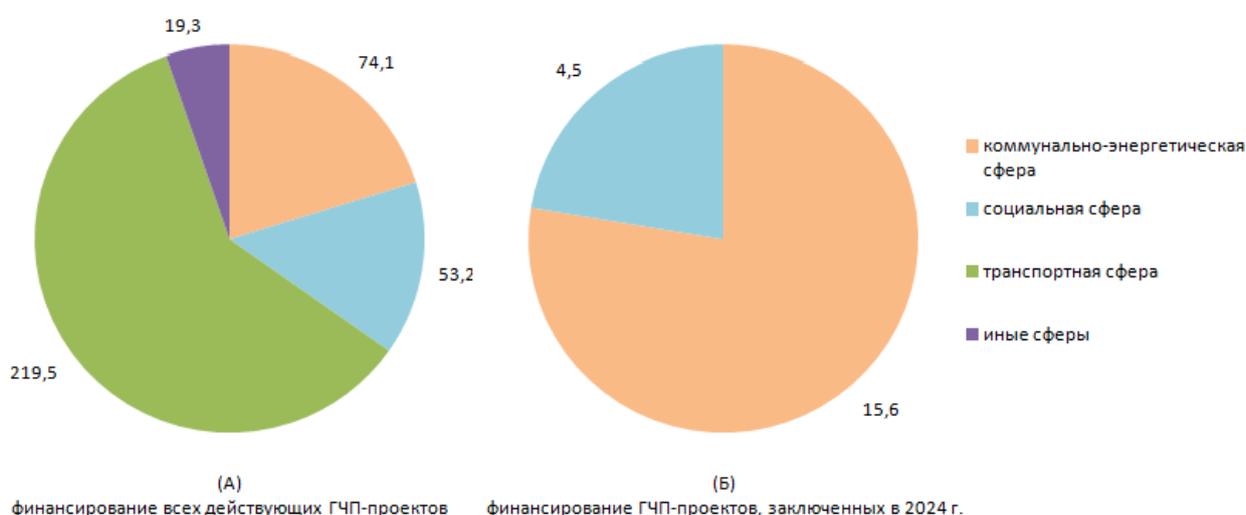


Рис. 7. Финансирование ГЧП-проектов, действующих в АЗРФ на 31.12.2024 г., по сферам реализации, млрд руб.: (А) — финансирование всех действующих ГЧП-проектов; (Б) — финансирование ГЧП-проектов, заключенных в 2024 г.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что в АЗРФ институт ГЧП в сфере развития социальной инфраструктуры к настоящему времени не сильно развит — практика реализации ГЧП-проектов в здравоохранении, образовании, культуре и спорте АЗРФ есть, но она имеет, скорее, несистемный характер. Среди основных причин можно отметить следующие:

1. В условиях высокой ключевой ставки ЦБ РФ происходит значительное удорожание заемных средств и сокращение доступных финансовых ресурсов для реализации ГЧП-проектов, особенно в регионах АЗРФ, поскольку именно здесь стоимость создания новых объектов социальной инфраструктуры значительно выше аналогичных, возводимых на неарктических территориях. Суровые природно-климатические условия, низкая транспортная

доступность, сложности поставки необходимых материалов и оборудования, высокие экологические императивы и прочие факторы, характеризующие арктическую специфику, значительно удорожают ГЧП-проекты.

2. Сокращаются возможности использования бюджетных средств — в текущем 2025 г., в связи с внесением поправок в Бюджетный кодекс РФ²⁴, количество новых КС и СГЧП/СМЧП в АЗРФ может еще сократиться, поскольку с 1 января установлены ограничения для дотационных регионов (в АЗРФ на данный момент к таковым относятся республики Карелия и Саха (Якутия), Архангельская область, Ненецкий и Чукотский автономные округа). Эти регионы будут лишены возможности реализовывать новые ГЧП-проекты, в случае если расходы по всем ГЧП-проектам достигнут 10 %

²⁴ Федеральный закон от 13.07.2024 № 177-ФЗ «О внесении изменений в Бюджетный кодекс РФ и отдельные

законодательные акты Российской Федерации». Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

ежегодного объема доходов. Федеральная поддержка лишь усугубит данные ограничения, поскольку она учитывается в расходах на реализацию ГЧП-проектов. Помимо этого, обязательства по СГЧП и КС (включающие ранее только плату концедента, а с 2025 г. и капитальные гранты) присоединяются к государственному долгу субъекта РФ, что также накладывает существенные ограничения на развитие ГЧП. В результате в дотационных регионах может сложиться ситуация, когда реализация ГЧП-проектов в сфере развития социальной инфраструктуры будет фактически заморожена или из-за значительно возросших рисков неисполнения обязательств государственной стороной будет наблюдаться невозможность предоставления заемного финансирования либо его существенное удорожание.

3. В недостаточной мере используются (или не используются вовсе) действенные инструменты для финансирования инфраструктурных проектов в АЗРФ. Так, один из основных инструментов прямого уменьшения стоимости финансирования — капитальный грант — в уже реализуемых в АЗРФ социальных ГЧП-проектах использовался крайне редко, тогда как именно в этой сфере его ценность наиболее высока, поскольку большинство проектов по созданию социальной инфраструктуры объективно не может рассчитывать на привлечение значимых внебюджетных средств. Еще один перспективный инструмент (пока не используемый в РФ), применение которого способствовало бы сокращению бюджетных расходов на реализацию социальных ГЧП-проектов, — инфраструктурные облигации, ориентированные исключительно на финансирование общественной инфраструктуры посредством реализации ГЧП, создающие эффект «окрашивания» бюджетных средств и позволяющие заменить банковское кредитование.

Существуют и другие не менее важные факторы, оказывающие негативное влияние на развитие рынка ГЧП в АЗРФ, среди которых можно отметить различные аспекты нормативного правового регулирования, организационного и финансового обеспечения, что, безусловно, требует продолжения донстройки этой сферы. Автором предложен ряд мер, внедрение которых в систему государственного управления регулированием ГЧП, позволит расширить практическую реализацию этого механизма в сфере развития социальной инфраструктуры АЗРФ, основными из которых являются:

— постоянное совершенствование системы налоговых льгот, преференций (государственных субсидий, гарантий) и других механизмов государственной поддержки для более активного участия бизнес-структур в реализации социальных ГЧП-проектов в АЗРФ;

— установление льготной процентной ставки (или ее субсидирование) по кредитам, привлекаемым для финансирования реализации ГЧП-проектов в сфере развития социальной инфраструктуры АЗРФ;

— установление пониженных коэффициентов рисков для социальных ГЧП-проектов, реализуемых в АЗРФ, на уровне 0–10 % (на данный момент у банков коэффициент риска для ГЧП-проектов составляет 100 %);

— исключение арктических регионов из сферы действия положений Бюджетного кодекса, касающихся установления ограничений реализации ГЧП-проектов в дотационных субъектах РФ;

— законодательное установление нормы об обязательстве исполнения КС и СГЧП/СМЧП на всем сроке реализации ГЧП-проекта вне зависимости от изменения доходов и расходов субъекта АЗРФ;

— расширение практики использования капитальных грантов (государственного софинансирования на этапе строительства объекта) при финансовом структурировании социальных ГЧП-проектов, реализуемых в АЗРФ;

— внедрение новых перспективных инструментов (в том числе инфраструктурных облигаций), способствующих привлечению инвестиций, сокращению бюджетных расходов и диверсификации источников финансирования социальных ГЧП-проектов в АЗРФ;

— создание единой платформы ГЧП, содержащей: все актуальные сведения об уже реализуемых социальных ГЧП-проектах в РФ; информацию о лучших российских практиках, рекомендуемых к тиражированию в АЗРФ; ежегодный план проектов ГЧП в социальной сфере АЗРФ, инициированных к реализации или уже доступных к закупкам.

Заключение

Институт ГЧП в России уже стал одним из действенных инструментов, способствующих решению различного рода задач и проблем социально-экономического развития территорий, сформирована законодательная база и институциональная основа регулирования реализации ГЧП-проектов. Однако социальная сфера не является приоритетным направлением при реализации ГЧП-проектов в России (хотя и наблюдаются некоторые позитивные изменения в последнее время). Не является социальной сфера и лидером по объему инвестиций как в АЗРФ, так и по России в целом. И для российской, и для арктической практики ГЧП характерен значительный крен в сторону коммунально-энергетической и транспортной сфер (в первой — по количеству проектов, во второй — по объему инвестиций).

В регионах Российской Арктики институт ГЧП в социальной сфере не сильно развит — опыт реализации

ГЧП-проектов в здравоохранении, образовании, культуре и спорте есть, но в последние годы сфера развития социальной инфраструктуры находится на периферии рынка, существующая практика имеет несистемный характер и институту ГЧП в АЗРФ необходимо развитие и расширение. Негативное влияние на развитие ГЧП в Российской Арктике оказывают сложная экономическая и геополитическая ситуация, беспрецедентное санкционное давление, а также специфические особенности этих территорий — суровый климат, малая численность населения, огромные расстояния между арктическими поселениями и пр. Тем не менее ГЧП-проекты в сфере создания, модернизации, эксплуатации социальной инфраструктуры в АЗРФ реализуются, запущена программа «Арктическая концессия», предусматривающая стимулирование привлечения частных инвестиций в инфраструктурные проекты. Вместе с тем система государственного управления регулированием ГЧП в социальной сфере нуждается в доработке, которая, по мнению автора, должна включать: формирование дифференцированных механизмов государственной поддержки ГЧП в АЗРФ, постоянное совершенствование системы преференций и льгот, внедрение новых инструментов для финансирования социальных ГЧП-проектов, популяризацию практик реализации ГЧП и обеспечение информационной открытости рынка инфраструктурных проектов в АЗРФ.

Теоретическая значимость исследования заключается в систематизации научных знаний по проблеме развития института ГЧП в социальной сфере АЗРФ как важного инструмента реализации государственной политики, обеспечивающей рост качества жизни населения АЗРФ, что призвано внести вклад в теорию управления территориями. Практическая значимость работы состоит в возможности использования полученных результатов в практике государственного управления развитием регионов АЗРФ, при корректировке деятельности по регулированию ГЧП (в части законодательного, организационного, финансового обеспечения), направленной на расширение применения этого механизма в сфере развития социальной инфраструктуры АЗРФ, а также в качестве базы аналитических и прогнозных исследований развития государственно-частного партнерства в России и ее арктических регионах.

Дальнейшее изучение данного направления требует проведения дополнительных научных исследований, включающих детальный сравнительный анализ реализации инфраструктурных проектов посредством ГЧП и традиционных государственных закупок, рассмотрение развития ГЧП в зарубежной Арктике, определение лучших практик реализации социальных ГЧП-проектов в АЗРФ и т. д.

Список источников

1. Социальное партнерство: НКО, бизнес, СМИ. М.: Агентство социальной информации, 2001. С. 130.
2. Торопушина Е. Е., Башмакова Е. П., Рябова Л. А. Социальная Арктика. Практики социального партнерства в развитии арктических территорий: научно-аналитический доклад. Апатиты: Кольский научный центр Российской академии наук, 2020. 76 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.442.6.
3. Grimsey D., Lewis M. K. Are Public Private Partnerships value for money?: Evaluating alternative approaches and comparing academic and practitioner views // Accounting forum. No longer published by Elsevier. 2005. No. 29 (4). P. 345–378. DOI: 10.1016/j.accfor.2005.01.001.
4. Roehrich J. K., Lewis M. A., George G. Are public-private partnerships a healthy option? A systematic literature review // Social Science and Medicine. 2014. No. 113 (7). P. 110–119. DOI: 10.1016/j.socscimed.2014.03.037.
5. Chou J. S., Pramudawardhani D. Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects // International Journal of Project Management. 2015. No. 33 (5). P. 1136–1150. DOI: 10.1016/j.ijproman.2014.12.003.
6. Sajida, Kusumasari B. Critical success factors of Public-Private Partnerships in the education sector // Public Administration and Policy: An Asia-Pacific Journal. 2023. No. 26 (3). P. 309–320. DOI: 10.1108/PAP-11-2022-0127.
7. Solheim-Kile E., Laedre O., Lohne J. Public-Private Partnerships: Agency costs in the privatization of social infrastructure financing // Project Management Journal. 2019. No. 50 (2). P. 144–160. DOI: 10.1177/8756972818824908.
8. Amovic G., Maksimovic R., Buncic S. Critical success factors for sustainable Public Private Partnership (PPP) in transition conditions: an empirical study in Bosnia and Herzegovina // Sustainability. 2020. No. 12 (17). P. 1–29. DOI: 10.3390/su12177121.
9. Торопушина Е. Е., Башмакова Е. П. Государственно-частное партнерство в социальной сфере арктических стран Европы // Вопросы государственного и муниципального управления. 2020. № 4. С. 167–190.
10. Медведева О. С., Левкина В. Н. Государственно-частное партнерство как инструмент развития инфраструктуры в России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 8–2. С. 270–276. DOI: 10.17513/vaael.1285.
11. Osei-Kyei R., Chan A. P., Javed A. A., Ameyaw E. E. Critical success criteria for public-private partnership projects: International experts' opinion // International Journal of Strategic Property Management. 2017. No. 21 (1). P. 87–100. DOI: 10.3846/1648715X.2016.1246388.

12. Babatunde S., Orawole A., Akinsiku E. O. Critical success factors in Public Private Partnership (PPP) on infrastructure delivery in Nigeria // *Journal of Facilities Management*. 2012. No. 10 (3). P. 212–225. DOI: 10.1108/14725961211246018.
13. Waluszewski A., Hakansson H., Snehota I. The public-private partnership (PPP) disaster of a new hospital: Expected political and existing business interaction patterns // *Journal of Business and Industrial Marketing*. 2019. No. 34 (5). P. 1119–1130. DOI: 10.1108/JBIM-12-2018-0377.
14. Liebe M., Pollock A. The experience of the private finance initiative in the UK's National Health Service. Edinburgh. The Centre for International Public Health Policy, University of Edinburgh, 2009. 20 p. URL: https://www.allysonpollock.com/wp-content/uploads/2013/04/CIPHP_2009_Liebe_NHSPFI.pdf (accessed 04.04.2025).
15. Barretta A., Ruggiero P. Ex-ante evaluation of PFIs within the Italian health-care sector: What is the basis for this PPP? // *Health Policy*. 2008. No. 88 (1). P. 15–24. DOI: 10.1016/j.healthpol.2008.02.005.
16. Acerete B., Gasca M., Stafford A., Stapleton P. A comparative policy analysis of healthcare PPPs: Examining evidence from two Spanish regions from an international perspective // *Journal of Comparative Policy Analysis*. 2015. No. 17 (5). P. 502–518. DOI: 10.1080/13876988.2015.1010789.
17. Adamou M., Kyriakidou N., Connolly J. Evolution of public-private partnership: The UK perspective through a case study approach // *International Journal of Organizational Analysis*. 2021. No. 29 (6). P. 1455–1466. DOI: 10.1108/ijoa-08-2020-2397.
18. Смышляев А. В. Государственно-частное партнерство в сфере здравоохранения в Российской Федерации: история успеха или история неудач? // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2024. Т. 12, № 3. С. 386–396. DOI: 10.23888/HMJ2024123386-396.
19. Chojnacka E. Public-private partnership as a source of financing of sport and recreation infrastructure in Poland // *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. No. 21 (2). P. 1046–1052. DOI: 10.7752/jpes.2021.s2130.
20. Иродова Е. Е. Государственно-частное партнерство: систематизация взглядов на проблему // *Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика*. 2023. № 2 (56). С. 6–13.
21. Родионов А. Н., Дьяконова М. А. Государственно-частное партнерство (ГЧП): теория вопроса и мировой опыт реализации ГЧП проектов // *Путеводитель предпринимателя*. 2023. Т. 16, № 4. С. 226–232. DOI: 10.24182/2073-9885-2023-16-4-226-232.
22. Cheng Z., Ke Y., Yang Z., Cai J., Wang H. Diversification or convergence: An international comparison of PPP policy and management between the UK, India, and China // *Engineering, Construction, and Architectural Management*. 2020. No. 27 (6). P. 1315–1335. DOI: 10.1108/ECAM-06-2019-0290.
23. Иванов О. Б., Бухвальд Е. М. Государственно-частное партнерство как инструмент реализации национальных целей России // *ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика*. 2024. № 4. С. 7–24. DOI: 10.24412/2071-6435-2024-4-7-24.
24. Бачин Е. А. Государственно-частное партнерство в России: проблемы и пути их решения // *Ученые заметки ТОГУ*. 2024. Т. 15, № 2. С. 176–182.
25. Ахохова А. В., Тхабисимова И. К., Дударова И. Х., Айрапетян А. А., Габоева З. Р. Государственно-частное партнерство: гарантии, выгоды, риски // *ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучения. Вестник ВШОУЗ*. 2023. Т. 9, № 1 (31). С. 57–65. DOI: 10.33029/2411-8621-2023-9-1-57-65.
26. Инвестиции в инфраструктуру и ГЧП 2023. Аналитический обзор. М.: АНО «Национальный центр ГЧП, 2023. 27 с.
27. Государственно-частное партнерство в России. Механизмы снижения стоимости ГЧП и концессионных проектов. Аналитический дайджест АИИК. М.: Ассоциация инфраструктурных инвесторов и кредиторов, 2024. 43 с.
28. Торопушина Е. Е. Современные проблемы развития социальной инфраструктуры в Арктике. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра, 2024. 185 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.531.7.
29. Основные тренды и статистика рынка ГЧП по итогам 2023 года. Аналитический дайджест. М.: АНО «Национальный центр ГЧП, 2023. 28 с.
30. Дальневосточная и арктическая концессия. Особенности и перспективы. М.: АНО «Национальный центр ГЧП, 2022. 21 с.

References

1. *Sotsial'noye partnerstvo: NKO, biznes, SMI* [Social partnerships: NPOs, businesses, and media]. Moscow, The Agency for Social Information (ASI), 2001, 130 p. (In Russ.).
2. Toropushina E. E., Bashmakova E. P., Riabova L. A. *Sotsial'naya Arktika. Praktiki sotsial'nogo partnerstva v razvitii arkticheskikh territorii: nauchno-analiticheskii doklad* [Social Arctic. Practices of social partnerships in the development of the Arctic territories: A research-and-analysis report]. Apatity, FRC KSC RAS, 2020, pp. 76. (In Russ.). DOI: 10.37614/978.5.91137.442.6.
3. Grimsey D., Lewis M. K. Are public private partnerships value for money? Evaluating alternative approaches and comparing academic and practitioner views. *Accounting Forum*, 2005, No. 29 (4), pp. 345–378. DOI: 10.1016/j.accfor.2005.01.001.
4. Roehrich J. K., Lewis M. A., George G. Are public-private partnerships a healthy option? A systematic literature review. *Social Science and Medicine*, 2014, No. 113 (7), pp. 110–119. DOI: 10.1016/j.socscimed.2014.03.037.

5. Chou J. S., Pramudawardhani D. Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects. *International Journal of Project Management*, 2015, No. 33 (5), pp. 1136–1150. DOI: 10.1016/j.ijproman.2014.12.003.
6. Sajida, Kusumasari B. Critical success factors of public-private partnerships in the education sector. *Public Administration and Policy: An Asia-Pacific Journal*, 2023, No. 26 (3), pp. 309–320. DOI: 10.1108/PAP-11-2022-0127.
7. Solheim-Kile E., Laedre O., Lohne J. Public-private partnerships: Agency costs in the privatization of social infrastructure financing. *Project Management Journal*, 2019, No. 50 (2), pp. 144–160. DOI: 10.1177/8756972818824908.
8. Amovic G., Maksimovic R., Buncic S. Critical success factors for sustainable public private partnership (PPP) in transition conditions: An empirical study in Bosnia and Herzegovina. *Sustainability*, 2020, No. 12 (17), pp. 1–29. DOI: 10.3390/su12177121.
9. Toropushina E. E., Bashmakova E. P. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v sotsial'noi sfere arkticheskikh stran Evropy [Public-private partnerships in the Social Sphere of the European Arctic Countries]. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya* [Public Administration Issues], 2020, No. 4, pp. 167–190. (In Russ.).
10. Medvedeva O. S., Levkina V. N. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo kak instrument razvitiya infrastruktury Rossii [Public-private partnership as a tool for infrastructure development in Russia]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2020, No. 8–2, pp. 270–276. (In Russ.). DOI: 10.17513/vaael.1285.
11. Osei-Kyei R., Chan A. P., Javed A. A., Ameyaw E.E. Critical success criteria for public-private partnership projects: International experts' opinion. *International Journal of Strategic Property Management*, 2017, No. 21 (1), pp. 87–100. DOI: 10.3846/1648715X.2016.1246388.
12. Babatunde S., Opawole A., Akinsiku E. O. Critical success factors in public private partnership (PPP) on infrastructure delivery in Nigeria. *Journal of Facilities Management*, 2012, No. 10 (3), pp. 212–225. DOI: 10.1108/14725961211246018.
13. Waluszewski A., Hakansson H., Snehota I. The public-private partnership (PPP) disaster of a new hospital: Expected political and existing business interaction patterns. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 2019, No. 34 (5), pp. 1119–1130. DOI: 10.1108/JBIM-12-2018-0377.
14. Liebe M., Pollock A. *The experience of the private finance initiative in the UK's National Health Service*. Edinburgh. The Centre for International Public Health Policy, University of Edinburgh, 2009. 20 p. Available at: https://www.allysonpollock.com/wp-content/uploads/2013/04/CIPHP_2009_Liebe_NHSPFI.pdf (accessed 04.04.2025).
15. Barretta A., Ruggiero P. Ex-ante evaluation of PFIs within the Italian health-care sector: What is the basis for this PPP? *Health Policy*, 2008, No. 88 (1), pp. 15–24. DOI: 10.1016/j.healthpol.2008.02.005.
16. Acerete B., Gasca M., Stafford A., Stapleton P. A comparative policy analysis of healthcare PPPs: Examining evidence from two Spanish regions from an international perspective. *Journal of Comparative Policy Analysis*, 2015, No. 17 (5), pp. 502–518. DOI: 10.1080/13876988.2015.1010789.
17. Adamou M., Kyriakidou N., Connolly J. Evolution of public-private partnership: The UK perspective through a case study approach. *International Journal of Organizational Analysis*, 2021, No. 29 (6), pp. 1455–1466. DOI: 10.1108/ijoa-08-2020-2397.
18. Smyshlyaev A. V. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v sfere zdravookhraneniya v Rossiiskoi Federatsii: istoriya uspekha ili istoriya neudach? [Public-private partnership in healthcare in the Russian Federation: A story of success or a story of failure?]. *Nauka molodykh (Eruditio Juvenium)* [Science of the Young (Eruditio Juvenium)], 2024, Vol. 12, No. 3, pp. 386–396. (In Russ.). DOI: 10.23888/HMJ2024123386-396.
19. Chojnacka E. Public-private partnership as a source of financing of sport and recreation infrastructure in Poland. *Journal of Physical Education and Sport*, 2021, No. 21 (2), pp. 1046–1052. DOI: 10.7752/jpes.2021.s2130.
20. Irodova E. E. Gosudarstvenno-chastnoye partnerstvo: sistematizatsiya vzglyadov na problemu [Public-private partnership: systematization of views on the problem]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of Ivanovo State University. Series: Economy], 2023, No. 2 (56), pp. 6–13. (In Russ.).
21. Rodionov A. N., Dyakonova M. A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo (GCHP): teoriya voprosa i mirovoi opyt realizatsii GCHP proektov [Public-private partnership (PPP): Theory of the issue and world experience in implementing PPP projects]. *Putevoditel' predprinimatel'ya* [Entrepreneur's Guide], 2023, Vol. 16, No. 4, pp. 226–232. (In Russ.). DOI: 10.24182/2073-9885-2023-16-4-226-232.
22. Cheng Z., Ke Y., Yang Z., Cai J., Wang H. Diversification or convergence: An international comparison of PPP policy and management between the UK, India, and China. *Engineering, Construction, and Architectural Management*, 2020, No. 27 (6), pp. 1315–1335. DOI: 10.1108/ECAM-06-2019-0290.
23. Ivanov O. B., Buchwald E. M. Gosudarstvenno-chastnoye partnerstvo kak instrument realizatsii natsional'nykh tseley Rossii [Public-private partnership as an instrument of Russia national goals' realisation]. *ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika* [ETAP: Economic Theory, Analysis, Practice], 2024, No. 4, pp. 7–24. (In Russ.). DOI: 10.24412/2071-6435-2024-4-7-24.
24. Bachin E. A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v Rossii: problemy i puti ikh resheniya [Public-private partnership in Russia: Problems and ways to solutions them]. *Uchenye zametki TOGU* [Scientific Notes PNU], 2024, Vol. 15, No. 2, pp. 176–182. (In Russ.).

25. Akhokhova A. V., Tkhabisimova I. K., Dudarova I. Kh., Airapetyan A. A., Gaboeva Z. R. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo: garantii, vygody, riski [Public-private partnership: Guarantees, benefits, risks]. *ORGZDRAV: novosti, mneniya, obucheniya. Vestnik VSHOUZ* [Healthcare Management: News, Views, Education. Bulletin of the Higher School of Healthcare Management], 2023, Vol. 9, No. 1 (31), pp. 57–65. (In Russ.). DOI: 10.33029/2411-8621-2023-9-1-57-65.
26. *Investitsii v infrastrukturu i GCHP 2023. Analiticheskiy obzor* [Investments in infrastructure and PPP 2023. Analytical review]. Moscow, National PPP Center, 2023, 27 p. (In Russ.).
27. *Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v Rossii. Mekhanizmy snizheniya stoimosti GCHP i kontsessionnykh proektov. Analiticheskiy daidzhest AIIC* [Public-private partnership in Russia. Mechanisms for reducing the cost of PPP and concession projects. An analytical digest of AIIC]. Moscow, Association of Infrastructure Investors and Creditors, 2024, 43 p. (In Russ.).
28. Toropushina E. E. *Sovremennye problemy razvitiya sotsial'noy infrastruktury v Arktike* [Current issues in the development of social infrastructure in the Arctic]. Apatity, FRC KSC RAS, 2024, 185 p. (In Russ.). DOI: 10.37614/978.5.91137.531.7.
29. *Osnovnye trendy i statistika rynka GCHP po itogam 2023 goda. Analiticheskiy daidzhest* [Trends and statistics of the PPP market in 2023. An analytical digest]. Moscow, National Center for PPP, 2023, 28 p. (In Russ.).
30. *Dal'nevostochnaya i arkticheskaya kontsessiya. Osobennosti i perspektivy* [Far Eastern and Arctic concession. Features and prospects]. Moscow, National Center for PPP, 2022, 21 p. (In Russ.).

Об авторе:

Е. Е. Торопушина — канд. экон. наук, доц., ведущий научный сотрудник отдела социальной политики на Севере.

About the author:

E. E. Toropushina — PhD (Economics), Associate Professor, Lead Researcher at the Department of Social Policy in the North.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2025 года.

Статья принята к публикации 15 июля 2025 года.

The article was submitted on May 14, 2025.

Accepted for publication on July 15, 2025.

Научная статья

УДК 332.055

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОБОСНОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В АДАПТАЦИИ К НИМ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Ольга Владимировна Губина¹, Анна Андреевна Проворова²^{1, 2}Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова
Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия¹welcomeforyou@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3678-3911²aashirikova@mail.ru, ORCID 0000-0002-4573-2761

Аннотация. Изменение климата все больше проявляется в виде социальных, экономических и экологических последствий и приводит к трансформации региональной социально-экономической среды. Стремительные темпы изменения климата в Арктике, высокая степень ее заселенности в России, стратегическая значимость в обеспечении национальной и экономической безопасности страны приводят к необходимости изучения последствий и формированию адаптационной политики к климатическим изменениям. Цель исследования заключается в выявлении масштабов проявления последствий изменения климата в регионах Арктической зоны РФ (АЗРФ) и определении степени потребности в адаптации к ним на региональном уровне. Новизна состоит в применении авторского подхода к оценке последствий изменения климата в регионах Российской Арктики, который позволяет выявить тенденции изменения климата, определить масштабы проявления социально-экономических и социально-экологических последствий и обосновать уровень потребности в адаптации к отдельным видам последствий в каждом арктическом регионе. Социально-экономические последствия наибольшим образом проявились в регионах восточной части Российской Арктики и были связаны с уменьшением глубины промерзания грунтов, сокращением отопительного периода, увеличением числа опасных гидрометеорологических явлений, динамикой числа лесных пожаров. Социально-экологические последствия изменения климата не имеют четкой региональной локализации. Часть последствий, связанных с экологической средой (распространение клещей, микробиологическое загрязнение почв и воды), в меньшей степени выражена в высокоширотных регионах Арктики, последствия, связанные с другими климатообусловленными заболеваниями, не имеют строгого географического распределения. Величина и динамика проявления последствий изменения климата в каждом регионе АЗРФ стали основой для определения степени потребности в адаптации их экономической, социальной и экологической среды к изменению климата. Перспективы исследования связаны с разработкой адаптационных мероприятий с учетом масштабов и динамики последствий изменения климата. Результаты могут быть использованы для совершенствования стратегического управления развитием Арктической зоны РФ в условиях интенсивно меняющейся природно-климатической среды.

Ключевые слова: изменение климата, социально-экономические и социально-экологические последствия, адаптация, регионы Российской Арктики

Благодарности: статья подготовлена в рамках научно-исследовательской работы № 125021902573-9 «Адаптация арктических социо-эколого-экономических систем к условиям динамично меняющейся среды как основа повышения инвестиционной привлекательности регионов российской Арктики».

Для цитирования: Губина О. В., Проворова А. А. Оценка последствий изменения климата и обоснование потребности в адаптации к ним в регионах Российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 23–40. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002.

Original article

ASSESSING CLIMATE CHANGE IMPACTS AND THE NEED FOR ADAPTATION IN RUSSIA'S ARCTIC REGIONS

Olga V. Gubina¹, Anna A. Provorova²^{1, 2}N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Science,
Arkhangelsk, Russia¹welcomeforyou@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3678-3911²aashirikova@mail.ru, ORCID 0000-0002-4573-2761

Abstract. Climate change is increasingly producing social, economic, and environmental impacts that are transforming regional socio-economic systems. In the Arctic, where climate change is progressing rapidly, the region's relatively high population density and its strategic importance for Russia's national and economic security make it essential to examine these

consequences and develop appropriate adaptation policies. The aim of this study is to assess the scale of climate change impacts across the regions of the Russian Arctic and to determine the degree to which regional adaptation is required. The novelty of the study lies in its application of an original approach to evaluating climate change consequences in the Russian Arctic. This method makes it possible to identify climate trends, quantify socio-economic and socio-ecological impacts, and substantiate the level of adaptation needed for specific types of consequences in each Arctic region. Socio-economic impacts are most pronounced in the eastern part of the Russian Arctic and are linked to decreases in soil freezing depth, shorter heating seasons, a rising frequency of hazardous hydrometeorological events, and increasing forest fire activity. Socio-ecological impacts show no clear regional pattern. Certain environmental consequences, such as the spread of ticks and microbiological contamination of soils and water, are less evident in the high-latitude Arctic, while other climate-related health impacts lack a strict geographical distribution. The magnitude and dynamics of climate change impacts in each region of the Russian Arctic serve as the basis for determining the required level of adaptation within the economic, social, and ecological spheres. Future research should focus on developing detailed adaptation measures tailored to the scale and progression of these impacts. The findings of this study can support the process of making strategic management decisions for the development of Russia's Arctic amid rapidly changing natural and climatic conditions.

Keywords: climate change, socio-economic impacts, socio-ecological impacts, adaptation, Russian Arctic.

Acknowledgments: This research was conducted as part of the FNIR project titled "Adaptation of Arctic Socio-Ecological-Economic Systems to the Conditions of a Dynamically Changing Environment as a Basis for Increasing the Investment Attractiveness of the Russian Arctic Regions," No. 125021902573-9.

For citation: Gubina O. V., Provorova A. A. Assessing climate change impacts and the need for adaptation in Russia's Arctic regions. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 23–40. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002.

Введение

Климатические изменения рассматриваются в качестве одного из ключевых вызовов устойчивому развитию арктических территорий. Важность учета последствий изменения климата и необходимость применения мер адаптации в настоящее время транслируется не только мировым научным сообществом, но и принимается на уровне государств. В России реализуется национальный план адаптации к изменениям климата. Несмотря на имеющуюся институциональную основу планирования адаптации, государственному подходу не хватает комплексного взгляда на проявление последствий изменения климата в отношении отдельных регионов и их групп, имеющих общие территориальные признаки, к которым относятся в том числе регионы Российской Арктики (АЗРФ). Это позволило бы оптимизировать направления климатической политики, включающей адаптационный компонент, обеспечивающий приспособление региональных социально-экономических систем к фактическим или ожидаемым изменениям климата.

Исследование нацелено на выявление масштабов проявления последствий изменения климата в регионах АЗРФ и определение степени потребности в адаптации к ним на региональном уровне. Для достижения цели были поставлены следующие исследовательские вопросы. Во-первых, в чем заключаются климатические изменения и как они проявляются в отдельных регионах Арктики? Во-вторых, каковы масштаб и динамика проявления этих последствий в регионах АЗРФ? В-третьих, какова потребность регионов в принятии управленческих адаптационных решений в соответствии с масштабами проявления последствий изменения климата и их динамикой?

Новизна исследования состоит в применении авторского методического подхода к анализу масштабов и динамики проявления последствий изменения климата на региональном уровне, основанного на применении авторских систем показателей, включающих метеорологические, социально-экономические и экологические. Это позволит изучить различные аспекты влияния изменения климата на социально-экономическое развитие регионов АЗРФ и понять характер, силу и динамику их проявлений. Сформированная картина даст общее представление о последствиях изменения климата в Арктике как объекте государственного управления и позволит выявить регионы, наиболее нуждающиеся в адаптации, а также конкретные последствия климатических изменений в каждом из них.

Теория и методология

Оценка социально-экономических последствий изменения климата является важной прогнозно-аналитической задачей, особая актуальность которой для Российской Арктики обусловлена более интенсивными темпами потепления и большей хозяйственной освоенностью по сравнению с зарубежными арктическими территориями. На территории Российской Арктики проживает около 2 млн человек, что позволяет говорить о ней, как о самом заселенном в мире арктическом регионе [1, с. 4]. К настоящему времени накоплен значительный опыт диагностики последствий изменения климата, однако их количественные измерения носят фрагментарный характер.

Одним из инструментов макроэкономической оценки влияния изменения климата на социально-экономическое развитие являются модели комплексной оценки. Современные модели (DICE/RICE [2], FUND [3],

PAGE [4]) позволяют количественно оценить ущерб от изменения климата для отраслей экономики, здоровья населения и экосистем, эффекты климатической политики, оптимизировать межотраслевое взаимодействие в области климатических изменений на макроуровне [5, с. 37; 6, с. 7]. Но они не оценивают последствия, которые проявляются на региональном уровне. Ряд моделей не учитывает деградацию вечной мерзлоты, в то время как российские исследователи связывают с этим основной ущерб экономике нашей страны [7, с. 125]. Национальная и региональная политика адаптации обуславливает необходимость поиска методов, учитывающих особенности конкретных территорий.

Количественная оценка последствий изменения климата на региональном уровне осложняется проблемой обоснования причинно-следственных связей между климатическими, социально-экономическими и экологическими процессами и сложным характером их проявления. Оценка последствий чаще всего осуществляется с позиции количественного измерения рисков изменения климата и возможного ущерба для населения и хозяйства. Концептуальная основа анализа рисков, обусловленных климатическим воздействием, представлена в Шестом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата [8], в котором риск понимается как результат взаимодействия трех составляющих: угроз, подверженностей и уязвимостей. Конечная цель мер адаптации — это снижение риска в ответ на неблагоприятные изменения климата. Данный подход воплощается в отечественных региональных исследованиях по оценке физических рисков воздействий волн тепла, засух, лесных пожаров, таяния вечной мерзлоты на экономику и население регионов РФ [9], в оценке северных регионов России по степени уязвимости к природным опасностям, вызванных изменениями климата [10]. Теория климатических рисков использовалась при разработке методического подхода к оценке прямого и косвенного ущерба экономическим системам от климатических изменений [11, с. 68–69].

Результаты этих оценок позволяют говорить о неоднозначности и разнонаправленности влияния климата. Потепление климата в Российской Арктике связывают с такими положительными эффектами, как сокращение отопительного периода и затрат электроэнергии [12, с. 141], повышение продуктивности лесов [13, с. 97], расширение зоны земледелия и повышение урожайности сельскохозяйственных культур [14, с. 52], увеличение сроков навигации в акватории Северного Ледовитого океана [15, с. 94]. Но прогнозируемые выгоды будут существенно ниже ущерба, вызванного опасными гидрометеорологическими явлениями, а также

связанного с необходимостью вложения инвестиций в превентивные адаптационные меры [1, с. 5]. Наиболее подвержены влиянию опасных природных явлений объекты электроснабжения и жилищно-коммунального хозяйства, здания и сооружения, отрасли сельского и лесного хозяйства [16]. Значительный ущерб в Арктике будут испытывать объекты транспортной инфраструктуры, добывающие предприятия, расположенные в районах вечной мерзлоты [17, с. 25]. Исследования показывают, что отсутствие мер адаптации создает дополнительные риски экономических потерь вследствие выбытия производственных фондов, сокращения доходов бизнеса, населения и государства.

Социальные последствия изменения климата наносят не меньший ущерб: по оценкам ВОЗ, ежегодный масштаб экономического ущерба от дополнительной смертности в мире оценивается в 6–88 млрд долл. [18, с. 55]. Основными факторами климатического риска для здоровья населения являются волны тепла, экстремальные природно-климатические явления, распространение инфекций. Негативное влияние потепления климата усугубляется загрязнением атмосферы, низким качеством питьевой воды, значительной дифференциацией уровня жизни населения [19, с. 132–134]. Важным является анализ воздействия климатических изменений на инфраструктуру системы здравоохранения Арктики, оказание медицинской помощи в условиях необходимости быстрого реагирования и мобилизации материально-технических средств [20, с. 158–159].

Влияние изменения климата в Арктике на заболеваемость проживающего здесь населения неоднозначно. Изучение влияния потепления климата на здоровье населения в ряде арктических городов (Мурманск, Архангельск, Якутск) показало снижение смертности в холодный период и рост в теплый период. Следует ожидать, что в Российской Арктике смертность населения снизится больше, чем в странах Северной Европы [21, с. 47]. Тем не менее предполагается, что волны жары в городах Арктики будут провоцировать увеличение риска смерти пожилого населения [22, с. 330]. Вспышки туляремии в Ненецком автономном округе [23, с. 14], сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе [24], многократный рост заболеваемости клещевым энцефалитом в XXI в. в Республике Коми [25, с. 5] и Архангельской области [26, с. 5] свидетельствуют о возрастании роли климатического фактора в распространении природно-очаговых заболеваний.

Социальное измерение совокупного ущерба здоровью в мировой и российской практике, как правило, рассматривается в двух аспектах: с позиции стоимостной оценки (стоимость среднестатистической жизни [27, с. 3], бремя болезни [28, с. 331]) и с позиции количественной оценки потерянных лет здоровой жизни

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

от преждевременной смерти или болезней [29]. Особого внимания заслуживает отечественная методика оценки экономического ущерба с учетом риска возникновения преждевременной смертности/заболеваемости населения и стоимостной оценки цены риска. Такой подход позволяет максимально конкретизировать масштаб экономических потерь в регионе, поскольку содержит в себе большой набор локальных данных [18].

Результатом выполненных теоретико-методологических изысканий стала разработка авторских систем показателей, применяемых на региональном уровне: показатели диагностики климатических изменений и показатели диагностики

последствий изменения климата. Ключевыми показателями, позволяющими определить, менялся ли климат и в чем заключались эти изменения, стали гидрометеорологические характеристики режима температуры, осадков и инсоляции. Систематизация представленных в научной литературе последствий изменения климата позволила сгруппировать социально-экономические и социально-экологические показатели (рис. 1). Данные системы показателей были заложены в основу авторского подхода к оценке последствий изменения климата и определению степени необходимости адаптации к ним.



Рис. 1. Системы показателей диагностики климатических изменений и количественного измерения их последствий на региональном уровне. *Источник:* составлено авторами

В последние годы нашим государством проводится масштабная научно-методическая и организационная работа по формированию политики адаптации на национальном и региональном уровнях и внедрению климатической адаптации в планирование регионального развития. Государственный подход в методическом плане включает такие направления, как оценка климатических рисков для территории,

населения и отраслей экономики и возможного экономического и социального ущерба от воздействия рисков, разработка планов адаптации на уровне корпорации, отраслей и регионов, проведение мониторинга и оценка эффективности мер адаптации¹. Применение данного подхода будет формировать «управленческий ответ» на климатические вызовы, однако эффективность его использования будет

¹ Об утверждении Методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата: Приказ Министерства экономического развития РФ от 13.05.2021. № 267. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/> (дата обращения: 01.07.2025); Об утверждении Методических рекомендаций по оценке возможного ущерба от воздействия климатических рисков, в том числе рекомендаций по формированию

перечня климатически уязвимых объектов в отраслях экономики, в субъектах Российской Федерации и Методических рекомендаций по мониторингу и оценке эффективности и результативности мер по адаптации к изменениям климата: Приказ Министерства экономического развития РФ от 28.12.2023 г. № 927. URL: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/prikaz_minekonomra_zvitiya_rossii_ot_28_dekabrya_2023_g_927.html.

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

зависеть от глубины понимания специфики проявления климатических последствий на конкретной территории. Отличие предлагаемого в статье подхода заключается в учете специфического перечня климатических характеристик (например, инсоляции) и использование широкого спектра последствий изменения климата, которые отражают арктическую специфику и характеризуют различные сферы влияния — экономику, население, окружающую среду. Данный подход адаптирован для регионального уровня, что стало бы существенным дополнением принятого органами власти ведомственно-отраслевого подхода и позволило бы качественно улучшить разрабатываемые в настоящее время региональные планы адаптации к изменению климата.

Материалы и методы

Оценка проводится на региональном уровне и

включает все субъекты АЗРФ, входящие в ее состав полностью или частично по состоянию на 2023 г. Период исследования охватывает 1997–2023 гг.

На первом этапе проводится диагностика наличия, масштаба и характера климатических изменений по метеоданным о температуре, осадках и инсоляции, размещенным на сайтах Росстата и ВНИИГМИ-МЦД. Некоторые данные были доступны только в разрезе отдельных населенных пунктов, где есть метеостанции. В научных работах имеется подобный опыт использования метеоданных по населенным пунктам при изучении климата на региональном уровне [1, с. 10]. Были выбраны населенные пункты, где есть метеостанции и которые расположены в пределах АЗРФ (табл. 1). Приоритетными в выборе стали административные центры субъектов РФ, находящиеся на территории АЗРФ.

Таблица 1

Населенные пункты АЗРФ для отдельных оценок климатических изменений

Регион АЗРФ	Населенный пункт для оценки	
	глубины промерзания грунта, длины отопительного периода	периода инсоляции
Республика Карелия	Город Калевала	
Республика Коми	Село Петрунь	
Архангельская область	Город Архангельск	
Ненецкий АО	Город Нарьян-Мар	
Мурманская область	Город Мурманск	
Ямало-Ненецкий АО	Город Салехард	
Красноярский край	Поселок Волочанка	Поселок Тура
Республика Саха (Якутия)	Город Среднеколымск	Поселок Тикси
Чукотский АО	Город Анадырь	

Второй этап включал количественное измерение социально-экономических и социально-экологических последствий. Для проведения оценки был выполнен авторский расчет показателей, отсутствующих в открытых источниках.

Глубина сезонного промерзания грунта рассчитывалась по методике, приведенной в СНиП 2.02.01-83². Исходными данными стала сумма абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за год³ и усредненный коэффициент типа грунта (принят равным 0,29, что допустимо при отсутствии полевых работ).

Продолжительность отопительного периода в днях рассчитывалась по метеоданным о температуре воздуха в конкретном населенном пункте исследуемого региона на основе определения ежегодного 5-дневного периода,

когда среднесуточная температура наружного воздуха была соответственно ниже и выше 8 °С⁴.

Расчет количества градусо-суток отопительного периода проводился по методике, представленной в СП 50.13330.2012⁵, с использованием метеоданных о среднесуточной температуре воздуха и рассчитанной ранее продолжительности отопительного периода.

Источниками информации по остальным показателям стали данные официальной статистики, опубликованной на сайтах Росстата, ЕМИСС, Роспотребнадзора.

Исходя из теоретических изысканий, мы понимаем, что на развитие региональных социально-эколого-экономических систем влияют различные факторы, в том числе изменение климата. В нашем исследовании мы принимаем доказанность того, что

² СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. М.: ФГУП ЦПП, 2006. 48 с.

³ База данных ВНИИГМИ-МЦД. URL: <https://aisori-meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 03.05.2025).

⁴ О предоставлении коммунальных услуг собственникам и

пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов: Постановление Правительства РФ от 6.05.2011. № 354. URL: <https://base.garant.ru/12186043/> (дата обращения: 03.05.2025).

⁵ СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. URL: <https://lsk-lskos.ru/2.pdf#gsop> (дата обращения: 01.02.2025).

некоторые изменения используемых нами показателей являются климатообусловленными. Поэтому мы не пытаемся доказать такую взаимосвязь и избегаем регрессионных методов анализа [30].

Мы попытались количественно оценить последствия изменения климата в регионах Российской Арктики с точки зрения масштабов и вектора их проявления по состоянию на 2023 г. (статическая оценка), а также с учетом их изменения за ретроспективный период в каждом из регионов (динамическая оценка). Динамическая оценка показателей выполнялась с применением метода тренд-анализа на основе данных за 1997–2023 гг. Положительный уклон линии тренда показывал рост показателя, отрицательный — снижение показателя за период. Амплитуда изменения между концом и началом периода наблюдений рассчитывалась на основе уравнения тренда.

Для обеспечения сопоставимости региональных показателей и предотвращения переоценки отдельных региональных значений [9] применялся метод нормализации:

$$I_i = \frac{X_{i_факт} - X_{i_min}}{X_{i_max} - X_{i_min}}$$

Большой массив полученных данных о масштабах и динамике последствий изменения климата в каждом из регионов Арктики не позволяет привести их в полном объеме в рамках статьи. Поэтому мы приводим лишь часть абсолютных значений показателей, характеризующих последствия, но отражаем полный спектр нормализованных значений всех использованных в оценке региональных показателей.

На третьем этапе определяется масштаб проявления последствий изменения климата в регионах АЗРФ и оцениваются потребности каждого региона в адаптации к каждому последствию. Масштаб каждого последствия и темпы изменения показателя, который его характеризует, становятся основой для оценки потребности в адаптации к этому последствию. Чем сильнее проявляется влияние изменения климата, тем ниже нормализованное значение показателя последствия, следовательно, тем выше потребность конкретного региона в адаптации к данному последствию. С этой целью проводится группировка регионов на основе использования метода цветовой индикации. Нормализованные значения по итогам статической и динамической оценки маркировались цветами в зависимости от их величины:

- 0–0,333 — красный (высокая потребность в принятии адаптационных мер);
- 0,334–0,666 — желтый (умеренная потребность в принятии адаптационных мер);
- 0,667–1 — зеленый (низкая потребность в принятии адаптационных мер).

Красная индикация ячейки в статике означает, что достигнутое в 2023 г. значение показателя было самым

негативным среди всех регионов АЗРФ проявлением последствия изменения климата, следовательно, потребность в принятии адаптационных решений в этом направлении высока. Красная индикация ячейки в динамике показывает резкое изменение (чаще — ухудшение) ситуации с каким-либо последствием изменения климата в регионе, что также требует адаптации. Индикация дает понимание о приоритетности принятия адаптационных мер и их финансировании. В то же время обращаем внимание, что задачи исследования в рамках статьи не включают предложение конкретных мер адаптации, но указывают направления для их разработки в зависимости от остроты и динамики проявления последствий. Мы относим это к ограничениям настоящего исследования, но связываем с этим дальнейшую перспективу, требующую детального обоснования каждого адаптационного решения.

Ограничениями также являются использование некоторого количества локальных метеоданных для проведения оценок на региональном уровне в связи с недостоверностью расчета их усредненных по региону значений, а также различный период доступности данных. Данные об урожайности культур, о заболеваниях доступны с 2000 г., о размере лесного фонда — с 2005 г., о пробах почв, заболеваемости клещевым энцефалитом, клещевым боррелиозом и частоте обращений по поводу укусов клещей — с 2010 г.

Результаты и обсуждение

На первом этапе были выявлены климатические изменения в арктических регионах РФ в период 1997–2023 гг. (табл. 2). Акцент был сделан на амплитуде и векторе изменений климата. Было установлено, что в большинстве регионов Арктики зимы стали более теплыми. Лето также, в основном, стало теплее. Амплитуда изменения температур позволяет говорить о более интенсивном потеплении зимой, чем летом. Динамика осадков показала их увеличение в зимний период во всех регионах Арктики с максимальным ростом в Мурманской области и минимальным — на Чукотке. Особенностью летнего режима осадков в Арктике стало их заметное сокращение в регионах, прилегающих к Северному Ледовитому океану, и увеличение в остальной части.

Период инсоляции в Арктике имеет особое значение для хозяйственных процессов, для жизни и здоровья человека, так как значительная ее часть — это Заполярье, где в условиях полярной ночи ощущается дефицит солнечного света. Самый длительный период инсоляции в Арктике наблюдается в Чукотском автономном округе — около 2 000 часов в год. Наиболее короткий — в Ненецком автономном округе, Мурманской области и Республике Коми (около 1 400 часов). С 1997 г. продолжительность солнечного сияния в большинстве регионов Арктики увеличилась. Самым заметным было сокращение периода инсоляции в Карелии.

Таблица 2

Изменение основных климатических характеристик в регионах АЗРФ, 1997–2023 гг.

Регион АЗРФ	Динамика				
	среднемесячной температуры, °С		среднемесячного количества осадков, мм		периода солнечного сияния, час/год
	января	июля	в январе	в июле	
Республика Карелия	3,1	-0,7	3,9	10,2	-181
Республика Коми	4,0	1,0	1,7	9,7	144
Архангельская область	2,6	-0,8	3,5	35,4	31
Ненецкий АО	6,7	2,0	4,6	-11,2	-15
Мурманская область	2,4	0,4	7,5	-23,9	138
Ямало-Ненецкий АО	4,2	4,1	1,0	-11,9	130
Красноярский край	-5,6	-4,8	1,5	-20,1	152
Республика Саха (Якутия)	-0,7	0,7	3,1	6,9	-47
Чукотский АО	2,2	0,03	0,5	12,9	122

Примечание. Источник: составлено по: Росстат. URL: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b03_13/Main.htm; ВНИИГМИ-МЦД. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>.

Анализ совокупности климатических характеристик показал, что наиболее интенсивными были изменения климата в Красноярском крае, Мурманской области и Ямало-Ненецком автономном округе. Средняя интенсивность климатических изменений наблюдается в республиках Коми и Карелия, Архангельской области и Ненецком автономном округе. В меньшей степени, согласно полученным оценкам, климат изменился в Якутии и на Чукотке.

На *втором этапе* мы провели оценку социально-экономических и социально-экологических последствий

изменения климата в регионах Арктики по показателям, приведенным на рис. 1.

Социально-экономические последствия изменения климата в Арктике тесно связаны с сезонным промерзанием грунтов. Полученные авторские расчеты показали, что в регионах восточной части Арктики сезонное промерзание грунтов более глубокое, чем в западной части (рис. 2). Во всех регионах глубина промерзания грунта сократилась более чем на 25 см. Наименьшим сокращение стало в Якутии, Мурманской области, на Чукотке.

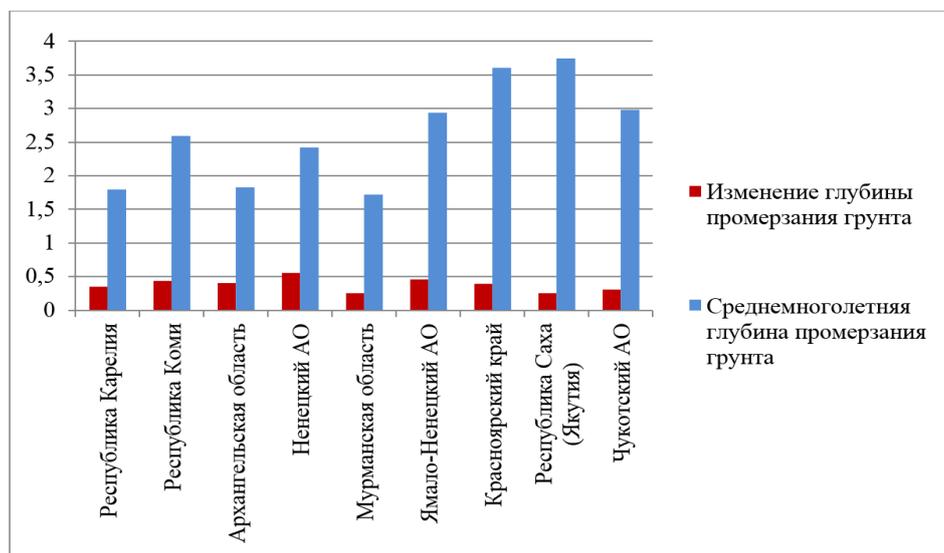


Рис. 2. Среднегодовая глубина промерзания грунта в регионах АЗРФ, 1997–2023 гг., м
Источник: рассчитано по ВНИИГМИ-МЦД. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>

Самое большое сокращение глубины промерзания произошло в Ненецком автономном округе — на 56 см. Сокращение глубины промерзания

грунта и связанный с ним процесс интенсивного растепления оснований зданий обуславливают повышенные риски для зданий, построенных более

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

70 лет назад [31, с. 86]. К положительным последствиям уменьшения промерзания грунта относят снижение затрат на морозозащитный слой при строительстве дорог [32, с. 7].

Вторым показателем социально-экономических

последствий является количество опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений (ГМЯ), которые нанесли материальный и социальный ущерб (рис. 3).

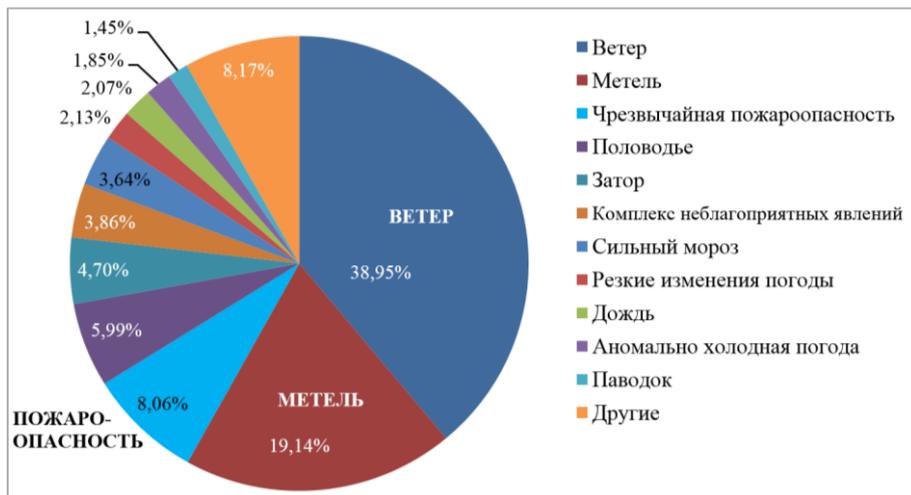


Рис. 3. Структура опасных и неблагоприятных ГМЯ в регионах АЗРФ, 1997–2023 гг., %.
 Источник: рассчитано по ВНИИГМИ-МЦД. URL: <http://meteo.ru/data/adverse-weather-conditions/>

За период наблюдений наиболее частыми явлениями, наносившими ущерб в Арктике, являлись ветры, метели, чрезвычайная пожароопасность.

Максимальная плотность опасных ГМЯ (рис. 4) отмечалась в Мурманской области, Карелии и Красноярском крае. Стабильно небольшим было количество опасных ГМЯ в Якутии, Коми, Ямало-Ненецком автономном округе, Архангельской

области. Особенностью стал высочайший в Арктике рост плотности ГМЯ в Чукотском автономном округе — в 11 раз с 1997 г. Такая динамика стала серьезным вызовом для транспортных перевозок в округе, где основной вид транспорта — самолет [33, с. 22]. В остальных регионах плотность опасных ГМЯ уменьшилась.

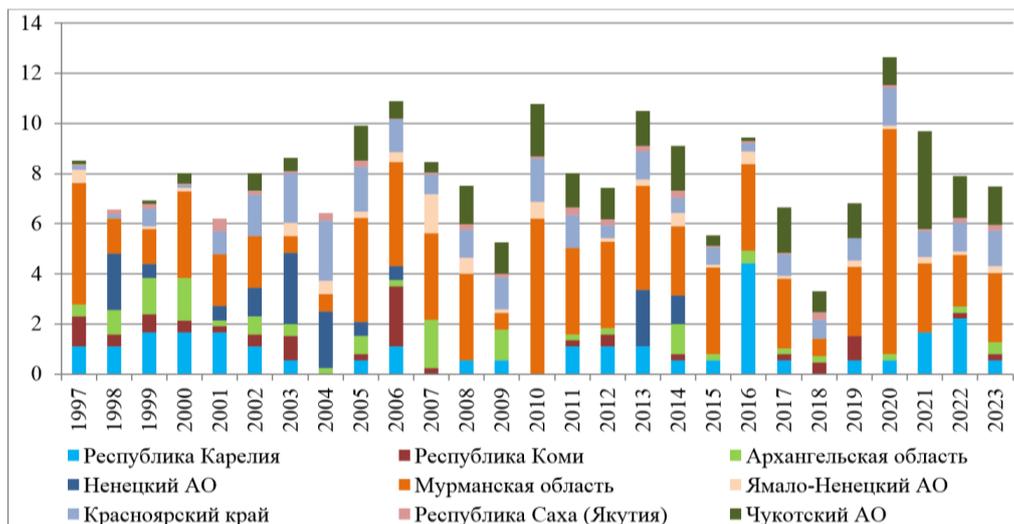


Рис. 4. Региональная структура опасных и неблагоприятных ГМЯ в Арктике, 1997–2023 гг., ед. / 100 тыс. км².
 Источник: рассчитано по ВНИИГМИ-МЦД. URL: <http://meteo.ru/data/adverse-weather-conditions/>

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

Одним из исследуемых эффектов потепления климата в Арктике является сокращение длины отопительного периода и снижение потребности в топливе.

Полученные на основе метеорологических данных расчеты показали снижение продолжительности

отопительного периода во всех регионах Арктики (рис. 5). Минимальным стало сокращение его продолжительности в Мурманской области и Карелии (на 4–5 дней), самым существенным — в Ненецком и Чукотском автономных округах и Якутии.

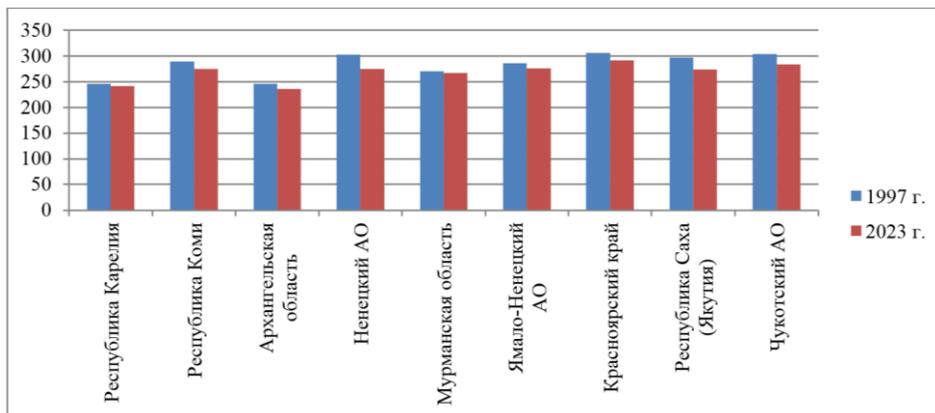


Рис. 5. Динамика продолжительности отопительного периода в регионах АЗРФ, дн.

Источник: рассчитано по ВНИИГМИ-МЦД. URL: <https://aisori-m.meteo.ru/waisori/>

Расчет количества градусо-суток отопительного периода (ГСОП) помогает косвенно оценить потребность климатически суровых регионов в топливе: в более морозном климате выше энергетические затраты на нагрев воздуха внутри здания до температуры комфорта (+ 21 °C). В динамике количество ГСОП во всех регионах Арктики сократилось и стало самым заметным в Якутии и Ненецком автономном округе — на 0,8–0,9 тыс. ГСОП, что составляет около 8 % годового количества ГСОП и позволяет говорить об аналогичном снижении энергозатрат на отопление.

Исследование влияния изменений климата на урожайность сельскохозяйственных культур в Арктике осложняется неоднозначным воздействием климатических характеристик, когда положительный эффект от повышения температуры, влажности и инсоляции может декомпенсироваться влиянием опасных природных явлений. Большую роль играют и неклиматические факторы: трудовые ресурсы, агротехнические мероприятия, господдержка. Высокая урожайность овощных культур характерна для больших регионов, чья территория лишь частично входит в АЗРФ — Красноярского края и Республики Коми. Динамические наблюдения урожайности сельскохозяйственных культур не показали однозначного положительного или отрицательного влияния изменения климата. Например, в Ямало-Ненецком, Ненецком автономных округах урожайность картофеля снизилась, а других овощей выросла. На Чукотке, несмотря на ее высокоширотность и суровый климат, отмечается не только сравнительно высокая урожайность овощей, но и ее рост.

Климатические изменения в Арктике являются

важным фактором лесопожарной ситуации, которая становится острой весной и летом в лесах и в начале осени — в тундре. Проблема количества лесных пожаров на землях лесного фонда характерна для всех регионов, кроме Ненецкого и Чукотского автономных округов. Наиболее масштабна она в Ямало-Ненецком автономном округе, Мурманской области и Карелии. Плотность пожаров на землях лесного фонда сократилась в регионах западной части Российской Арктики и выросла в регионах ее восточной части. Максимальный ущерб лесному фонду вследствие пожаров был нанесен в Ямало-Ненецком, Чукотском автономных округах, Красноярском крае и Якутии. Негативной тенденцией для Арктики является рост площади лесного фонда, охваченного лесными пожарами во всех регионах за исключением Архангельской области.

Выполненный на *третьем этапе* анализ нормализованных значений показателей (табл. 3) стал основой для определения степени потребности в адаптации к изменениям климата. Практически во всех регионах Арктики высокая потребность в адаптации определена в отношении таких последствий, как длинный и энергетически затратный отопительный период и быстрые темпы его сокращения, низкая урожайность овощей и невысокие темпы ее увеличения, частые лесные пожары, а также быстрое уменьшение глубины промерзания грунтов и увеличение числа опасных явлений погоды. Особо коснемся такого последствия, как сокращение отопительного периода, которое носит положительный характер. Адаптация к данному последствию будет заключаться в принятии решений, которые позволят оптимизировать процесс снабжения арктических регионов топливом, а также повысить эффективность северного завоза [34].

Таблица 3
 Нормализованные значения показателей социально-экономических последствий изменения климата в регионах АЗРФ и определение потребности в адаптации

Регион АЗРФ	Глубина сезонного промерзания грунта, м		Число опасных ГМЯ, ед./км ²		Продолжительность отопительного периода, дн.		Количество ГСОП		Урожайность, ц/га		Число лесных пожаров, ед./10 тыс. га лесного фонда		Доля лесного фонда поврежденного пожарами, %						
	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	картофеля	овощей открытого грунта	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая					
Республика Карелия	0,96	0,67	0,80	0,64	0,96	0,05	0,99	0,04	0,50	0,62	0,75	0,21	0,39	1	0,95	0,99			
Республика Коми	0,70	0,40	0,91	0,94	0,30	0,42	0,56	0,39	0,80	0,36	1	0,39	0,65	0,25	0,91	0,97			
Архангельская область	0,98	0,50	0,83	0,78	1	0,24	1	0,18	0,41	0,03	0,87	0,53	0,65	0,46	0,98	1			
Ненецкий АО	0,77	0	1	0,92	0,07	1	0,54	0,86	0,23	0,13	0,59	0,96	1	0,16	1	0,98			
Мурманская область	1	0,98	0	1	0,72	0	0,96	0	0,37	0,36	0	0	0,28	0,59	0,93	0,98			
Ямало-Ненецкий АО	0,53	0,34	0,91	0,66	0,34	0,30	0,44	0,32	0	0	0,17	1	0	0	0	0,96			
Красноярский край	0,10	0,53	0,48	0,61	0	0,45	0	0,56	1	0,84	0,94	0,47	0,58	0,01	0,23	0,97			
Республика Саха (Якутия)	0	1	0,92	0,60	0,42	0,78	0,07	1	0,05	0,64	0,37	0,46	0,84	0,02	0,41	0			
Чукотский АО	0,34	0,82	0,45	0	0,11	0,63	0,35	0,32	0,38	1	0,81	0,71	0,97	0,06	0,20	0,80			
Условные обозначения для определения степени потребности в адаптации:																			
высокая потребность										умеренная потребность					низкая потребность				

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

Анализ масштаба *социально-экологических последствий* изменения климата оценивается через ущерб здоровью, определяемый уровнем заболеваемости климатообусловленными заболеваниями и качеством окружающей природной среды.

Отсутствие статистических данных в отношении отдельных климаточувствительных заболеваний (ишемическая болезнь сердца, инфаркт, аллергические респираторные заболевания, бронхиальная астма) осложняет задачу оценки масштабов ущерба здоровью, однако анализ заболеваемости населения в разрезе расширенных групп данных заболеваний (болезни органов дыхания и кровообращения, внешне причины) дает некоторое представление⁶. Наличие сведений о заболеваемости клещевым энцефалитом и клещевым боррелиозом позволяет детализировать влияние климатического фактора на распространение инфекционных заболеваний в Арктике.

Рост заболеваемости болезнями органов дыхания (в среднем на 38 %) и кровообращения (в среднем на 76 %) в регионах Арктики свидетельствует об увеличении социального ущерба. Динамика заболеваемости населения вследствие внешних причин менее однозначна: в большинстве субъектов, за исключением Ненецкого автономного округа и Мурманской области, она возросла. Важно понимать, что влияние климата является важным,

но не определяющим динамику заболеваемости населения в Арктике фактором. Значительное влияние на здоровье населения Арктики оказала в том числе пандемия COVID-19, которая сопровождалась всплеском заболеваемости населения болезнями органов дыхания в 2020 г., ростом в последующие годы, «отложенным эффектом» заболеваемости болезнями системы кровообращения и воздействием внешних причин, когда резкий рост произошел уже в 2021–2022 гг.

Одним из аспектов влияния изменения климата на здоровье населения Арктики является распространение природно-очаговых заболеваний. В структуре заболеваемости природно-очаговых инфекций в России на протяжении последних лет преобладают инфекции, передающиеся клещами: клещевой боррелиоз и клещевой вирусный энцефалит [35]. Эндемичными регионами по этим заболеваниям являются Карелия, Коми, Архангельская область, Красноярский край и часть территории Якутии. В остальных субъектах также встречаются случаи укусов клещей. Особую тревогу вызывают высокие темпы роста обращений населения в медучреждения как в наиболее «покусанных» регионах (Коми, Архангельская область), так и в регионах небольшого распространения клещей (Якутия, Ямало-Ненецкий АО) (рис. 6).

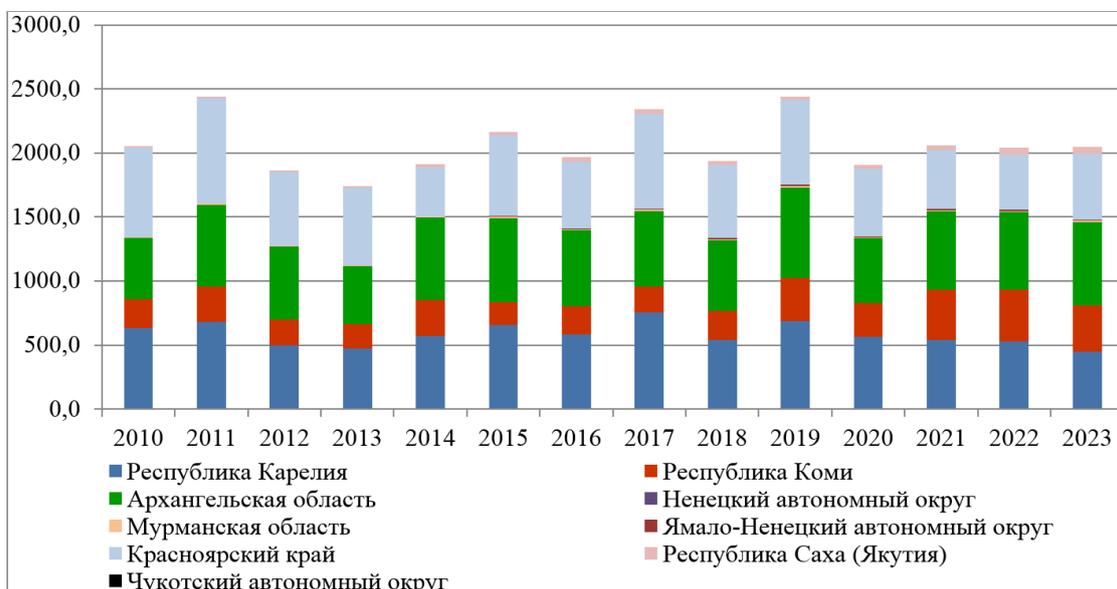


Рис. 6. Региональное распределение обращений за медицинской помощью по поводу укусов клещей в АЗРФ, сл./100 тыс. чел.

Источник: рассчитано по: Роспотребнадзор. URL: <https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/>

⁶ Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска. МР 2.1.10.0057-12. URL:

https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4648 (дата обращения: 01.05.2025).

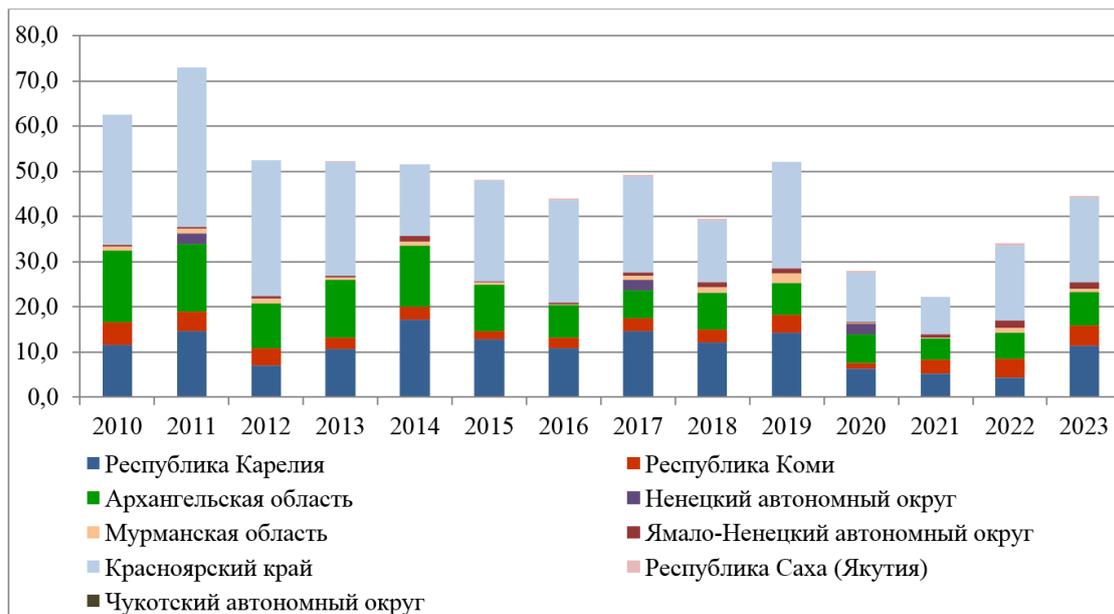


Рис. 7. Региональная структура заболеваемости клещевым энцефалитом и боррелиозом в Арктике, сл./100 тыс. чел.

Источник: рассчитано по ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicators>

Основную нагрузку как по числу обращений за медицинской помощью, так и по заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом и клещевым боррелиозом несут Красноярский край, Карелия, Архангельская область и Коми. Несмотря на рост распространения клещей, заболеваемость этими болезнями снижается (рис. 7).

Влияние климатических факторов на распространение природно-очаговых заболеваний происходит на фоне факторов неклиматической природы: масштабов вакцинации, частоты контактов населения с возбудителями, циклических колебаний численности переносчиков позвоночных хозяев, ростом естественной иммунизации. К примеру, резкое снижение заболеваемости в период пандемии в 2020–2021 гг. было обусловлено политикой социальной изоляции. Косвенным проявлением влияния климата на здоровье населения является изменение окружающей среды через микробиологический состав воды и почвы. В отношении водной среды это связано с распространением инфекционных заболеваний, рост которых зачастую обусловлен увеличением числа экстремальных погодных явлений. В регионах Арктики проблема качества питьевой воды по микробиологическим показателям стоит достаточно остро. Несмотря на общую позитивную тенденцию, статистически значимое улучшение значения санитарно-гигиенического состояния источников питьевого водоснабжения было характерно только для республик Карелия, Саха и Чукотского автономного округа. В остальных субъектах снижение носило нестабильный

характер. Другой проблемой является значительная дифференциация регионов по качеству питьевых вод. В большей степени данная проблема характерна для Архангельской области, Якутии, Красноярского края.

Связь потепления климата с санитарно-гигиеническими характеристиками почв проявляется через активизацию микроорганизмов, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние. Негативное влияние связано с микробиологическим загрязнением почв. По показателю удельного веса проб почв, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, наиболее неблагоприятная ситуация в 2023 г. наблюдалась в Архангельской области (22,1 %) и Красноярском крае (19,8 %). В целом наблюдается неустойчивая динамика снижения данного показателя во всех регионах за исключением Мурманской области.

Нормализация показателей социально-экологических последствий изменения климата была заложена в основу определения степени потребности в адаптации. Практически во всех арктических регионах приоритетными направлениями для применения адаптационных мер являются: высокий уровень заболеваемости органов дыхания, быстрый рост заболеваемости органов системы кровообращения, болезней от внешних причин, рост числа обращений по поводу укусов клещей, медленное снижение уровня заболеваемости, вызванной клещами, а также медленное улучшение качества питьевой воды и почвы (табл. 4).

Таблица 4
 Нормализованные значения показателей социально-экологических последствий изменения климата в регионах АЗРФ и определение потребности в адаптации

Регион АЗРФ	Заболееваемость болезнями		Внешние причины, сл./1 000 чел.		Количество обращений по поводу укусов клещей, случаев/100 тыс. чел.		Заболееваемость клещевым энцефалитом, клещевым боррелиозом, сл./100 тыс.		Удельный вес проб					
	органов дыхания, сл./1 000 чел.		системы кровообращения, сл./1 000 чел.		случаев/100 тыс. чел.		сл./100 тыс.		в воды в водоемах I категории, не соответствующих установленным требованиям, %	почв, не отвечающих нормативам по микробиологическим показателям, %				
	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая	Статическая	Динамическая		
Республика Карелия	0	0	0,18	0,09	0	0,16	0,31	0,67	0,39	0,32	0,87	0,28	0	0
Республика Коми	0,35	0,85	0,92	0,17	0,20	0,12	0,45	0	0,76	0,06	1	0,24	0,39	0,62
Архангельская область	0,58	0,80	0,69	0,10	0,16	0	0	0,25	0,61	0,57	0,00	0,27	0,06	0,32
Ненецкий АО	0,15	0,69	0	1	1	1	1	0,46	1	0,05	1	0,01	1	1
Мурманская область	0,72	0,86	1	0,28	0,79	0,56	0,98	0,46	0,96	0,05	1	0	0,78	0,29
Ямало-Ненецкий АО	0,08	0,17	0,78	0,20	0,20	0,25	0,98	0,43	0,93	0	0,96	0,45	0,67	0,47
Красноярский край	1	1	0,22	0	0,44	0,27	0,22	1	0	1	0,27	0,33	0,86	0,75
Республика Саха (Якутия)	0,32	0,04	0,75	0,35	0,51	0,10	0,91	0,35	0,97	0,02	0,04	0,55	0,96	0,86
Чукотский АО	0,38	0,36	0,12	0,33	0,09	0,25	1	0,46	1,00	0,04	1	1	1	0,37
Условные обозначения для определения степени потребности в адаптации:										низкая потребность				
										умеренная потребность				
										высокая потребность				

Заключение

Результаты проведенного исследования еще раз подтвердили факт интенсивных климатических изменений в Арктике, которые связаны в основном с ростом температуры и количества осадков в зимние месяцы и небольшим увеличением температуры в летние месяцы, а также практически повсеместным увеличением периода солнечного сияния. Самыми динамичными в отношении изменения климата стали Красноярский край и Ямало-Ненецкий автономный округ. Это обусловило высокий риск возникновения последствий изменения климата, оказывающих влияние на трансформацию социально-экономической среды этих регионов.

Выполненная диагностика масштабов и динамики проявления социально-экономических и социально-экологических последствий изменения климата позволяет говорить о происходящей трансформации социально-экономической среды регионов Арктики. Наиболее значимыми по совокупности последствий, их масштабу и ухудшающейся динамике стали Красноярский край, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Карелия и Архангельская область. В Красноярском крае мы отмечаем значительный масштаб проявления последствий, в остальных регионах — ухудшение социально-экономической среды по причине изменения климата. Социально-экономические последствия в большей степени проявились в регионах восточной части Российской Арктики. Социально-экологические последствия характеризуются высокой степенью межрегиональной дифференциации их проявления: в слабой степени они проявились в Ненецком автономном округе и Мурманской области в отличие от остальных регионов Арктики. Последствия, связанные с экологической средой (распространение клещей, микробиологическое загрязнение почв и воды), в меньшей степени выражены в высокоширотных регионах Арктики. Последствия, связанные с другими климатообусловленными заболеваниями, проявляются в Арктике повсеместно.

Масштабы и темпы проявления последствий

изменения климата в регионах Арктики обусловили потребность в адаптации для минимизации ущерба. В регионах восточной части Российской Арктики адаптационные решения должны быть направлены на снижение потенциального ущерба от протаивания грунтов, опасных ГМЯ, лесных пожаров, а также ущерба здоровью вследствие болезней от внешних причин и природно-очаговых заболеваний (Красноярский край), ухудшения ситуации с болезнями органов дыхания и кровообращения, ущерба от низкого качества питьевой воды. Положительный эффект от изменения климата здесь связан с сокращением отопительного периода и снижением затрат на энергообеспечение. В регионах западной части Арктики адаптационные решения должны быть направлены на сокращение ущерба от лесных пожаров, а также социального ущерба, вызванного болезнями органов дыхания, внешними причинами, ростом болезней системы органов кровообращения. Принятия особых мер требуют проблема распространения клещей и вызванные ими заболевания, а также микробиологическое загрязнение вод и почв. Положительный эффект от сокращения отопительного периода в этих регионах выражен не так ярко.

Полученные нами оценки в целом подтверждают теоретические и эмпирические результаты предыдущих исследований последствий изменения климата в Арктике. Используемые авторские системы показателей и оригинальный массив данных позволили раскрыть целостную картину изменения климата и последствий в Арктике, определить специфику проявления этих последствий и обозначить степень потребности в адаптации к ним в каждом регионе АЗРФ. При этом мы осознаем, что, в связи с ограниченностью региональных статистических данных, а также неоднозначностью влияния климата, некоторые последствия требуют более детального изучения, например, вопросы продуктивности сельскохозяйственных угодий, климатозависимых заболеваний.

Список источников

1. Порфирьев Б. Н., Воронина С. А., Семикашев В. В., Терентьев Н. Е. Елисеев Д. О., Наумова Ю. В. Последствия изменений климата для экономического роста и развития отдельных секторов экономики российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2017. № 4 (28). С. 4–17. DOI: 10.25283/2223-4594-2017-4-4-17.
2. Nordhaus W. D. Managing the global commons: the economics of climate change. Cambridge: MIT Press, 1994. 213 p.
3. Tol R. S. J. The damage costs of climate change toward more comprehensive calculations // Environmental and Resource Economics. 1995. Vol. 5, No 4. P. 353–374.
4. Plambeck E. L., Hope C. PAGE95: an updated valuation of the impacts of global warming // Energy Policy. 1996. Vol. 24, No 9. P. 783–793.
5. Toth F. L. Coupling Climate and Economic Dynamics: Recent Achievements and Unresolved Problems. In: Haurie A., Viguier L. (eds). The Coupling of Climate and Economic Dynamics. Essays on Integrated Assessment. Advances in Global Change Research. 2005. Vol. 22. P. 35–68. DOI: 10.1007/1-4020-3425-3_2.

6. Schwarze R., Oberpriller Q., Peter M., Füssler J. Modelling the Cost and Benefits of Adaptation. A Targeted Review on Integrated Assessment Models with a Special Focus on Adaptation Modelling. In: Kondrup et al. Climate Adaptation Modelling. 2022. P. 5–10. DOI:10.1007/978-3-030-86211-4_1.
7. Порфирьев Б. Н., Елисеев Д. О. Сценарная оценка ожидаемого ущерба от деградации многолетней мерзлоты: региональный и отраслевой аспекты // Проблемы прогнозирования. 2023. № 5 (200). С. 124–135. DOI: 10.47711/0868-6351-200-124-135.
8. Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the Sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. New York, Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 168 p. DOI: 10.1017/9781009325844.
9. Макаров И. А., Чернокульский А. В. Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации // Журнал Новой экономической ассоциации. 2023. № 4 (61). С. 145–202. DOI: 10.31737/22212264_2023_4_145-202.
10. Бессонова Т. Н. Оценка уязвимости северных регионов к природным опасностям, вызванным изменениями климата // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2023. Т. 3, вып. 4. С. 419–427. DOI: 10.34130/2070-4992-2023-3-4-419.
11. Порфирьев Б. Н., Акентьева Е. М., Елисеев Д. О., Хлебникова Е. И. Методические подходы к оценке возможного ущерба экономическим системам от климатических изменений // Проблемы прогнозирования. 2024. № 1 (202). С. 67–80. DOI: 10.47711/0868-6351-202-67-80.
12. Хлебникова Е. И., Школьник И. М., Рудакова Ю. Л. Вероятностные оценки изменения прикладных показателей термического режима для целей адаптации к изменениям климата на территории России // Фундаментальная и прикладная климатология. 2021. Т. 7, № 2. С. 140–158. DOI 10.21513/2410-8758-2021-2 140-158.
13. Корзухин М. Д., Андреева А. П. Зависимость продуктивности лесов от температуры и осадков для северо-запада России: прогноз с использованием модели MIAMI // Фундаментальная и прикладная климатология. 2023. № 1. С. 89–106. DOI:10.21513/2410-8758-2023-1-89-106.
14. Савин И. Ю., Аветян С. А., Савицкая Н. В., Кучер О. Д. Может ли изменение климата привести к расширению посевов сельскохозяйственных культур в Арктической зоне России? // Сетевой научный журнал РГАТУ. 2024. № 4 (6). С. 41–57. DOI: 10.36508/journal.2024.29.15.006.
15. Мохов И. И., Хон В. Ч. Продолжительность навигационного периода и ее изменения для Северного морского пути: модельные оценки // Арктика: экология и экономика. 2015. № 2 (18). С. 88–95.
16. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. СПб.: Научно-исследовательский институт географии РАН, 2022. 676 с.
17. Порфирьев Б. Н., Колпаков А. Ю., Елисеев Д. О., Саенко В. В., Ползиков Д. А., Лазеева Е. А., Бирюков Е. С. Экономические эффекты изменения климата в России // Проблемы прогнозирования. 2025. № 2 (209). С. 20–36. DOI: 10.47711/0868-6351-209-20-36.
18. Порфирьев Б. Н., Ревич Б. А. Оценка возможного ущерба здоровью населения от воздействий, связанных с изменчивостью и изменением климата // Проблемы прогнозирования. 2024. № 2 (203). С. 48–60. DOI: 10.47711/0868-6351-203-48-60.
19. Зинченко Ю. В., Терентьев Н. Е. Риски климатических изменений здоровью и адаптация населения: обзор мирового опыта и уроки для России // Проблемы прогнозирования. 2022. № 6 (195). С. 131–144. DOI: 10.47711/0868-6351-195-131-144.
20. Ревич Б. А., Харькова Т. Л. Климатические риски социального развития Ямало-Ненецкого автономного округа // Проблемы прогнозирования. 2023. № 4 (199). С. 157–167. DOI: 10.47711/0868-6351-199-157-167.
21. Шапошников Д. А., Ревич Б. А., Школьник И. М. Сценарные оценки потепления климата и смертности населения российских приарктических городов в XXI в. // Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 37–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.04.
22. Revich B. A., Shaposhnikov D. A., Anisimov O. A., Belolutskaya M. A. Impact of Temperature Waves on the Health of Residents in cities of the Northwestern Regions of Russia // Studies on Russian Economic Development. 2019. Vol. 30, № 3. P. 327–333. DOI: 10.1134/S1075700719030158.
23. Кудрявцева Т. Ю., Попов В. П., Мокриевич А. Н., Мазепа А. В., Окунев Л. П., Холин А. В., Куликалова Е. С., Храмов М. В., Дятлов И. А., Транквиловский Д. В. Эпидемиологический и эпизоотологический анализ ситуации по туляремии в Российской Федерации в 2016 г., прогноз на 2017 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. № 2. С. 13–17.
24. Опыт ликвидации вспышки сибирской язвы на Ямале в 2016 году / под ред. А. Ю. Поповой, А. Н. Куличенко. Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. 313 с.
25. Tokarevich N., Tronin A., Gnativ B., Revich B., Blinova O., Evengard B. Impact of air temperature variation on the ixodid ticks habitat and tick-borne encephalitis incidence in the Russian Arctic: the case of the Komi Republic // International Journal of Circumpolar Health. 2017. Vol. 76, No. 1, 1298882. P. 1–13 DOI: 10.1080/22423982.2017.1298882.

26. Tokarevich, N. K., Tronin, A. A., Blinova, O. V., Buzinov, R. V., Boltenev, V. P., Yurasova, E. D., Nurse, J. The impact of climate change on the expansion of *Ixodes persulcatus* habitat and the incidence of tick-borne encephalitis in the north of European Russia // *Global Health Action*. 2011. No. 4 (1). DOI: 10.3402/gha.v4i0.8448.
27. McDougall J. A., Furnback W. E., Wang B., Mahlich J. Understanding the global measurement of willingness to pay in health // *Journal of market access & health policy*. 2020. Vol. 8, No. 1. P. 1–10. DOI: 10.1080/20016689.2020.1717030.
28. Jo C. Cost-of-illness studies: concepts, scopes, and methods // *Clinical and molecular hepatology*. 2014. Vol. 20, No. 4. P. 327–337. DOI: 10.3350/cmh.2014.20.4.327.
29. Augustovski F. et al. Measuring the benefits of healthcare: DALYs and QALYs—Does the choice of measure matter? A case study of two preventive interventions // *International journal of health policy and management*. 2018. Vol. 7, No. 2. P. 120–136. DOI: 10.15171/ijhpm.2017.47.
30. Зубаревич Н. В. Дискуссия по поводу статьи. Формально-статистический подход не смог выявить особенности влияния климата на региональное развитие // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2022. № 86 (4). С. 592–593.
31. Рабинович М. В. Надежная и безаварийная эксплуатация зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах в условиях изменения климатических параметров территорий Крайнего Севера Российской Федерации // *Экономика строительства*. 2022. № 2. С. 83–89.
32. Большакова А. И., Горячев М. Г. Влияние изменения глубины промерзания грунтов на проектирование дорожной одежды на территории России // *Современное строительство и архитектура*. 2024. № 8 (51). С. 1–8.
33. Дробжева Я. В., Волобуева О. В. Особенности метеорологического обеспечения авиации в Арктической зоне. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2022. 76 с.
34. Кубичек В. В., Игитханян Д. А., Брикотнина Н. В. Территории «северного завоза»: новые подходы к категоризации // *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*. 2024. Т. 59, № 4. С. 267–292. DOI 10.55959/MSU0130-0105-6-59-4-12.
35. Шестопалов Н. В., Шашина Н. И., Германт О. М., Пакскина Н. Д., Царенко В. А., Веригина Е. В., Бойко Л. С. Информационное письмо «Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2019)» // *Дезинфекционное дело*. 2019. № 1 (107). С. 37–44.

References

1. Porfiriev B. N., Voronina S. A., Semikashev V. V., Terent'yev N. Ye., Eliseev D. O., Naumova Yu. V. Posledstviya izmeneniy klimata dlya ekonomicheskogo rosta i razvitiya otdel'nykh sektorov ekonomiki rossiyskoy Arktiki [Climate change impact on economic growth and specific sectors' development of the Russian Arctic]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [The Arctic: Ecology and Economy], 2017, No. 4 (28), pp. 4–17. DOI: 10.25283/2223-4594-2017-4-4-17. (In Russ.).
2. Nordhaus W. D. *Managing the global commons: The economics of climate change*. Cambridge, MIT Press, 1994, 213 p.
3. Tol R. S. J. The damage costs of climate change toward more comprehensive calculations. *Environmental and Resource Economics*, 1995, Vol. 5, No. 4, pp. 353–374.
4. Plambeck E. L., Hope C. PAGE95: An updated valuation of the impacts of global warming. *Energy Policy*, 1996, Vol. 24, No. 9, pp. 783–793.
5. Toth F. L. Coupling climate and economic dynamics: Recent achievements and unresolved problems. In: Haurie A., Viguier L. (eds). *The Coupling of Climate and Economic Dynamics. Essays on Integrated Assessment. Advances in Global Change Research*, 2005, Vol. 22, pp. 35–68. DOI: 10.1007/1-4020-3425-3_2.
6. Schwarze R., Oberpriller Q., Peter M., Füssler J. Modelling the cost and benefits of adaptation. A targeted review on integrated assessment models with a special focus on adaptation modelling. In: Kondrup et al. *Climate Adaptation Modelling*, 2022, pp. 5–10. DOI: 10.1007/978-3-030-86211-4_1.
7. Porfiriev B. N., Eliseev D. O. Stsenarnaya otsenka ozhidayemogo ushcherba ot degradatsii mnogoletney merzloty: regional'nyy i otraslevoyy aspekt [Scenario forecasts of expected damage from permafrost degradation: Regional and industry issues]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2023, No. 5 (200), pp. 124–135. DOI: 10.47711/-0868-6351-200-124-135. (In Russ.).
8. *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. The Working Group II contribution to the IPCC Sixth Assessment Report*. New York, Cambridge, Cambridge University Press, 2022, 168 p. DOI: 10.1017/9781009325844.
9. Makarov I. A., Chernokulsky A. V. Vliyanie izmeneniya klimata na ekonomiku Rossii: reiting regionov po neobkhodimosti adaptatsii [Impacts of climate change on the Russian economy: Ranking of regions by adaptation needs]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii* [Journal of the New Economic Association], 2023, No. 4 (61), pp. 145–202. DOI: 10.31737/22212264_2023_4_145-202. (In Russ.).
10. Bessonova T. N. Otsenka uyazvimosti severnykh regionov k prirodnykh opasnostyam, vyzvannym izmeneniyami klimata [Assessment of the vulnerability of the northern regions to natural hazards caused by climate change]. *Korporativnoye upravleniye i innovatsionnoye razvitiye ekonomiki Severa: Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo tsentra korporativnogo prava, upravleniya i venchurnogo investirovaniya Syktyvskarskogo gosudarstvennogo universiteta* [Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North: Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University], 2023, Vol. 3, Issue 4, pp. 419–427. DOI: 10.34130/2070-4992-2023-3-4-419. (In Russ.).

11. Porfiriev B. N., Akent'eva E. M., Eliseev D. O., Khlebnikova E. I. Metodicheskie podkhody k otsenke vozmozhnogo ushcherba ekonomicheskim sistemam ot klimaticheskikh izmenenii [Methodological approaches to assessing possible damage to economic systems from climate change]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2024, No. 1 (202), pp. 67–80. DOI: 10.47711/0868-6351-202-67-80. (In Russ.).
12. Khlebnikova E. I., Shkolnik I. M., Rudakova Yu. L. Veroyatnostnye otsenki izmeneniya prikladnykh pokazatelei termicheskogo rezhima dlya tselei adaptatsii k izmeneniyam klimata na territorii Rossii [Probabilistic estimates of change in applied indicators of the thermal regime for climate change adaptation over the territory of Russia]. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and Applied Climatology], 2021, Vol. 7, No. 2, pp. 140–158. DOI 10.21513/2410-8758-2021-2 140-158. (In Russ.).
13. Korzukhin M. D., Andreeva A. P. Zavisimost' produktivnosti lesov ot temperatury i osadkov dlya severo-zapada Rossii: prognoz s ispol'zovaniyem modeli MIAMI [Dependence of forest productivity on temperature and precipitation for the north-west of Russia: A forecast using the Miami model]. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and Applied Climatology], 2023, No. 1, pp. 89–106. DOI:10.21513/2410-8758-2023-1-89-106. (In Russ.).
14. Savin I. Yu., Avetyan S. A., Savitskaya N. V., Kucher O. D. Mozhet li izmeneniye klimata privesti k rasshireniyu posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Arkticheskoy zone Rossii? [Can climate change lead to an expansion of crops in the Arctic zone of Russia?]. *Setevoy nauchnyi zhurnal RGATU* [Network Scientific Journal of RSATU], 2024, No. 4 (6), pp. 41–57. DOI: 10.36508/journal.2024.29.15.006. (In Russ.).
15. Mokhov I. I., Khon V. Ch. Prodolzhitel'nost' navigatsionnogo perioda i ee izmeneniya dlya Severnogo morskogo puti: model'nye otsenki [The duration of the navigation period and changes for the Northern Sea Route: Model estimates]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [The Arctic: Ecology and Economy], 2015, No. 2 (18), pp. 88–95. (In Russ.).
16. *Tretii otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii* [The Third Assessment Report on Climate Change and its Consequences in the Russian Federation]. Saint Petersburg, Naukoyemkiye tekhnologii [Science-Intensive Technologies], 2022, 676 p. (In Russ.).
17. Porfiriev B. N., Kolpakov A. Yu., Eliseev D. O., Saenko V. V., Polzikov D. A., Lazeeva E. A., Biryukov E. S. Ekonomicheskiye efekty izmeneniya klimata v Rossii [Economic effects of climate change in Russia]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2025, No. 2 (209), pp. 20–36. DOI: 10.47711/0868-6351-209-20-36. (In Russ.).
18. Porfiriev B. N., Revich B. A. Otsenka vozmozhnogo ushcherba zdorov'yu naseleniya ot vozdeistvii, svyazannykh s izmenchivost'yu i izmeneniyem klimata [Assessing potential damage to public health from impacts associated with climate variability and climate change]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2024, No. 2 (203), pp. 48–60. DOI: 10.47711/0868-6351-203-48-60. (In Russ.).
19. Zinchenko Yu. V., Terent'ev N. E. Riski klimaticheskikh izmenenii zdorov'yu i adaptatsiya naseleniya: obzor mirovogo opyta i uroki dlya Rossii [Risks of climate change to health and adaptation of the population: A review of world experience and lessons for Russia]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2022, No. 6 (195), pp. 131–144. DOI: 10.47711/0868-6351-195-131-144. (In Russ.).
20. Revich B. A., Kharkova T. L. Klimaticheskie riski sotsial'nogo razvitiya Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga [Climate risks of social development of the Yamal-Nenets Autonomous District]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2023, No. 4 (199), pp. 157–167. DOI: 10.47711/0868-6351-199-157-167. (In Russ.).
21. Shaposhnikov D. A., Revich B. A., Shkol'nik I. M. Stenarnyye otsenki potepeniya klimata i smertnosti naseleniya rossiyskikh priarkticheskikh gorodov v XXI v. [Scenario assessments of climate warming and population mortality in Russian cities located in the sub-arctic regions in XXI century]. *Analiz riska zdorov'yu* [Health Risk Analysis], 2019, No. 4, pp. 37–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.04. (In Russ.).
22. Revich B. A., Shaposhnikov D. A., Anisimov O. A., Belolutskaia M. A. Impact of temperature waves on the health of residents in cities of the northwestern regions of Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 2019, Vol. 30, No. 3, pp. 327–333. DOI: 10.1134/S1075700719030158.
23. Kudryavtseva T. Yu., Popov V. P., Mokrievich A. N., Mazepa A. V., Okunev L. P., Kholin A. V., Kulikalova E. S., Khramov M. V., Dyatlov I. A., Trankvilevsky D. V. Epidemiologicheskii i epizootologicheskii analiz situatsii po tulyaremii v Rossiiskoi Federatsii v 2016 g., prognoz na 2017 g. [Epidemiological and epizootiological analysis of the situation on tularemia in the Russian Federation in 2016 and forecast for 2017]. *Problemy osobo opasnykh infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections], 2017, No. 2, pp. 13–17. (In Russ.).
24. *Opyt likvidatsii vspyshki sibirskoi yazvy na Yamale v 2016 godu* [Experience in controlling the anthrax outbreak in Yamal in 2016]. Izhevsk, Print-2, 2017, 313 p. (In Russ.).
25. Tokarevich N., Tronin A., Gnativ B., Revich B., Blinova O., Evengard B. Impact of air temperature variation on the ixodid ticks habitat and tick-borne encephalitis incidence in the Russian Arctic: The case of the Komi Republic. *International Journal of Circumpolar Health*, 2017, Vol. 76, No. 1, pp. 1–13. DOI: 10.1080/22423982.2017.1298882.
26. Tokarevich N. K., Tronin A. A., Blinova O. V., Buzinov R. V., Boltentov V. P., Yurasova E. D., Nurse J. The impact of climate change on the expansion of Ixodes persulcatus habitat and the incidence of tick-borne encephalitis in the north of European Russia. *Global Health Action*, 2011, No. 4 (1). DOI: 10.3402/gha.v4i0.8448.

27. McDougall J. A., Furnback W. E., Wang B., Mahlich J. Understanding the global measurement of willingness to pay in health. *Journal of Market Access & Health Policy*, 2020, Vol. 8, No. 1, pp. 1–10. DOI: 10.1080/20016689.2020.1717030.
28. Jo C. Cost-of-illness studies: Concepts, scopes, and methods. *Clinical and Molecular Hepatology*, 2014, Vol. 20, No. 4, pp. 327–337. DOI: 10.3350/cmh.2014.20.4.327.
29. Augustovski F., Colantonio L. D., Galante J., Bardach A., Caporale J. E., Zárate V., Chuang L. H., Pichon-Riviere A., Kind P. Measuring the benefits of healthcare: DALYs and QALYs—Does the choice of measure matter? A case study of two preventive interventions. *International Journal of Health Policy and Management*, 2018, Vol. 7, No. 2, pp. 120–136. DOI: 10.15171/ijhpm.2017.47.
30. Zubarevich N. V. Diskussiya po povodu stat'i. Formal'no-statisticheskii podkhod ne smog vyyavit' osobennosti vliyaniya klimata na regional'noe razvitie [Discussion of the article. The formal-statistical approach could not reveal features of climate influence on regional development]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], 2022, No. 86 (4), pp. 592–593. (In Russ.).
31. Rabinovich M. V. Nadezhnaya i bezavariinaya ekspluatatsiya zdaniy i sooruzheniy na mnogoletnemerzlykh gruntakh v usloviyakh izmeneniya klimaticheskikh parametrov territorii Krainego Severa Rossiiskoi Federatsii [Reliable and trouble-free operation of buildings and structures on permafrost soils under changing climatic parameters of the territories of the Far North of the Russian Federation]. *Ekonomika stroitel'stva* [Construction Economics], 2022, No. 2, pp. 83–89. (In Russ.).
32. Bol'shakova A. I., Goryachev M. G. Vliyaniye izmeneniya glubiny promerzaniya gruntov na proyektirovaniye dorozhnoy odezhdyy na territorii Rossii [Influence of changes in soil freezing depth on road pavement design in Russia]. *Sovremennoye stroitel'stvo i arkhitektura* [Modern Construction and Architecture], 2024, No. 8 (51), pp. 1–8. DOI: 10.60797/mca.2024.51.1. (In Russ.).
33. Drobzheva Ya. V., Volobueva O. V. *Osobennosti meteorologicheskogo obespecheniya aviatsii v Arkticheskoi zone* [Features of meteorological support for aviation in the Arctic]. Saint Petersburg, Izdatel'sko-poligraficheskaya assotsiatsiya vysshikh uchebnykh zavedeniy [Publishing and Printing Association of Higher Educational Institutions], 2022, 76 p. (In Russ.).
34. Kubichek V. V., Ighithanyan D. A., Brikotnina N. V. Territorii “severnogo zavoza”: novy'e podhody k kategorizatsii [Territories of the “northern delivery”: New approaches to categorization]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika*. [Moscow University Economics Bulletin], 2024, Vol. 59, No. 4, pp. 267–292. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-59-4-12. (In Russ.).
35. Shestopalov N. V., Shashina N. I., Germant O. M., Paskina N. D., Tsarenko V. A., Verigina Ye. V., Boyko L. S. Informatsionnoye pis'mo “Prirodno-ochagovyye infektsii, vzbuditeley kotorykh peredayut iksodovyye kleshchi, i ikh nespetsificheskaya profilaktika v Rossiiskoi Federatsii (po sostoyaniyu na 01.01.2019)” [Information letter “Natural and focal infections, the causative agents of which are transmitted by ixodid ticks, and their non-specific prevention in the Russian Federation (as of 01.01.2019)”. *Dezinfektsionnoye delo* [Disinfection Affairs], 2019, No. 1 (107), pp. 37–44. (In Russ.).

Об авторах:

О. В. Губина — канд. экон. наук, старший научный сотрудник;

А. А. Проворова — научный сотрудник.

About the authors:

O. V. Gubina — PhD (Economics), Senior Researcher;

A. A. Provorova — Researcher.

Статья поступила в редакцию 10 июля 2025 года.

Статья принята к публикации 11 сентября 2025 года.

The article was submitted on July 10, 2025.

Accepted for publication on September 11, 2025.

Научная статья

УДК 314.04 + 331.526

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.003

НАПРАВЛЕНИЯ И ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ В АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Валентина Ильинична Кондратьева¹, Анастасия Спиридоновна Барашкова²^{1, 2}Научно-исследовательский институт региональной экономики Севера Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия¹ORCID 0000-0002-4373-3189²ORCID 0000-0002-3397-5547

Аннотация. Сложившаяся в арктических регионах демографическая ситуация является сложным и многогранным вызовом, ограничивающим возможности их устойчивого социально-экономического развития. Малозаселенность, специфические условия проживания и труда в суровом климате влияют на процессы воспроизводства и миграции населения и динамику числа жителей. Так, только за 1991–2021 гг. население арктической зоны Якутии сократилось на 55,0 %, что, с учетом геостратегического значения региона для России, представляется катастрофическим. Важной предпосылкой и результатом наблюдаемых демографических процессов выступает распределение населения по основным возрастным группам. Целью исследования является определение направлений и факторов изменения возрастной структуры населения в арктических районах Республики Саха (Якутия). Новизна статьи заключается в анализе сдвигов в возрастной структуре населения за длину одного демографического поколения, основанном на расчетах демографических индексов. Делается вывод, что сочетание черт традиционного и современного типов воспроизводства населения, неопределенность масштабов и направлений миграционных потоков в статистически малой совокупности, сохраняющаяся гендерная диспропорция в условиях складывающейся макроэкономической ситуации отражаются на траектории динамики возрастной структуры населения. Расчет индекса демографического старения позволил провести типологию районов по направлениям и масштабам изучаемого явления. Определено, что причиной наблюдаемых сдвигов возрастной структуры населения в слабо урбанизированных арктических районах Якутии остаются процессы воспроизводства населения. В перераспределении основных возрастных групп населения в районах с очагами промышленного освоения прослеживается прямое и косвенное влияние миграции. Практическая значимость проведенного исследования видится в применении коэффициентов прибытия/выбытия с позиции привлечения лиц раннего пенсионного возраста на рынок труда, что может стать научной основой для разработки территориально дифференцированной политики занятости населения. Направления будущих исследований связаны с изучением установки мигранта на продолжительность проживания в районе вселения, а также миграционных настроений местного населения.

Ключевые слова: возрастная структура населения, индекс старения населения, индекс Биллетера, рождаемость, миграция населения, арктические районы

Благодарности: статья подготовлена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSRG-2023-0025).

Для цитирования: Кондратьева В. И., Барашкова А. С. Направления и факторы изменения возрастной структуры населения в арктических районах Республики Саха (Якутия) // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 41–56. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.003.

Original article

THE POPULATION AGE STRUCTURE IN THE ARCTIC REGIONS OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA): TRENDS AND DRIVERS OF CHANGE

Valentina I. Kondratieva¹, Anastasia S. Barashkova²^{1, 2}Research Institute of Regional Economics of the North, North-Eastern Federal University, NEFU, Yakutsk, Russia¹ORCID 0000-0002-4373-3189²ORCID 0000-0002-3397-5547

Abstract

The demographic situation in the Arctic regions presents a complex and multifaceted challenge that constrains their potential for sustainable socio-economic development. Low population density, combined with specific living and working conditions in an extreme climate, affects the birth rate, migration processes, and demographic dynamics. Between 1991 and 2021, the

population of the Arctic zone of Yakutia declined by 55%, a trend that appears alarming given the region's geostrategic importance for Russia. The age structure of the population both shapes and reflects the demographic processes taking place in the region. This study aims to identify the trends and drivers of change in the age structure of the population in the Arctic regions of the Republic of Sakha (Yakutia). The novelty of the research lies in its analysis of transformations in the population's age structure over the span of one generation, using a system of demographic indices. The findings indicate that a combination of traditional and modern forms of demographic reproduction, uncertainty in the scale and direction of migration flows within a statistically small population, and a persistent gender imbalance amid current macroeconomic conditions all influence the trajectory of age structure dynamics. The calculation of the demographic aging index made it possible to classify regions according to the direction and intensity of the observed trends. It was established that population reproduction processes remain the main driver of shifts in the age structure within the sparsely urbanized Arctic territories of Yakutia. At the same time, the direct and indirect effects of migration are evident in the redistribution of key age groups in areas centered around industrial development. The practical significance of this study lies in its potential application of migration inflow and outflow indicators to attract individuals approaching retirement age into the labor market, providing a scientific basis for developing territorially differentiated employment policies. Future research will focus on analyzing migrants' attitudes toward a long residence in settlement areas and assessing the migration intentions of the local population.

Keywords: population age structure, population aging index, Billeter index, birth rate, migration, Arctic regions

Acknowledgments: This article was prepared as part of a research task assigned by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Project No. FSRG-2023-0025).

For citation: Kondratieva V. I., Barashkova A. S. The population age structure in the Arctic regions of the Republic of Sakha (Yakutia): Trends and drivers of change. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 41–56. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.003.

Введение

Повышение научного и практического интереса к арктическим регионам ученые связывают с истощением запасов ресурсов, усугублением экологических проблем в освоенных районах планеты, климатическими метаморфозами последних десятилетий [1–4]. В ряду причин пристального внимания государства и науки к арктической тематике важное место отводится росту геостратегического значения Арктики для национальной безопасности Российской Федерации, которая напрямую зависит от демографического потенциала обширного арктического ареала страны [5; 6]. На современном этапе сложившаяся в арктических регионах демографическая ситуация как итог переплетения разноплановых взаимосвязей в системах природа — человек — экономика представляет собой сложный и многогранный вызов, объективно ограничивающий возможности устойчивого социально-экономического развития Арктики [7–9]. Отдельно следует подчеркнуть влияние перехода от государственной к государственно-корпоративной модели освоения Севера и Арктики [10], воспринимаемой нами как воплощение в жизнь подходов Генеральной схемы расселения на территории Российской Федерации, которые, по сути, ориентированы на «пребывание», а не на «проживание некоренного населения» [11], как правило, населения в активном трудоспособном возрасте, и которые изначально закладывают основу асимметрии в возрастном составе населения в очагах освоения. В рамках новой концепции хозяйственного освоения Российской Арктики ресурсным корпорациям отводится роль главных акторов процесса хозяйственного освоения,

подчеркивается необходимость разработки мер и механизмов, компенсирующих и нейтрализующих социальные издержки [12].

Демографическая тематика арктических регионов достаточно широко освещена в научной литературе. Вместе с тем к исследованию возрастной структуры населения Арктики обратились достаточно поздно, когда наметились отрицательные тенденции в данной структурной характеристике. Возрастное распределение населения чаще рассматривалось в контексте общих проблем формирования демографического и трудового потенциала [13–15]. Со временем изменился общий подход к исследованию возраста. С. В. Рязанцев с соавторами считает возраст маркером демографического благополучия [16], что более всего может быть оценено через призму рождаемости, и потому изучение вклада разных возрастных когорт в рождаемость сохраняет свою актуальность [17–20]. Ученые ЦЭМИ РАН рассматривают возраст как неотъемлемый элемент агент-ориентированной модели, т. е. модели социально-экономической системы «снизу — вверх», где «снизу» находятся отдельные индивидуумы с конкретными демографическими характеристиками [21]. Если ранее детально изучались вопросы миграции прежде всего лиц трудоспособного возраста, то ныне расширились возрастные границы акторов миграции и методы анализа [22–26]. В рамках демоэкономических исследований акцент сместился на процесс старения населения, его причины и последствия, а также на роль старшего поколения, в том числе как резерва роста рабочей силы [27–30].

В ряде работ предложены методы, позволяющие раскрыть качественную сторону сдвигов в возрастной

структуре населения. Так, на примере южных регионов Дальнего Востока России М. Ю. Хавинсоном и др. представлена нелинейная математическая модель динамики численности занятых по их возрастам [31]. Авторами рассчитаны темпы снижения численности и старения населения; определен характер взаимодействий между тремя возрастными группами занятых; подчеркнута возрастающая роль социальных сетей, которая, своеобразно воздействуя на миграционную активность населения, отражается на возрастном распределении занятых в труддефицитном регионе. В статье А. Н. Александрова и Ю. Р. Архипова [32] смоделирована численность молодого населения с помощью экспоненциального уравнения регрессии и спрогнозирован уровень миграционного прироста (убыли) с помощью полиномиальной модели с использованием метода передвижки возрастов, на базе которых сделан прогноз половозрастной структуры численности населения для субъекта РФ, в целом не испытывающего дефицита трудовых ресурсов.

В приведенных публикациях изменения возрастного распределения населения рассматриваются в рамках трех агрегированных возрастных групп. Иные границы анализа, учитывающие глобальный тренд старения и его влияние на социально-экономическое развитие стран, были предложены уральскими учеными. В расчетах коэффициентов прибытия, выбытия и обмена по методике восточноевропейских демографов они заменили группу населения в возрасте 50+ лет на группу 65+-летних, что расширило границы категории продуктивного населения, на которую рассчитывается демографическая нагрузка [33, с. 831–835]. Чуть позже на основе методического инструментария, сочетающего индекс старения и индекс динамики старения, исследователем О. О. Секички-Павленко выполнена группировка регионов России по трансформации возрастной структуры населения за 2002–2022 гг., а на базе индексного подхода определены схожесть /различия структуры и характера изменений возрастного состава населения российских регионов за тот же временной интервал [34].

В региональной науке особенности возрастной структуры населения Якутии учитывались главным образом при анализе сложившейся демографической ситуации [35; 36]. В контексте проблем демографической безопасности республики демограф Т. С. Мостахова особое внимание уделила возрастному распределению умерших [37]. На материалах конкретного обследования А. С. Барашкова показала заметную роль возраста в трансформации исходного демографического типа 613 семей города Якутска. Оказалось, что вклад

возрастного фактора различался в зависимости от частоты переходов типов семей [38, с. 35–37]. Результаты изучения закономерностей формирования возрастных структур населения на модели стабильного населения, выявления влияния последствий изменения возрастной структуры на рождаемость, смертность населения республики в целом обобщены в монографии Т. З. Винокуровой и Е. Н. Федоровой. Более детальный демографический анализ с расчетом брутто- и нетто-потенциалов роста был проведен авторами для городских женщин на статистической информации середины 1990-х гг. [39, с. 124–127]. Большой интерес представляют расчеты вклада отдельных возрастных групп матерей в общий и суммарный коэффициенты рождаемости в Якутии за 1980–2008 гг., выполненные С. А. Сукневой [40, с. 26–28, с. 34–38]. Указано, что компоненты изменения общего коэффициента рождаемости рассчитаны индексным методом по методике В. А. Борисова.

Рассматриваемая демографическая характеристика в общих чертах описана и экономистами Якутии. Однако ученых в первую очередь привлекало население трудоспособного возраста, проживающее в основном в очагах промышленного освоения [41; 42]. Та же направленность исследовательского интереса сохраняется донныне. В монографии Я. Т. Васильева возрастная структура населения учтена при составлении авторской схемы регионального рынка рабочей силы в блоке «Предложения рабочей силы», но без привязки к каким-либо территориям. Арктические районы упомянуты ученым в контексте политики занятости малочисленных народов Севера, акцент сделан на сочетание традиционных и новых сфер труда [43, с. 53–55, с. 156–168].

Итак, краткий обзор публикаций показывает отсутствие исследований, раскрывающих особенности динамики возрастной структуры населения арктических районов Якутии, где современные подходы освоения территорий осуществляются на фоне сохранения традиционного уклада жизни местного населения. В геодемографическом смысле отражением вовлеченности территории в процесс интенсивного освоения является уровень урбанизации (в узком понимании — с учетом одного из общепринятых критериев — доли городского населения). В этой связи предполагаем, что направления и различия масштабов изменения возрастной структуры населения района исследования зависят от уровня урбанизации конкретной территории.

Цель исследования заключается в определении направлений и факторов изменения возрастной структуры населения в арктических районах Республики

Саха (Якутия). В соответствии с поставленной целью поэтапно решаются следующие задачи: описать общую геодемографическую ситуацию в районах исследования за 1991–2023 гг.; определить траектории в распределении населения по возрастному составу; показать основные факторы сдвигов возрастной структуры населения; очертить контуры возможных мер улучшения ситуации и будущего научного поиска. Новизна статьи заключается в анализе сдвигов в возрастной структуре населения за длину одного демографического поколения, основанном на расчетах демографических индексов. Проведенное исследование направлено на расширение знаний о специфике динамики возрастного состава населения в регионе изначальной малонаселенности в условиях сохраняющейся разницы в уровне урбанизации по районам и смены вектора миграционных потоков населения.

Методы и материалы

Методологической основой нашего видения наблюдаемых изменений возрастного состава населения является их тесная взаимосвязь с особенностями процесса воспроизводства и миграции населения, а также с условиями среды жизнедеятельности людей. Учтены общенаучные методы анализа и синтеза, сравнения и обобщения. В статье с использованием сравнительно-географического, статистико-математического методов выявлены сдвиги в возрастной структуре населения Арктической зоны Якутии. Временной горизонт анализа общего социально-демографического фона охватывает 1991–2023 гг. Выбор стартового года исследования определен тем обстоятельством, что именно 1991 год — время пика миграционного оборота и смены вектора миграционных потоков в Якутии, а также наличием, полнотой и достоверностью исходной статистической информации. Используются данные официальной демографической, социально-экономической статистики, включая доступную статистику на муниципальном уровне, а также материалы последних переписей населения.

Проведен расчет демографических индексов за период длины одного демографического поколения, предложенного С. В. Захаровым [44]. При расчете индекса демографического старения был важен учет численности лиц в возрасте 65 лет и старше и населения моложе репродуктивного возраста (0–14 лет). Индекс Биллетера в целом характеризует возрастную структуру населения, охватывает все основные возрастные группы и определяется как отношение разности численности детей в возрасте 0–14 лет и лиц пострепродуктивного возраста (50 лет и старше) к численности 15–49-летних, умноженное на

100 %. Расчет индекса Биллетера позволяет не только проанализировать воспроизводство возрастной структуры населения и ее старение, но и оценить старение рабочей силы [45]. Рассчитаны также коэффициенты прибытия/выбытия когорт в репродуктивном (соответственно, в трудоспособном) возрасте, при расчете которых важна численность 10–14-летних и 60–64-летних. Результирующим показателем движения основных возрастных групп, за исключением трудоспособных, является коэффициент обмена. В случае, если данный коэффициент превышает единицу, то можно говорить о расширенном воспроизводстве населения трудоспособного возраста, а если его значения не преодолевают порог в единицу, речь идет о суженном режиме. Возможен также вариант простого замещения поколений — при коэффициенте обмена, равном 1.

Результаты и обсуждение

Арктическая зона Республики Саха (Якутия) — составная часть мегарегиона Российской Федерации — Арктики, занимает 52,2 % от общей площади республики и включает в себя 13 административных районов. Это территория представляет собой уникальное сочетание природной среды и социально-экономического разнообразия, исторически сложившихся мест проживания коренных малочисленных народов Севера, сохранивших свои традиции, языки, образ жизни, и рассредоточенных очагов промышленного освоения со слабыми межпоселенными связями. Социальные и экономические проблемы в малых населенных пунктах часто связаны с недостатком инфраструктуры, ограниченным доступом к медицине и образованию, а также с трудностями с трудоустройством, что приводит к оттоку населения из Арктики или межпоселковым перетокам жителей внутри районов. Не претерпела кардинальных изменений и экономическая специализация арктических районов Республики Саха (Якутия) — это добыча полезных ископаемых и традиционные формы хозяйственной деятельности: оленеводство, охотничий и рыболовный промысел. Отмеченные факторы среды обитания, наряду с экстремальными природно-климатическими условиями, спецификой расселения, влияли и продолжают влиять на численность жителей, процессы воспроизводства и миграции населения, на его структурные характеристики.

Довольно примечательна здесь система расселения: более 4/5 поселений — это малолюдные сельские населенные пункты. Сохранение сельских поселений позволяет коренным народам заниматься привычными видами хозяйственной деятельности,

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

что важно с точки зрения их менталитета. Статус города имеют Верхоянск (1638 г.) и районный центр Среднеколымск (1775 г.), функционирование остальных одиннадцати поселков городского типа связано с очагами промышленного и транспортного освоения. В 1991 г. в арктических районах проживало 16,7 % населения Якутии, а в 2023 г. — лишь 6,4 %. С учетом геостратегического значения региона для России темпы сокращения абсолютного

числа жителей арктических районов Якутии представляются катастрофическими. За 1991–2023 гг. изначально слабозаселенная территория потеряла 55,0 % жителей (табл. 1). При этом отмечается огромный разрыв в темпах динамики числа жителей по районам: от +3 % в Оленекском до -83,4 % в Усть-Янском районе, который за три десятилетия потерял 4/5 численности населения.

Таблица 1

Геодемографическая характеристика арктических районов Республики Саха (Якутия)

Район	Число поселений, ВПН–2020		Численность населения, 1991 г., тыс. чел.	Темпы прироста/убыли, 2023/1991, ± %	Доля проживающих на месте переписи с рождения	
	всего	из них сельских			ВПН–2010	ВПН–2020
Республика Саха (Якутия)	409	361	1105,1	-9,7	41,1	63,6
Арктические районы, всего	84	72	150,8	-55,0	48,3	67,0
Абыйский	6	5	6,1	-35,8	48,4	82,4
Аллаиховский	5	4	5,5	-50,4	41,2	40,5
Анабарский	2	2	4,2	-12,6	53,4	79,2
Булунский	7	6	17,2	-50,6	55,7	53,4
Верхнеколымский	6	5	10,4	-61,7	32,5	40,7
Верхоянский	17	14	22,8	-51,8	64,0	76,6
Жиганский	4	4	5,8	-27,9	41,3	80,7
Момский	6	6	5,6	-27,7	46,2	48,2
Нижнеколымский	4	3	13,8	-69,4	41,7	58,9
Оленекский	4	4	4,2	3,0	54,5	92,8
Среднеколымский	10	9	9,9	-26,1	42,0	46,1
Усть-Янский	10	7	42,5	-83,4	38,5	56,2
Эвено-Бытантайский	3	3	2,8	2,8	48,3	91,8

Примечание. Рассчитано по: Возрастно-половой состав населения по районам Республики Саха на начало 1991 года. Якутск, 1992. 83 с.; Социальное положение и уровень жизни населения Республики Саха (Якутия) 2024. Якутск, 2024. 297 с.; Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. URL: <http://sakha.gks.ru> (дата обращения: 16.02.2025); URL: https://14.rosstat.gov.ru/perepis_nas2020 (дата обращения: 16.02.2025).

Наряду с этим можно заметить достаточно выраженную связь между масштабами потерь населения по районам и долей уроженцев данного района: коэффициент корреляции в 2010 г. составил 0,6154, а в 2020 г. — 0,6271. Сравнительно малые потери характерны для районов, где доля проживающих с рождения значительно выросла за межпереписной период, что может свидетельствовать о возросшей притягательности малой родины прежде всего для коренных малочисленных народов Севера. Итак, исходный геодемографический фон, в который включены число поселений по районам, динамика численности жителей в них, а также доля населения, проживающего в данном районе с рождения, характеризуется большой неоднородностью.

Направления изменений возрастной структуры населения в арктических районах Республики Саха (Якутия)

Определение направлений изменения возрастной структуры населения проведено за 1991–2021 гг., т. е., по сути, за длину одного условного демографического поколения (30 лет, по С. В. Захарову). В стартовый год анализа распределение трех агрегированных возрастных групп жителей арктических районов республики оказалось весьма схожим с общей возрастной структурой населения республики: соответственно 31,7 и 32,1 % — поколение моложе трудоспособного возраста; 63,3 и 60,8 % — поколение трудоспособных; 5,0 и 7,1 % — поколение старше трудоспособного возраста. Отличия обнаружались при учете уровня урбанизации районов. Так, в пяти районах, где 100 % населения составляют сельские жители, была выше доля детей и лиц старшего возраста, а доля трудоспособных

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

заметно ниже (табл. 2). Ожидаемо в двух районах с высоким уровнем урбанизации (Нижнеколымский и Усть-Янский) удельный вес поколения трудоспособных оказался выше среднего показателя по арктическим районам. В целом статистика показывает, что самые заметные колебания показателей между районами характерны для поколения в трудоспособном возрасте, а наименьшие — для старшего поколения.

Последующий анализ направлений динамики

возрастного состава населения района исследования показывает преобладание нисходящей траектории в численности детей и особенно лиц трудоспособного возраста (за единичными исключениями). Обратная тенденция характерна в динамике абсолютной численности старшего поколения (рис. 1). Хотя в целом направления изменений по районам одинаковы, но огромен размах темпов как по убыли числа детей и трудоспособных, так и по приросту лиц старшего возраста.

Таблица 2

Распределение арктических районов Республики Саха (Якутия) по доле основных возрастных групп в зависимости от уровня урбанизации районов*, 1991 г., %

Доля городского населения, %	Район	Возрастная группа					
		Моложе трудоспособного		Трудоспособная		Старше трудоспособного	
		Доля группы	± от средней по арктическим районам	Доля группы	± от средней по арктическим районам	Доля группы	± от средней по арктическим районам
Арктические районы, в среднем		31,7		63,3		5,0	
0–0	Анабарский, Жиганский, Момский, Оленекский, Эвено-Бытантайский	36,3	4,6	56,2	-7,1	7,5	2,5
40,0–59,9	Абыйский, Среднеколымский	34,4	2,7	56,9	-6,4	8,7	3,7
60,0–79,9	Аллаиховский, Булунский, Верхнеколымский, Верхоянский	31,5	-0,2	62,4	-0,9	6,1	1,1
80,0+	Нижнеколымский, Усть-Янский	29,5	-2,2	66,6	3,3	3,9	-1,1
Амплитуда колебаний между районами, ±		6,8		10,4		4,8	

Примечание. Рассчитано по: Возрастно-половой состав населения по районам Республики Саха на начало 1991 года. Якутск, 1992. 83 с.

* Предложенная шкала уровня урбанизации учитывает наличие районов, где 100 % населения являются сельскими жителями.

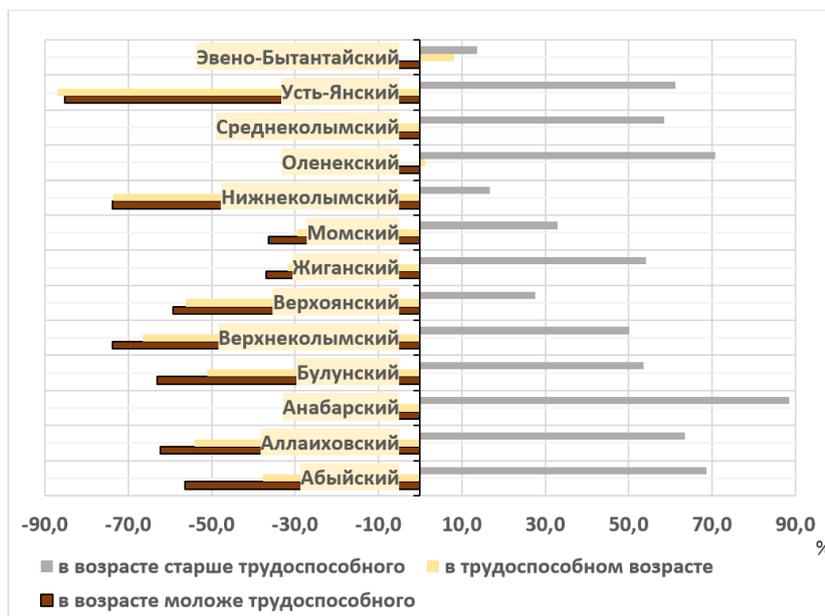


Рис. 1. Динамика абсолютной численности населения трех возрастных групп, 2021/1991 гг.

Пальма первенства среди районов с нисходящей траекторией в численности условного поколения детей принадлежит Усть-Янскому району. Аналогичная тенденция наблюдается и в колымской

группе арктических районов. Одновременно с этим именно в перечисленных районах выявлены самые высокие темпы снижения численности трудоспособных, что, казалось бы, должно

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

сопровождаться видимым ростом численности старшего поколения, чего не наблюдается. Объяснение заключается в формировании населения в районах очагового освоения преимущественно за счет мигрантов трудоспособного возраста, приток которых в условиях затяжной консервации и даже закрытия производств, общего упадка отраслей горнодобывающей промышленности был минимальным, не перекрывающим отток из депрессивных районов. Те же тенденции в соотношении поколений детей, трудоспособных и старшего поколения за 1991–2021 гг. характерны и для районов традиционного проживания коренных народов севера Якутии, о чем свидетельствуют данные рис. 1. Однако здесь масштабы убыли численности детей и населения трудоспособного возраста заметно ниже, а темпы роста численности старшего поколения превосходят таковые в более урбанизированных районах.

Таким образом, наиболее выраженной траекторией изменения возрастного состава населения в арктических районах является старение населения, феномен не свойственный для Якутии до

недавних времен. В этой связи были рассчитаны специальные демографические индексы. Направления изменения рассчитанных индексов здесь схожи с республиканской траекторией, различия обнаруживаются в масштабах изменений показателей. Так, индекс демографического старения повсеместно возрос в 4 раза (табл. 3), при этом отмечается его большой территориальный разброс — от скачкообразного роста в Верхнеколымском, Нижнеколымском, Усть-Янском районах до умеренного в Момском, Оленекском и отсутствия такового в Эвено-Бытантайском районе. Иначе говоря, вновь видны расхождения в зависимости от доли городского населения районов. Районы с высоким и средним уровнем урбанизации изначально отличались ничтожно малой численностью представителей старшего поколения, а в условиях, видимо, активного миграционного оттока детей к 2021 г. даже некоторый рост абсолютной численности данной группы ведет к ситуации, когда величина индекса демографического старения в этих районах заметно превышает средний показатель.

Таблица 3

Распределение показателей старения населения в арктических районах Республики Саха (Якутия) за 1991 и 2021 гг.

Район	Индекс старения ($P_{65+}/P_{0-14} \times 100$)		Индекс Биллетера ($(P_{0-14} - P_{50+}/P_{15-49}) \times 100$)		На 100 лиц в возрасте 15–64 года приходится лиц в возрасте 65+	
	1991 г.	2021 г.	1991 г.	2021 г.	1991 г.	2021 г.
Республика Саха (Якутия)	10,2	40,5	29,7	-8,5	21,5	7,3
Арктические районы	7,6	32,0	31,3	-0,4	30,8	8,8
Абыйский	13,0	54,1	33,5	-20,6	15,3	5,6
Аллаиховский	8,4	44,2	36,7	-8,3	23,7	6,1
Анабарский	6,3	14,4	43,6	17,1	29,3	17,2
Булунский	5,6	29	33,7	3,3	39,8	10,4
Верхнеколымский	8,4	63,5	26,9	-37,7	27,9	5,4
Верхоянский	11,5	34,7	25,0	-6,7	21,8	8,5
Жиганский	8,2	20,7	41,7	15,6	21,8	10,2
Момский	10,5	24,2	44,5	19,4	16,2	11,3
Нижнеколымский	6,3	40,1	25,5	-8	39,0	6,7
Оленекский	10,1	13,8	44,8	28,0	16,7	13,8
Среднеколымский	12,7	34,1	36,4	-2,8	14,7	6,2
Усть-Янский	2,4	39,5	29,8	-11,8	104,6	6,6
Эвено-Бытантайский	19,5	19,1	27,2	16,1	10,6	12,7
Амплитуда колебаний, ±	17,1	49,7	19,8	65,7	94	11,8

Примечание. Рассчитано по: Возрастно-половой состав населения по районам Республики Саха на начало 1991 года. Якутск, 1992. 83 с.; Социальное положение и уровень жизни населения Республики Саха (Якутия) 2024. Якутск, 2024. 297 с.

С точки зрения раскрытия сути происходящих изменений в соотношении возрастных групп населения наиболее содержательным является индекс Биллетера. Из данных табл. 3 видно, что в 1991 г. территориальный разброс показателя был не столь

значительным ($\pm 19,8$), индекс повсеместно имел положительные значения. К 2021 г. резко возросло различие между районами, индекс сохранил положительный знак лишь в пяти сельских районах. Объяснение кроется в следующих обстоятельствах.

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

В этих районах доля поколения детей в общей численности населения за весь рассматриваемый период превышала долю старшего поколения. Кроме того, спад абсолютной численности поколения в трудоспособном возрасте был умеренным, хотя исходный удельный вес трудоспособных в 1991 г. на 7,1 п. п. уступал среднему значению по арктическим районам республики. Переход индекса Биллетера на отрицательные значения, вследствие резкой убыли численности населения в трудоспособном возрасте, прослеживается на примере ситуации в Верхнеколымском и Абыйском районах.

Заметим, что если индексы старения и Биллетера больше имеют демографическое содержание, то коэффициенты прибытия/выбытия и обмена включают и экономическое. Эти коэффициенты характеризуют пополнение или, наоборот, выбытие когорт в репродуктивном (соответственно, в трудоспособном) возрасте. Ближайшим ресурсом пополнения будущих родителей и рабочей силы

являются 10–14-летние, а когорта 60–64-летних — это потенциальные пенсионеры, которые вскоре покинут рынок труда. Вместе с тем следует отметить, что группа 60–64-летних в социально-экономическом плане — это поколение с большим трудовым опытом, как правило, сохранившее здоровье и мотивацию к общественно полезному труду, склонное тратить не на себя, а осуществлять межпоколенные трансферты [28; 46; 47].

Анализ динамики коэффициентов прибытия и выбытия в исследуемых районах за 30-летний период показывает меньшие колебания, чем в индексах старения и Биллетера, особенно в 2021 г., и достаточную территориальную однородность (табл. 4). Соответственно, отличия районов по величине коэффициента обмена также не столь резкие, хотя изменения данного коэффициента были более или менее видимыми как в сторону повышения, так и в сторону снижения.

Таблица 4

Распределение коэффициентов прибытия, выбытия и обмена возрастных групп населения в арктических районах Республики Саха (Якутия)

Район	К прибытия ($P_{10-14}/P_{15-64} \times 100$)		К выбытия ($P_{60-64}/P_{15-64} \times 100$)		К обмена (К приб / К выб)	
	1991 г.	2021 г.	1991 г.	2021 г.	1991 г.	2021 г.
Республика Саха (Якутия)	13,9	11,2	3,6	8,6	3,9	1,3
Арктическая зона	15,1	14,9	5,7	8,7	5,2	3,4
Абыйский	16,6	12,2	3,3	9,3	5,1	1,3
Аллаиховский	16,7	11,2	2,6	8,9	6,5	1,3
Анабарский	15,8	14,2	1,3	4,7	12,0	3,0
Булунский	14,1	13,1	2,0	6,2	7,0	2,1
Верхнеколымский	13,6	11,5	3,1	14,0	4,4	0,8
Верхоянский	13,6	10,8	2,4	9,5	5,6	1,1
Жиганский	16,3	15,8	3,4	6,4	4,8	2,5
Момский	5,8	3,2	17,3	14,9	3,0	4,6
Нижнеколымский	13,3	12,7	2,2	9,6	6,1	1,3
Оленекский	16,8	16,0	3,4	5,8	5,0	2,7
Среднеколымский	3,9	1,4	15,5	15,7	3,9	11,4
Усть-Янский	15,2	1,2	13,4	12,2	0,9	10,0
Эвено-Бытантайский	15,7	14,5	4,2	5,9	3,8	2,5
Амплитуда колебаний, ±	12,9	14,6	16,0	11,0	11,1	10,6

Примечание. Рассчитано по: Возрастно-половой состав населения по районам Республики Саха на начало 1991 года. Якутск, 1992. 83 с.; Социальное положение и уровень жизни населения Республики Саха (Якутия) 2024. Якутск, 2024. 297 с.

Итак, проведенный анализ направлений изменения возрастного состава населения арктических районов республики за длину одного демографического поколения выявил нисходящую траекторию в численности поколения в трудоспособном возрасте и детей и восходящую траекторию в динамике абсолютной численности старшего поколения. Подчеркнуто, что схожесть основных направлений сопровождается различием

темпов как по убыли числа детей и трудоспособных, так и по приросту лиц старшего возраста в зависимости от уровня урбанизации конкретного арктического района. Кроме того, апробированы новые, ранее не использованные инструменты регионального демографического анализа, раскрывающие масштабы старения населения. Полученные результаты в условиях усиления старения населения, узкого местного рынка труда,

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

замедленного процесса замещения неэффективных специальностей эффективными [48] не могут не вызывать тревоги со стороны исследователей, а для практиков могут послужить обоснованием для разработки политики, отзывчивой на изменения возрастной структуры населения в слабозаселенном регионе, важном с позиции геостратегической безопасности страны и уникальном с точки зрения заложенных в недрах полезных ископаемых.

Факторы динамики возрастной структуры населения арктических районов Якутии

Важным фактором сбережения населения, его распределения по поколениям принято считать уровень рождаемости. Общеизвестна прямая и положительная связь рождаемости и возрастного состава населения: «чем больше появляется на свет младенцев, тем больше в населении доля детей и тем оно моложе...» [39, с. 78]. Конфигурация возрастной пирамиды в таких случаях имеет вид правильного треугольника с широким основанием и острой верхушкой. Хотя периоды достаточно длительного роста рождаемости на уровне, близком к физиологическому максимуму (в классическом понимании), в Якутии давно прошли, но признаки традиционного типа воспроизводства населения все

еще сохранены в ряде арктических районов, что отражается на довольно устойчивой высокой доле детских групп в возрастном распределении населения (см. табл. 2, рис. 1) и числе детей в семьях.

Особенно благоприятно в рассматриваемом аспекте влияние рождения детей третьего и выше порядка. По данным Всероссийской переписи населения (ВПН) 2020 г., 26,4 % семей арктической зоны Якутии от общего числа семей с детьми в возрасте моложе 18 лет растят, воспитывают трех и более детей. Уместно заметить, что в Момском, Оленекском и Эвено-Бытантайском национальных улусах удельный вес многодетных семей равен 32,0, 33,6 и 31,2 % соответственно. Приведенные цифры, без сомнения, свидетельствуют об особом месте детей в системе жизненных ценностей коренных этносов, даже вопреки традиционно сложной ситуации на брачном рынке, в том числе как следствия асимметрии в численности потенциальных женихов и невест. Практически с 1990 г. каждый третий ребенок в арктических районах рождается женщиной, не состоящей в зарегистрированном браке [38, с. 48–49, 58]. В этой связи рассмотрим распределение неполных семей по числу детей в районах-антиподах по уровню урбанизации (рис. 2).

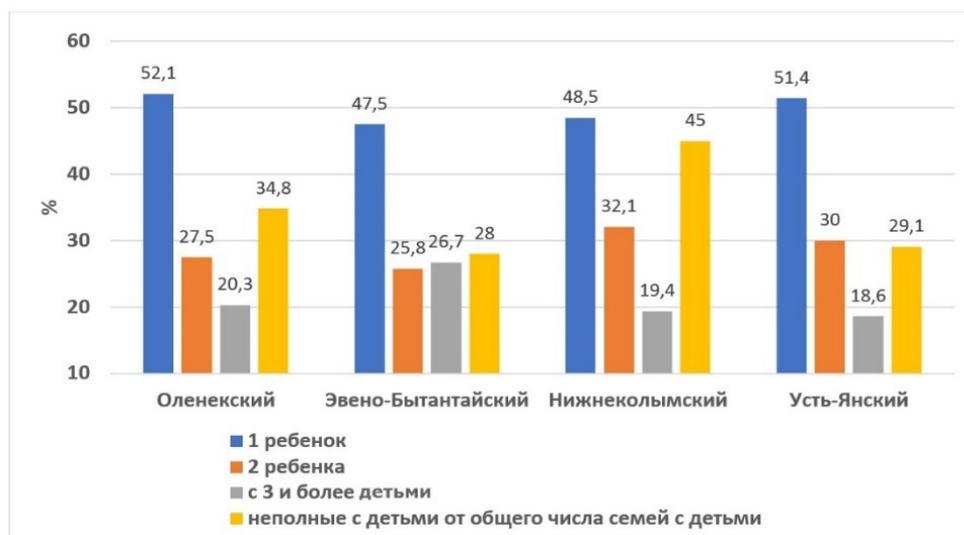


Рис. 2. Распределение неполных семей по числу детей в отдельных арктических районах Республики Саха (Якутия), 2020 г., %

Фактически везде независимо от средней доли неполных семей в составе всех семей с детьми в районе почти в половине рассматриваемой группы семей преобладают однодетные семьи. Далее следуют за небольшим исключением семьи с двумя детьми. Различия обнаруживаются в численности многодетных семей. Подытоживая вышесказанное, следует отметить, что фактор рождаемости в

формировании возрастной структуры населения за рассмотренный 30-летний период был и остался определяющим в сельских районах и районах с низким уровнем урбанизации. В районах с высоким и средним уровнем урбанизации траектории изменения возрастного состава жителей больше подвержены влиянию миграционного фактора.

Объективно суровые, весьма некомфортные

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

природные условия жизни именно в местах компактного проживания коренных народов Севера (Анабарский, Момский, Эвено-Бытантайский, Оленекский районы) отражаются на величине общего и стандартизованного коэффициентов смертности населения, превышающем средний показатель по республике. Смертность, как известно, сильно подвержена воздействию внешних факторов, которые в структуре причин смертности всего (а главное, трудоспособного) населения арктических районов, занимают второе место после болезней системы кровообращения [36, с. 36–44]. В сохранении жизни лиц трудоспособного возраста важно влияние самосохранительного поведения, которое формируется в зависимости от условий труда, образа жизни, отношения к здоровью. Неблагоприятное сочетание этих условий часто приводит к сверхсмертности мужчин активного возраста [40, с.

50–52]. Особенности воспроизводства населения района исследования представлены в табл. 5, где типобразующим признаком принят показатель естественного прироста.

Современный тип воспроизводства населения более характерен для районов промышленного и транспортного освоения (Булунского, Верхнеколымского, Нижнеколымского, Усть-Янского), где уровень рождаемости ниже средних показателей по зоне. Приезжее население изначально не намерено жить в Арктике длительное время, вследствие этого в поведении мигрантов не прослеживается ориентация на устойчивый брак, средне- и многодетность (см. рис. 2). Массовый отток населения из этих районов с конца 1980-х гг. сказался и на уровне смертности, в чем мы обнаруживаем косвенное влияние миграции на возрастной состав населения.

Таблица 5

Группировка арктических районов Республики Саха (Якутия)
по показателям воспроизводства населения, 1991–2023 гг., %

Направления изменения величины естественного прироста	Число районов	На 1 000 населения				Изменение показателя за 1991/2023 гг.	
		родившихся		умерших		рождения	смерти
		1991 г.	2023 г.	1991 г.	2023 г.		
Заметный рост (10 и выше)	2	27,7	19,8	9,0	8,0	-7,9	-1,0
Умеренный рост (4,1–10)	3	23,7	15,8	8,5	8,8	-7,9	0,3
Рост (0–4,0)	6	18,9	13,9	5,4	11,4	-5,0	6,0
Убыль	2	16,6	9,8	7,0	12,7	-6,8	5,8
Арктическая зона		21	14,5	6,9	10,4	-6,5	3,5
Республика Саха (Якутия)		19,4	11,2	6,7	7,8	-8,2	1,1

Примечание. Рассчитано по: Возрастно-половой состав населения по районам Республики Саха на начало 1991 года. Якутск, 1992; Социальное положение и уровень жизни населения Республики Саха (Якутия) 2024. Якутск, 2024.

Непосредственное воздействие миграции на возрастную структуру населения прослеживается не только в периоды активного промышленного освоения, но и в завершающие фазы разработки месторождений полезных ископаемых. С начала 1990-х гг. шел сложный процесс перехода экономики республики к рыночным отношениям. В результате начавшегося разгосударствления общественного имущества в экономике Якутии возникло многообразие форм собственности и хозяйствования. В текущих макроэкономических условиях возростала задолженность по заработной плате работникам предприятий, неплатежи по коммунальным услугам бюджетных организаций. Для горнодобывающих отраслей отмечался значительный спад производства, потеря традиционных рынков сбыта продукции, снижение цен на мировых рынках цветных металлов, что, наряду с другими объективными причинами, вызвали массовый отток трудоспособного контингента. Так, в 1991

г. в миграции приняло участие около 23 тыс. чел, что составляло 35,7 % от числа жителей арктических районов Якутии. В миграционные процессы включились даже жители районов традиционного проживания малочисленных народов Арктики, что видно из данных рис. 3. Возврат к свойственной этим народам имобильности происходит уже в 20-х гг. XXI в.

Ожидаемо превосходящим в потоках прибытий, и особенно выбытий, был и остается удельный вес трудоспособного контингента. К 2023 г., видимо, появились реальные возможности сменить место жительства и у старшего поколения из Верхнеколымского, Нижнеколымского и Усть-Янского районов, что мы расцениваем как отложенный переезд. Противоположная тенденция характерна для коренных жителей Арктики, они остаются адептами оседлости. Еще одной чертой миграции населения в последние годы можно назвать усиление семейной миграции, о чем свидетельствует повышение доли детей не только в

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

выбытиях, но и в прибытиях. Таким образом, обнаруживаем прямое и косвенное влияние миграции в перераспределении основных возрастных групп населения в районе исследования в целом и в явлении старения населения в частности. Акцент на роль

миграции в данном процессе приводит к изменению взглядов на вклад компонентов старения населения, которое, как традиционно считалось, происходит «сверху» и «снизу» лишь за счет процессов воспроизводства населения.

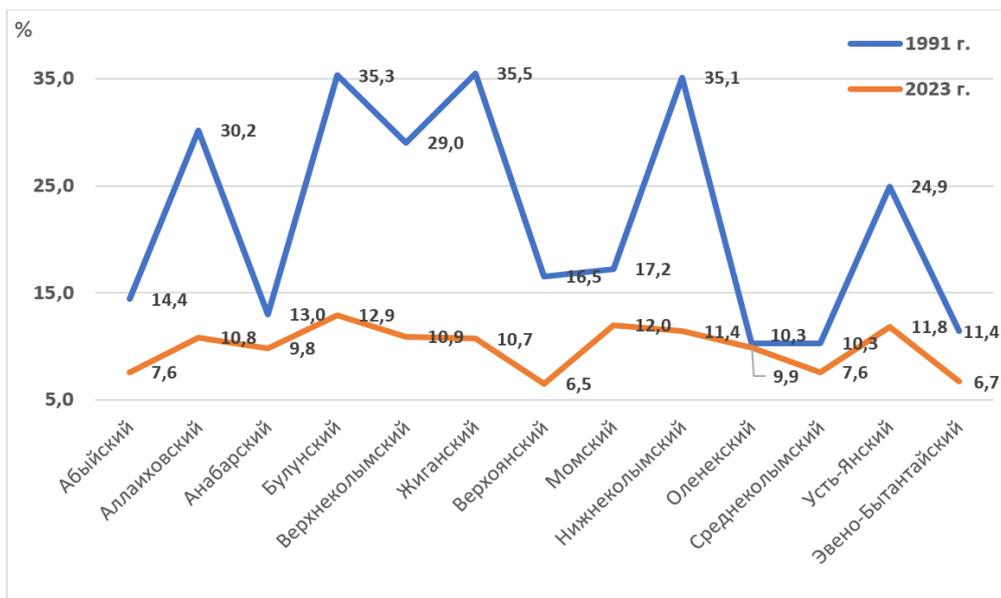


Рис. 3. Динамика участия населения в брутто-миграции арктических районов Республики Саха (Якутия) в 1991 и 2023 гг., %

Для понимания выявленных сдвигов возрастного состава населения в регионе исследования немаловажны также следующие обстоятельства. Специфика арктических районов Якутии заключается в условном динамизме процессов воспроизводства населения и их территориальных различий, о чем свидетельствуют размах показателей рождаемости и смертности между районами и амплитуда значений за рассматриваемый период. Объяснение кроется в сочетании черт традиционного и современного типов воспроизводства населения. Кроме того, возможно действие статистически малой совокупности: каждое демографическое событие (рождение или смерть, прибытие или выбытие) в условиях малонаселенности отражается на общем итоге демографических процессов, определяющих направления и масштабы изменений возрастного состава населения. Таково же, на наш взгляд, косвенное влияние сохраняющейся диспропорции полов: на 1 000 мужчин в 1991 г. приходилось 925, в 2023 г. — 913 женщин.

Для решения проблемы асимметрии в возрастном составе населения арктических районов Якутии необходимо принять комплекс мер, направленных на закрепление молодежи в местах рождения, их возврат на родину после завершения обучения в учебных заведениях, расположенных вне Арктики, на стимулирование брачности и рождаемости. В целях

сокращения дальнейшего оттока трудоспособного населения, недопущения дефицита трудовых ресурсов новым акторам хозяйственного освоения Арктики следовало бы в рамках корпоративных программ предусмотреть раздел по закреплению привлекаемых трудовых ресурсов, сохранению и всемерной поддержке лиц раннего пенсионного возраста. В поле интересов науки должны остаться вопросы возможных трансформаций как структурных характеристик, так и самих демографических процессов не только в реперные отрезки времени, но и по всей длине демографического поколения на базе полной достоверной первичной информации. Необходимы исследования исходных установок мигрантов на продолжительность их проживания в районе вселения, а также миграционных настроений местной молодежи.

Заключение

В статье приведены результаты исследования, посвященного определению направлений и факторов изменения возрастной структуры населения в арктических районах Республики Саха (Якутия). Новизна статьи заключается в анализе сдвигов в возрастной структуре населения за длину одного демографического поколения, основанном на расчетах демографических индексов.

Сделан вывод, что исходный геодемографический фон характеризуется большой неоднородностью, а темпы сокращения числа жителей с учетом стратегического значения региона для России представляются катастрофическими. Проведенный анализ выявил нисходящую траекторию в численности детей и трудоспособного населения и восходящую в динамике численности старшего поколения, а также их зависимость от уровня урбанизации. Апробированы неиспользованные ранее инструменты регионального демографического анализа, раскрывающие масштабы старения населения по всем тринадцати арктическим районам Якутии, что является элементом новизны статьи. Расчеты индексов старения населения, Биллетера, коэффициентов прибытия, выбытия и обмена по длине одного условного демографического поколения позволили определить характер тенденций процесса и показать значительную территориальную дифференциацию показателей за 1991 и 2021 гг. Установлено, что определяющим фактором изменения возрастного состава населения в сельских районах и на территориях невысокого уровня урбанизации был и остается фактор рождаемости, а в более урбанизированных районах — миграционный фактор. Таким образом, подтверждена выдвинутая в статье гипотеза, что направления и различия масштабов изменения возрастной структуры населения района

исследования зависят от уровня урбанизации конкретной территории. Усиление влияния миграции на перераспределение возрастных групп, вызвавшее старение населения, приводит к изменению взглядов на вклад компонентов старения населения, которое, как традиционно считалось, происходит «сверху» и «снизу» за счет процессов воспроизводства населения.

Полученные результаты могут составить научную основу для разработки территориально дифференцированной политики занятости и миграции населения в регионе изначальной малонаселенности, в которой акцент должен быть сделан на сохранение на рынке труда лиц раннего пенсионного возраста в привычных для них сферах занятости, а для закрепления местного населения активного трудоспособного возраста необходимы меры их более активного вовлечения в отрасли горнодобычи.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение динамики изменений не только в реперные отрезки времени, но и по всей длине демографического поколения на базе полной достоверной первичной информации. Перспективным представляется также проведение КСИ для определения исходной установки мигрантов на продолжительность их проживания в районе вселения, а также миграционных настроений местной молодежи.

Список источников

1. Формирование стратегических приоритетов изучения и комплексного освоения арктических территорий Российской Федерации: монография / РАН, УрО, Ин-т экономики ; [под общ. ред. А. И. Татаркина]. Екатеринбург, 2013. 373 с.
2. Лаженцев В. Н. Актуальные проблемы Севера России (теория и рекомендации) // Корпоратив. управление и инновац. развитие экономики Севера: Вестн. НИЦ КПУВИ СыктГУ. 2008. № 2. С. 67–78.
3. Самарина В. П., Скуфьина Т. П. Новые возможности и новые риски устойчивого развития российской Арктики в условиях климатических изменений // Арктика и Север. 2024. № 55. С. 72–96.
4. Рябова Л. А. Новая северная парадигма России: проблемы формирования и социальные приоритеты // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2010. № 7 (112). С. 79–87.
5. Пилясов А. Н., Замятина Н. Ю. Освоение Севера 2.0: вызовы формирования новой теории // Арктика и Север. 2019. № 34. С. 57–76. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.34.57.
6. Скуфьина Т. П., Корчак Е. А., Баранов С. В. Риски, вызовы и угрозы национальной безопасности в Арктике : монография. М.: Издательство «Научный консультант», 2018. 104 с.
7. Тишков В. А., Новикова Н. И., Пивнева Е. А. Коренные народы российской Арктики // Вестник РАН. 2015. № 5–6. С. 491–500.
8. Татаркин А. И., Логинов В. Г., Захарчук Е. А. Социально-экономические проблемы освоения и развития российской арктической зоны // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87, № 2. С. 99–109. DOI: 10.7868/S086958731701011X.
9. Лексин В. Н., Порфирьев Б. Н. Другая Арктика: опыт системной диагностики // Проблемы прогнозирования. 2022. № 1 (190). С. 34–44. DOI: 10.47711/0868-6351-190-34-44.
10. Социальная устойчивость регионов российского Севера и Арктики: оценка и пути достижения / коллектив авторов ; под науч. ред. Л. А. Рябовой. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2018. 169 с.
11. Генеральная схема расселения на территории Российской Федерации (основные положения): одобрена Правительством РФ, протокол от 15.12.1994. № 31. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=219912#3NeOpTIpJYE4F4u> Раздел VI.4 (дата обращения: 16.02.2025).
12. Освоение Арктики 2.0: продолжение традиций советских исследований : монография / под ред. А. Н. Пилясова. М.: КРАСАНД, 2022. 432 с.

13. Фаузер В. В., Лыткина Т. С., Фаузер Г. Н. Демографические и миграционные процессы на Российском Севере: 1980–2000 гг. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2016. 168 с.
14. Коровкин А. Г., Сеница А. Л. Оценка интенсивности и направлений движения населения в регионах российской Арктики в 1991–2015 годах // Науч. тр. / Ин-т народнохоз. прогнозирования РАН. 2019. Т. 17. С. 323–340.
15. Heleniak T. Out-Migration and Depopulation of the Russian North during the 1990s // *Post-Soviet Geography and Economics*. 1999. № 3. P. 155–205.
16. Демографическое благополучие этнонациональных регионов Российской Федерации / С. В. Рязанцев, Е. Е. Письменная, Т. Р. Мирязов, Н. С. Рязанцев // ДЕМИС. Демографические исследования. 2023. Т. 3, № 4. С. 23–36. DOI 10.19181/demis.2023.3.4.2. EDN SBKTCB.
17. Bongaarts, J., Mensch, B. S., & Blanc, A. K. Trends in the age at reproductive transitions in the developing world: The role of education // *Population Studies*. 2017. 71 (2). P. 139–154. <https://doi.org/10.1080/00324728.2017.1291986>.
18. Are Rural Areas Holdouts in the Second Demographic Transition? Evidence From Canada and the United States / S. Clark, M. M. Brooks, A. Helou, R. Margolis // *Demography*. 2024. Vol. 61, No. 2. P. 541–568. <https://doi.org/10.1215/00703370-11237867>.
19. Kohler H.-P., Ortega J. A. Old Insights and New Approaches: Fertility Analysis and Tempo Adjustment in the Age-Parity Model // *Vienna Yearbook of Population Research*. 2004. P. 57–90. <https://doi.org/10.1553/populationyearbook2004s57>.
20. Zeman K., Beaujouan E., Brzozowska Z., Sobotka T. Cohort fertility decline in low fertility countries: Decomposition using parity progression ratios // *Demographic Research*. 2018. No. 38 (25). P. 651–690. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2018.38.25>.
21. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д., Сушко Г. Б. Агент-ориентированная суперкомпьютерная демографическая модель России: анализ апробации // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2019. Т. 12, № 6. С. 74–90. DOI: 10.15838/esc.2019.6.66.4.
22. Bernard A., Kalemba S. Internal Migration and the De-standardization of the Life Course: A Sequence Analysis of Reasons for Migrating // *Demographic Research*. 2022. No. 46 (12). P. 337–354.
23. Wang L., Huang J., Cai, H., Liu H., Lu J., Yang L. A Study of the Socioeconomic Factors Influencing Migration in Russia // *Sustainability*. 2019. Vol. 11. P. 1650. URL: <https://doi.org/10.3390/su11061650>.
24. Etzo I. The Determinants of the Recent Interregional Migration Flows in Italy: a Panel Data Analysis // *Journal of Regional Science*. 2011. No. 51 (5). P. 948–966.
25. Stillwell J., Thomas M. J. How Far Do Internal Migrants Really Move? Demonstrating a New Method for the Estimation of Intra-zonal Distance // *Regional Studies Regional Science*. 2016. Vol. 3 (1). P. 28–47. URL: <https://doi.org/10.1080/21681376.2015.1109473>.
26. Смирнов А. В. Демография российской Арктики в цифровую эпоху. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство "Экон-Информ"», 2023. 239 с. ISBN 978-5-907681-20-0. EDN AQHJCS.
27. Попова Л. А., Зорина Е. Н. Уровень и темпы старения населения северных регионов России по новому пенсионному возрасту // *Арктика и Север*. 2024. № 57. С. 168–180.
28. Доброхлеб В. Г., Барсуков В. Н. Демографические теории и региональный аспект старения населения // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2017. Т. 10, № 6. С. 89–103. DOI: 10.15838/esc/2017.6.54.6.
29. Lee R., Mason A. Population aging, wealth, and economic growth: demographic dividends and public policy. New York: WESS background paper, 2015. 35 p.
30. Alper F., Alrep A., Ucan O. The economic impacts of aging societies // *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2016. Vol. 3. P. 1225–1235.
31. Хавинсон М. Ю., Кулаков М. П., Фрисман Е. Я. Математическое моделирование динамики численности возрастных групп занятых на примере южных регионов Дальнего Востока России // *Компьютерные исследования и моделирование*. 2016. Т. 8, № 5. С. 787–801. EDN WYHYJD.
32. Александров А. Н., Архипов Ю. Р. Территориальный анализ и прогнозирование численности экономически активного населения Чувашии // *Вестник Чувашского университета*. 2013. № 4. С. 282–285. EDN RSXSJY.
33. Козлова О. А., Секички-Павленко О. О. Методические подходы к изучению возрастной структуры населения: анализ и перспективы использования // *Стратегические задачи демографического развития: приоритеты и региональные особенности: Десятилетия Валентеевские чтения: Сборник докладов*, Москва, 27–29 октября 2020 года. М.: Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 2020. С. 828–835. EDN QYFELJ.
34. Секички-Павленко О. О. Типология трансформации возрастной структуры населения регионов России // *Экономика региона*. 2023. № 19 (3). С. 813–827. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-15>.
35. Демографическая ситуация в Республике Саха (Якутия): проблемы и перспективы / Т. З. Винокурова, А. И. Шургина и др. Якутск, ЯНЦ СО РАН, 1994. 72 с.
36. Демографические процессы в Республике Саха (Якутия): территориальный аспект / С. А. Сукнёва и др. Якутск: Сахаада, 2017. 208 с.

37. Мостахова Т. С. Демографическая безопасность региона. Якутск: Изд-во Якутского научного центра СО РАН, 2009. 188 с. ISBN 978-5-91138-098-4. EDN ZSFRYF.
38. Барашкова А. С. Северная семья: демографический и социально-экономический аспекты. Новосибирск: Наука, 2009. 159 с.
39. Винокурова Т. З., Федорова Е. Н. Возрастная структура населения Якутии: Геодемографическое исследование. Новосибирск: Наука, 2001. 148 с.
40. Сукнева С. А. Демографический потенциал развития населения северного региона. Новосибирск: Наука, 2010. 168 с.
41. Ефимов И. К. Опыт исследования региональной экономики: Южная Якутия. Проблемы населения и трудовых ресурсов Якутской АССР. Якутск: Якутский филиал изд-ва СО РАН, 2002. 250 с.
42. Шургина А. И. Экономико-географические проблемы формирования населения и трудовых ресурсов Алдан-Чульман-Удоканского промышленного комплекса. Якутск: Кн. изд-во, 1974. 100 с.
43. Васильев Я. Т. Региональная занятость и рынок труда: Основы теории, функционирования и прогнозирования. Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 215 с.
44. Захаров С. В. Рождаемость в России: первый и второй демографический переход. URL: https://www.demoscope.ru/weekly/knigi/konfer/konfer_08.html (дата обращения: 26.02.2025).
45. Weber L. Demographic Change and Economic Growth: Simulations on Growth Models. Springer Science & Business Media, 2010. 289 p.
46. Mason A. Demographic transition and demographic dividends in developed and developing countries. United Nations expert group meeting on social and economic implications of changing population age structures. Mexico City, 2005. P. 81–101.
47. Lutz W. Advanced Introduction to Demography. Edward Elgar Publishing, 2021. 224 p.
48. Кондратьева В. И., Тарасова-Сивцева О. М. Воздействие демографических факторов на трудовые ресурсы северных регионов ресурсного типа // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. Т. 26, № 2 (80). С. 146–159.

References

1. Ivanov V. A., Ignatyeva M. N., Dushin A. V., Drokin V. V., Tatarkin A. I., Litovskii V. V., Loginov V. G., Polbitsyn S. N., Lazhentsev V. N., Ivanov V. A., Maksimov A. A., Pasyukov A. F., Polyanskaya I. G., Zhuravlev A. S., Maslennikov V. V., Mel'nikov A. V., Rudkovskaya E. V., Yurak V. V. *Formirovanie strategicheskikh prioritetov izucheniya i kompleksnogo osvoeniya arkticheskikh territorii Rossiiskoi Federatsii* [Formation of strategic priorities for the study and integrated development of the Russian Arctic]. Ekaterinburg, 2013, 373 p. (In Russ.).
2. Lazhentsev V. N. Aktualnye problemy Severa Rossii (teoriya i rekomendatsii) [Topical issues in the North of Russia (Theory and recommendations)]. *Korporativnoe upravlenie i innovatsionnoe razvitie ekonomiki Severa: Vestnik NITS KPUVI SyktGU* [Corporate Management and Innovation Development of the Economy of the North], 2008, No. 2, pp. 67–78. (In Russ.).
3. Samarina V. P., Skufina T. P. Novye vozmozhnosti i novye riski ustoichivogo razvitiya rossiiskoi Arktiki v uslovii klimaticheskikh izmenenii [New opportunities and new risks for sustainable development of the Russian Arctic in the context of climate change]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2024, No. 55, pp. 72–96. (In Russ.).
4. Ryabova L. A. Novaya severnaya paradigma Rossii: problemy formirovaniya i sotsialnye priority [The new northern paradigm of Russia: Problems of formation and social priorities]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Petrozavodsk State University], 2010, No. 7 (112), pp. 79–87. (In Russ.).
5. Pilyasov A. N., Zamyatina N. Yu. Osvoenie Severa 2.0: vyzovy formirovaniya novoi teorii [Development of the North 2.0: Challenges of making a new theory]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2019, No. 34, pp. 57–76. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.34.57. (In Russ.).
6. Skufina T. P., Korchak E. A., Baranov S. V. *Riski, vyzovy i ugrozy natsional'noi bezopasnosti v Arktike* [Risks, challenges and threats to national security in the Arctic]. Moscow, Nauchnyi Konsul'tant Publishing House, 2018, 104 p. (In Russ.).
7. Tishkov V. A., Novikova N. I., Pivneva E. A. *Korennye narody rossiiskoi Arktiki* [Indigenous peoples of the Russian Arctic]. *Vestnik RAN* [Herald of the Russian Academy of Sciences], 2015, No. 5–6, pp. 491–500. (In Russ.).
8. Tatarkin A. I., Loginov V. G., Zakharchuk E. A. Sotsial'no-ekonomicheskie problemy osvoeniya i razvitiya rossiiskoi arkticheskoi zony [Socioeconomic problems in development of the Russian Arctic zone]. *Vestnik RAN* [Herald of the Russian Academy of Sciences], 2017, Vol. 87, No. 2, pp. 99–109. DOI: 10.7868/S086958731701011X. (In Russ.).
9. Leksin V. N., Porfiriev B. N. Drugaya Arktika: opyt sistemnoi diagnostiki [The other Arctic: Experience in system diagnostics]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2022, No. 1 (190), pp. 34–44. DOI: 10.47711/0868-6351-190-34-44. (In Russ.).
10. Bashmakova E. P., Gushchina I. A., Kondratovich D. L., Korchak E. A., Ryabova L. A., Polozhentseva O. A., Stepanova E. N., Toichkina V. P., Toropushina E. E. *Sotsial'naya ustoichivost' regionov rossiiskogo Severa i Arktiki: otsenka i puti dostizheniya* [Social sustainability of the regions of the Russian North and the Arctic: Assessment and ways of achievement]. Apatity, KSC RAS, 2018, 169 p. (In Russ.).
11. *General'naya skhema rasseleniya na territorii Rossiiskoi Federatsii (osnovnye polozheniya): odobrena Pravitel'stvom RF protokol ot 15.12.1994. 31* [The general settlement plan for the territories of the Russian Federation (General provisions): Approved by the

- Government of the Republic, issued on December 15, 1994. No. 31]. (In Russ.). Available at <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=219912#3neoptipjye4f4usectionVI.4> (accessed February 16, 2025).
12. Pilyasov A. N., Zamyatina N. Yu., Ryabova L. A., Korandei F. S., Kibenko V. A., Putilova E. S., Poturaeva A. V., Nikitin B. V. *Osvoenie Arktiki 2.0: prodolzhenie traditsii sovetskikh issledovaniy* [Arctic development 2.0: Continuing the traditions of Soviet research]. Moscow, KRASAND, 2022, 432 p. (In Russ.).
 13. Fauser V. V., Lytkina T. S., Fauser G. N. *Demograficheskie i migratsionnye protsessy na Rossiiskom Severe 1980–2000 gg.* [Demographic and migration processes in the Russian North: 1980–2000]. Syktyvkar, SSU Publishing House, 2016, 168 p. (In Russ.).
 14. Korovkin A. G., Sinita A. L. Otsenka intensivnosti i napravlenii dvizheniya naseleniya v regionakh rossiiskoi Arktiki v 1991–2015 godakh [Assessment of intensity and directions of population movement in the Russian Arctic in 1991–2015]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific Articles. The Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences], 2019, Vol. 17, pp. 323–340. (In Russ.).
 15. Heleniak T. Out-migration and depopulation of the Russian North during the 1990s. *Post-Soviet Geography and Economics*, 1999, No. 3, pp. 155–205.
 16. Ryazantsev S. V., Pismennaya E. E., Miryazov T. R., Ryazantsev N. S. Demograficheskoe blagopoluchie etnonatsional'nykh regionov Rossiiskoi Federatsii [Demographic well-being of the ethnonational regions of the Russian Federation]. *DEMIS. Demograficheskie issledovaniya* [Demographic Research], 2023, Vol. 3, No. 4, pp. 23–36. DOI 10.19181/demis.2023.3.4.2. EDN SBKTCB. (In Russ.).
 17. Bongaarts J., Mensch B. S., Blanc A. K. Trends in the age at reproductive transitions in the developing world: The role of education. *Population Studies*, 2017, No. 71 (2), pp. 139–154. <https://doi.org/10.1080/00324728.2017.1291986>.
 18. Clark S., Brooks M. M., Helou A., Margolis R. Are rural areas holdouts in the second demographic transition? Evidence from Canada and the United States. *Demography*, 2024, Vol. 61, No. 2, pp. 541–568. <https://doi.org/10.1215/00703370-11237867>.
 19. Kohler H.-P., Ortega J. A. Old insights and new approaches: Fertility analysis and tempo adjustment in the age-parity model. *Vienna Yearbook of Population Research*, 2004, pp. 57–90. <https://doi.org/10.1553/populationyearbook2004s57>.
 20. Zeman K., Beaujouan E., Brzozowska Z., Sobotka T. Cohort fertility decline in low fertility countries: Decomposition using parity progression ratios. *Demographic Research*, 2018, No. 38 (25), pp. 651–690. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2018.38.25>.
 21. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D., Sushko G. B. Agent-orientirovannaya superkomp'yuternaya demograficheskaya model' Rossii: analiz aprobatsii [Agent-based supercomputer demographic model of Russia: Approbation analysis]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2019, Vol. 12, No. 6, pp. 74–90. DOI: 10.15838/esc.2019.6.66.4. (In Russ.).
 22. Bernard A., Kalemba S. Internal migration and the de-standardization of the life course: A sequence analysis of reasons for migrating. *Demographic Research*, 2022, No. 46 (12), pp. 337–354.
 23. Wang L., Huang J., Cai H., Liu H., Lu J., Yang L. A study of the socioeconomic factors influencing migration in Russia. *Sustainability*, 2019, Vol. 11, p. 1650. <https://doi.org/10.3390/su11061650>.
 24. Etzo I. The determinants of the recent interregional migration flows in Italy: A panel data analysis. *Journal of Regional Science*, 2011, No. 51 (5), p. 948–966.
 25. Stillwell J., Thomas M. J. How far do internal migrants really move? Demonstrating a new method for the estimation of intrazonal distance. *Regional Studies, Regional Science*, 2016, Vol. 3 (1), pp. 28–47. <https://doi.org/10.1080/21681376.2015.1109473>.
 26. Smirnov A. V. *Demografiya rossiiskoi Arktiki v tsifrovuyu epokhu* [Demography of the Russian Arctic in the digital age]. Moscow, Ekon-Inform Publishing House, 2023, 239 p. ISBN 978-5-907681-20-0. EDN AQHJCS. (In Russ.).
 27. Popova L. A., Zorina E. N. Uroven' i tempy stareniya naseleniya severnykh regionov Rossii po novomu pensionnomu vozrastu [Level and rate of population ageing in the northern regions of Russia according to the new retirement age]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2024, No. 57, pp. 168–180. (In Russ.).
 28. Dobrokhleb V. G., Barsukov V. N. Demograficheskie teorii i regional'nyi aspekt stareniya naseleniya [Demographic theories and the regional aspect of population ageing]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2017, Vol. 10, No. 6, pp. 89–103. DOI: 10.15838/esc/2017.6.54.6. (In Russ.).
 29. Lee R., Mason A. *Population aging, wealth, and economic growth: Demographic dividends and public policy*. New York, WESS Background Paper, 2015, 35 p.
 30. Alper F., Alrep A., Ucan O. The economic impacts of aging societies. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2016, Vol. 3, p. 1225–1235.
 31. Khavinson M. Yu., Kulakov M. P., Frisman E. Ya. Matematicheskoe modelirovanie dinamiki chislennosti vozrastnykh grupp zanyatykh na primere yuzhnykh regionov Dal'nego Vostoka Rossii [Modelling of population dynamics for the employees age groups in the southern regions of the Russian Far East]. *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie* [Computer Research and Modeling], 2016, Vol. 8, No. 5, pp. 787–801. EDN WYHYJD. (In Russ.).
 32. Aleksandrov A. N., Arkhipov Yu. R. Territorial'nyi analiz i prognozirovaniye chislennosti ekonomicheski aktivnogo naseleniya Chuvashii [Territorial analysis and forecasting of the economically active population of Chuvashia]. *Vestnik Chuvashskogo universiteta* [Bulletin of the Chuvash University], 2013, No. 4, pp. 282–285. EDN RSXSYJ. (In Russ.).

33. Kozlova O. A., Sekitsky-Pavlenko O. O. Metodicheskie podkhody k izucheniyu vozrastnoi struktury naseleniya: analiz i perspektivy ispol'zovaniya [Methodological approaches to the study of the age structure of the population: Analysis and prospects of use]. *Strategicheskie zadachi demograficheskogo razvitiya priority i regionalnye osobennosti Desyatye Valenteevskie chteniya: Sbornik dokladov, Moskva 27–29 oktyabrya 2020 goda* [Strategic Objectives of Demographic Development: Priorities And Regional Features. Tenth Valente Readings: Collection of Reports, Moscow, October 27–29, 2020]. Moscow, Lomonosov Moscow State University, 2020, pp. 828–835. EDN QYFELJ. (In Russ.).
34. Sekicki-Pavlenko O. O. Tipologiya transformatsii vozrastnoi struktury naseleniya regionov Rossii [Typology of the transformation of the age structure in Russian Regions]. *Ekonomika regiona* [Economy of Regions], 2023, No. 19 (3), pp. 813–827. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-15>. (In Russ.).
35. Vinokurova T. Z., Shurgina A. I., Zheleznova G. A., Mostakhova T. S., Sukneva S. A., Barashkova A. S. *Demograficheskaya situatsiya v Respublike Sakha (Yakutiya): problemy i perspektivy* [Demographic situation in the Republic of Sakha (Yakutia): Problems and prospects]. Yakutsk, YANGTS SB RAS, 1994, 72 p. (In Russ.).
36. Sukneva S. A., Mostakhova T. S., Barashkova A. S., Tumanova D. V., Yolshina I. A. *Demograficheskie protsessy v Respublike Sakha (Yakutiya): territorial'nyi aspekt* [Demographic processes in the Republic of Sakha (Yakutia): The territorial aspect]. Yakutsk, Sakhaada, 2017, 208 p. (In Russ.).
37. Mostakhova T. S. *Demograficheskaya bezopasnost' regiona* [Demographic security of the region]. Yakutsk, Yakut Research Center SB RAS, 2009, 188 p. ISBN 978-5-91138-098-4. EDN ZSFRYF. (In Russ.).
38. Barashkova A. S. *Severnaya sem'ya: demograficheskii i sotsial'no-ekonomicheskii aspekty* [The Northern family: Demographic and socio-economic aspects]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 159 p. (In Russ.).
39. Vinokurova T. Z., Fedorova E. N. *Vozrastnaya struktura naseleniya Yakutii: Geodemograficheskoe issledovanie* [The age structure of the population of Yakutia: A geodemographic study]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2001, 148 p. (In Russ.).
40. Sukneva S. A. *Demograficheskii potentsial razvitiya naseleniya severnogo regiona* [Demographic potential for population development in a northern region]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2010, 168 p. (In Russ.).
41. Efimov I. K. *Opyt issledovaniya regional'noi ekonomiki: Yuzhnaya Yakutiya. Problemy naseleniya i trudovykh resursov Yakutskoi ASSR* [Regional economy research: The case of South Yakutia. Problems of the population and labor resources of the Yakut ASSR]. Yakutsk, Yakut Research Center SB RAS, 2002, 250 p. (In Russ.).
42. Shurgina A. I. *Ekonomiko-geograficheskie problemy formirovaniya naseleniya i trudovykh resursov Aldan-Chul'man-Udokanskogo promyshlennogo kompleksa* [Economic and geographical problems of the population and labor resources of the Aldan-Chulman-Udokan industrial complex]. Yakutsk, 1974, 100 p. (In Russ.).
43. Vasiliev Ya. T. *Regional'naya zanyatost' i rynek truda: Osnovy teorii, funktsionirovaniya i prognozirovaniya* [Regional employment and the labor market: Fundamentals of theory, functioning and forecasting]. Novosibirsk, Nauka, 2000, 215 p. (In Russ.).
44. Zakharov S. V. *Rozhdaemost' v Rossii: pervyi i vtoroi demograficheskii perekhod* [Birth rate in Russia: The first and second demographic transitions]. (In Russ.). Available at: https://www.demoscope.ru/weekly/knigi/konfer/konfer_08.html (accessed February 26, 2025).
45. Weber L. *Demographic change and economic growth: Simulations on growth models*. Springer Science & Business Media, 2010, 289 p.
46. Mason A. *Demographic transition and demographic dividends in developed and developing countries*. United Nations expert group meeting on social and economic implications of changing population age structures. Mexico City, 2005, pp. 81–101.
47. Lutz W. *Advanced introduction to demography*. Edward Elgar Publishing, 2021, 224 p.
48. Kondratieva V. I., Tarasova-Sivtceva O. M. *Vozdeistvie demograficheskikh faktorov na trudovye resursy severnykh regionov resursnogo tipa* [The effect of demographic factors on the workforce in Northern resource-based regions]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2023, Vol. 26, No. 2 (80), pp. 146–159. doi:10.37614/2220-802X.2.2023.80.010. (In Russ.).

Об авторах:

В. И. Кондратьева — канд. экон. наук, зав. лабораторией экономики народонаселения и демографии;
 А. С. Барашкова — канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики народонаселения и демографии.

About the authors:

V. I. Kondratieva — PhD (Economics), Head of the Laboratory of Population Economics and Demography;
 A. S. Barashkova — PhD (Economics), Lead Researcher in the Laboratory of Population Economics and Demography.

Статья поступила в редакцию 03 апреля 2025 года.

Статья принята к публикации 20 августа 2025 года.

The article was submitted on April 03, 2025.

Accepted for publication on August 20, 2025.

Научная статья

УДК 331.522

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.004

СЕВЕРНЫЙ РЫНОК ТРУДА В РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ РЕСУРСНОГО ТИПА: ПРИМЕР ХАНТЫ-МАНСЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА — ЮГРЫ

Александр Владимирович Прокопьев¹, Надежда Викторовна Пучкова²,

Наталья Васильевна Тимофеева³, Анна Васильевна Симакова⁴,

Александр Олегович Аверьянов⁵

^{1, 2, 3}Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия

^{4, 5}Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

¹prokopez_av@surgu.ru, ORCID 0000-0003-4126-2827

²puchkova_nv@surgu.ru, ORCID 0000-0003-1889-1676

³timofeeva_nv@surgu.ru, ORCID 0000-0003-3524-8578

⁴simakova@petrus.ru, ORCID 0000-0002-1990-9826

⁵aver@petrus.ru, ORCID 0000-0003-2884-8110

Аннотация. Исследование посвящено анализу рынка труда Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Актуальность работы определяется зависимостью развития региона от объема запасов и добычи природных ресурсов, обусловленной высокой долей добывающего и перерабатывающего производства в экономике округа и связанными с этим особыми условиями занятости. Такие экономические особенности формируют специфические требования к квалификации и компетенциям рабочей силы. Цель исследования — изучение спроса и предложения на региональном рынке труда с учетом требований работодателей и профессионально-квалификационных характеристик работников. Результаты исследования получены на основе данных статистики и данных о вакансиях и резюме, размещенных на платформе онлайн-рекрутинга HeadHunter. Всего для анализа собрано порядка 7,5 тыс. описаний вакансий и 21,6 описаний резюме за период июнь-июль 2024 г. Методология исследования включает инструменты для обработки естественного языка и использование нейросетевых моделей. Научная новизна исследования заключается в выявлении качественных различий и соответствий между компетенциями соискателей и потребностями работодателей в контексте региональной экономики ресурсного типа. Рассмотренные показатели занятости населения в экономике ХМАО-Югры подтверждают ресурсную зависимость, характеризуя ее как «высокий уровень зависимости». Анализ компетенций, транслируемых в вакансиях работодателей и резюме соискателей, показал, что вначале предлагаются/ищутся универсальные компетенции, общепрофессиональные навыки, а затем уже специализированные. В целом рынок спроса и предложения рабочей силы представлен различной отраслевой направленностью профессий. В вакансиях с четкой отраслевой специализацией (на примере нефтегазодобывающего сектора) упор делается на общие навыки, качества и наличие соответствующего образования, а затем уже на другие компетенции, которые работник может приобрести в том числе непосредственно на рабочем месте. Практическая значимость исследования состоит в том, что полученные данные могут быть использованы для прогнозирования кадровой потребности, оптимизации профессионального обучения и формирования эффективной региональной кадровой политики. **Ключевые слова:** спрос и предложение на рынке труда, компетенции работников, требования работодателей, нефтегазодобывающий сектор, занятость населения

Благодарности: статья подготовлена по результатам научно-исследовательских работ по теме «Анализ, оценка и характеристика кадрового обеспечения социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа — Югры» по заданию Департамента экономического развития ХМАО-Югры. Авторы выражают благодарность коллективу Центра бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета за помощь в выполнении исследования.

Для цитирования: Северный рынок труда в региональной экономике ресурсного типа: пример Ханты-Мансийского автономного округа — Югры / А. В. Прокопьев [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 57–73. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.004.

Original article

THE NORTHERN LABOR MARKET IN A RESOURCE-BASED REGIONAL ECONOMY: THE CASE OF THE KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG—YUGRA

Alexander V. Prokopev¹, Nadezhda V. Puchkova², Natalya V. Timofeeva³,
Anna V. Simakova⁴, Alexander O. Averianov⁵

^{1, 2, 3}Surgut State University, Surgut, Russia

^{4, 5}Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

¹prokopev_av@surgu.ru, ORCID 0000-0003-4126-2827

²puchkova_nv@surgu.ru, ORCID 0000-0003-1889-1676

³timofeeva_nv@surgu.ru, ORCID 0000-0003-3524-8578

⁴simakova@petsu.ru, ORCID 0000-0002-1990-9826

⁵aver@petsu.ru, ORCID 0000-0003-2884-8110

Abstract. This study examines the labor market of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra. The relevance of the research stems from the region’s strong dependence on natural resource reserves and production volumes, driven by the dominance of the mining and processing industries and the resulting unique employment conditions. These structural features create specific demands for workforce qualifications and competencies. The study aims to analyze labor market supply and demand while considering employer requirements and the professional qualifications of workers. The analysis draws on statistical data, job postings, and résumés from the HeadHunter online recruitment platform. Approximately 7,500 job descriptions and 21,600 résumé entries were collected for the period June–July 2024. The methodological framework combines natural language processing techniques with neural network models. The scientific novelty of the study lies in identifying qualitative correspondences and discrepancies between the competencies of job seekers and the requirements of employers within a resource-based regional economy. The results confirm the high level of resource dependence in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra, classifying its economy as highly dependent on resources. An analysis of employer job postings and job seeker résumés reveals that universal and general professional skills are prioritized over specialized competencies. Overall, both labor supply and demand are dominated by industry-specific professions. Job postings with clear sectoral specialization—such as those in the oil and gas industry—tend to emphasize general skills, personal qualities, and relevant education, followed by specialized skills that can be developed through work experience. The practical significance of the study lies in its potential to inform labor demand forecasting, optimize vocational training, and support the development of effective regional human resource policies.

Keywords: supply and demand in the labor market, workforce competencies, employer requirements, oil and gas sector, employment

Acknowledgments: This article is based on research conducted under the project “Analysis, Assessment, and Characterization of Human Resources for the Socioeconomic Development of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra”, commissioned by the Department of Economic Development of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra. The authors express their gratitude to the staff of the Budget Monitoring Center of Petrozavodsk State University for their assistance in carrying out this study.

For citation: Prokopev A. V., Puchkova N. V., Timofeeva N. V., Simakova A. V., Averianov A. O. The northern labor market in a resource-based regional economy: The case of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug–Yugra. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 57–73. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.004.

Введение

Проблемы занятости населения в регионах России в современных социально-экономических условиях приобретают особую значимость, поскольку в отдельных отраслях национальной экономики наблюдается дефицит рабочей силы. Данный дисбаланс способствует ускоренному росту заработных плат и иных доходов населения, что опережает темпы расширения предложения товаров и услуг, создавая дополнительные макроэкономические риски. Это формирует факторы ускорения инфляции, перетока рабочей силы из отраслей с более низким уровнем оплаты труда в отрасли, обеспечивающие высокий уровень заработной платы. На указанные процессы на рынке труда накладывается также влияние цифровизации экономики, расширение сфер использования искусственного интеллекта, что ведет к формированию спроса работодателей на работников, обладающих компетенциями в

информационных технологиях, реализации инновационных проектов. В регионах, экономика которых в большей степени ориентирована на добычу, переработку и транспортировку природных ресурсов, эти процессы приобретают особую актуальность, но могут иметь свою специфику в зависимости от динамики изменения трудовых ресурсов, роста экономических показателей, отраслевой структуры занятых. Следовательно, исследование проблем занятости населения и соответствия компетенций работников запросам работодателей в таких регионах приобретает особую актуальность. В данном контексте необходимо обратить более пристальное внимание на взаимосвязи между особенностями рынка труда в северных регионах и спецификой их ресурсной экономики. Под ресурсностью вслед за коллективом авторов под руководством С. Н. Левина будем понимать зависимость развития экономики от объема запасов и добычи

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

природных ресурсов [1], то есть зависимость региона от добывающего сектора. «Это регионы, основу экономики которых составляют экспортно-ориентированные отрасли добывающей промышленности <...>. Они занимают ключевое место в российской экономике, поскольку указанные отрасли являются локомотивом ее развития и определяют место в глобальной экономической системе» [2].

Таким образом, целью представляемой статьи является описание уникальных специфических характеристик рынка труда, присущих северному региону, экономика которого относится к ресурсному типу. Эти характеристики выявлены через оценку спроса на рабочую силу и ее предложения по профессионально-квалификационным и компетентностным характеристикам рабочих мест на рынке труда Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (далее ХМАО-Югра).

Обзор исследований

Исследование рынка труда на национальном и региональном уровнях представляет научный интерес для большого числа отечественных и зарубежных авторов. Данная научная область является многоаспектной, предполагает несколько направлений исследования. Научные работы в этой сфере могут быть направлены на анализ общетеоретических и методологических аспектов развития рынка труда, выявление состава факторов, оказывающих влияние на рынок труда, и оценку степени и последствий такого влияния. Например, в работе С. Ланска и С. Мищенко [3] делается акцент на выявление дестабилизирующих факторов, оказывающих влияние на рынок труда. Также в работе прослежены генезис и эволюция экономической мысли в сфере исследований рынка труда, выделен состав и функционал основных действующих субъектов на рынке труда. Часто для исследований количественных показателей рынка труда используются экономико-математические методы и модели. Так, в работе А. П. Невечерни [4] разработана многоотраслевая математическая модель рынка труда России, характеризующая динамику трудовых ресурсов, занятости и безработицы в десяти отраслях и позволяющая осуществлять краткосрочный прогноз основных показателей рынка труда.

Изучением регионов ресурсного типа активно занимается коллектив авторов под руководством С. Н. Левина [1; 2; 5]. Последователи этого подхода М. В. Курбатова и И. В. Доновы при исследовании показателей рынка труда регионов ресурсного типа пришли к выводу, что «ресурсная зависимость региона влияет на параметры рынка труда в совокупности с факторами пространственными, демографическими, институционально-организационными» [6]. Также В. И. Кондратьева, О. М. Тарасова-Сивцева выявили

и обосновали значимость положительного влияния «на население в трудоспособном возрасте занятости по гендерному принципу, также наибольшее влияние на показатель численности населения в трудоспособном возрасте оказывают показатели, характеризующие уровень образования самих занятых, их качественный состав» [7].

В исследованиях С. А. Сукневой, А. С. Барашкова и П. В. Гуляева систематизированы основные положения (категории, принципы, свойства, типологии и т. п.), определяющие организацию социально-экономических систем северных регионов ресурсного типа [8]. Авторы подробно обосновали проблематику воспроизводства населения в условиях демографического кризиса, последствия которого усугубляются безвозвратной миграцией.

Еще один аспект проблематики изучения рынка труда северных регионов касается социально-экономических условий, особенностей формирования, составляющих северного трудового контракта. Так, исследователи ВНИИ труда Минтруда России пришли к выводу, что «для сохранения численности занятого населения в городах, городских поселениях арктической зоны первостепенное значение имеет обеспечение фактического преимущества в оплате труда, сокращение различий в уровне и качестве жизни и создание условий для увеличения продолжительности жизни населения» [9]. Коллектив авторов Кольского и Коми научных центров Российской академии наук рассматривают стоимость северного трудового контракта и предлагают обоснованные посылки к пересмотру подходов к его формированию [10; 11].

Несмотря на многовекторный характер исследований проблематики рынка труда в упомянутых выше работах, авторы уделяют недостаточное внимание характеру влияния на территориальный рынок труда дисбаланса между профессионально-квалификационными требованиями заявляемых работодателями вакансий и соответствующим предложением со стороны соискателей рабочих мест. Дисбаланс между запрашиваемыми работодателями и предлагаемыми работниками компетенциями может при определенных условиях стать основным дестабилизирующим фактором, требующим глубокого исследования и выработки действенных мер государственной политики для его нейтрализации. В отмеченных выше работах, ориентированных на исследование рынка труда в регионах ресурсного типа, проблематика указанного дисбаланса, подходы к его оценке и нейтрализации изучены недостаточно, что требует углубления, детализации исследований с использованием количественных методов.

Обозревая исследования, посвященные изучению рынка труда в экономиках ресурсного типа, сосредоточимся на региональном уровне применительно к северным регионам, в том числе и к тем, чьи территории полностью или частично вошли в состав Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

Основные направления исследований научных школ и отдельных авторских коллективов можно условно разделить на группы: во-первых, исследования, посвященные выявлению и введению в научный оборот специфики рынка труда и занятости населения в северных регионах; во-вторых, исследования, посвященные прогнозированию ситуации занятости населения на развивающихся стратегически значимых северных территориях Российской Федерации.

В работе И. С. Степуть и В. А. Гуртова исследуются показатели вахтовой занятости регионов Арктической зоны России [12]. В работе М. А. Терентьевой рассматриваются вопросы занятости и заработной платы в регионах российского Севера, подчеркивается роль северных надбавок в качестве компенсирующего механизма более высокого уровня цен на товары и услуги и более тяжелых природно-климатических условий труда в регионах Крайнего Севера и приравненных к ним территорий [11].

Исследования, посвященные прогнозированию занятости на рынке труда северных регионов, обозначим отдельно, так как в них рассматриваются перспективные направления развития рынка труда с учетом стратегических задач и интересов развития экономик этих регионов.

Аспекты развития рынка труда на российском Севере активно исследуются научной школой под руководством В. А. Гуртова и Е. А. Питухина, которыми разработана методика прогнозирования кадровой потребности [13], на основе которой впервые для регионов АЗРФ был сформирован прогноз потребности региональных экономик 9 регионов в квалифицированных кадрах в отраслевом и квалификационных разрезах [14].

В работе [15] рассматриваются востребованные профессии и специфические компетенции работников, необходимые для результативного труда в разных отраслях на предприятиях Арктической зоны, с применением уникальной авторской методики анализа кадрового обеспечения региональной экономики в профессионально-квалификационном разрезе.

Рынок труда ХМАО-Югра как объект исследования настоящей работы, безусловно, пользуется большим научным интересом среди российских ученых, рассматривающих различные аспекты его функционирования. Так, в работах О. В. Шульгина и

соавторов проведен анализ различных аспектов рынка труда, показателей занятости населения и безработицы ХМАО-Югры [16]. Отдельным направлением в этой работе является содействие трудоустройству, улучшению условий труда и профессиональному обучению представителей коренных малочисленных народов Севера (преимущественно ханты и манси), имеющих традиционные места проживания на территории округа. В работе К. Ю. Желонкиной и соавторов в качестве специфических характеристик рынка труда ХМАО-Югры как северного региона с преимущественно ресурсной специализацией производства выделены вахтовый характер производства, наличие компенсационных надбавок в структуре заработной платы, учитывающих условия труда в особых природно-климатических условиях, более интенсивные, чем в среднем по стране, процессы миграционного притока кадров [17, с. 1395]. В работе Ю. С. Родь прослеживается изменение профессиональной и отраслевой структуры занятости населения в ХМАО-Югре в долгосрочном периоде, что позволяет проследить сформировавшиеся тренды в экономике региона [18]. Автор отмечает, что «преобладающая часть занятого населения сосредоточена на крупных и средних предприятиях и организациях, в основном в добывающих и строительных секторах экономики» [18, с. 56], а также то, что «традиционно привлекательными для трудовых мигрантов в округе являлись добывающая и обрабатывающая отрасли промышленности, в том числе добыча нефти и природного газа» [18, с. 58]. Тем самым подчеркивается особенность регионального рынка труда северного региона со специализацией в сфере добычи и переработки топливно-энергетических ресурсов, а также с высоким уровнем оплаты труда работников, обеспечивающим приток мигрантов из регионов с высоким уровнем безработицы и низким размером оплаты труда.

В работе А. И. Паненко сделан акцент на анализе тенденций занятости и безработицы в муниципальных образованиях ХМАО-Югры с монопрофильной структурой экономики [19]. Автор отмечает, что «выбор в качестве объекта исследования ХМАО-Югры обоснован тем, что региональный спрос на рабочую силу в ближайшей перспективе будет зависеть от структурных изменений в экономике, связанных с определением курса диверсификации отраслевой экономики и тенденцией концентрации промышленности страны в экспортно-ресурсных регионах» [19, с. 254]. А. И. Паненко также делает вывод о том, что «относительно большой процент безработицы фиксируется в основном на территориях, не

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

относящихся к монопрофильным муниципальным образованиям... дифференциация между добывающими и прочими муниципальными образованиями Югры усиливается» [19, с. 266], тем самым автор показывает, что ресурсная специализация муниципальных образований округа положительно влияет на рынок труда на этих территориях, что, безусловно, является одной из специфических характеристик рынка труда ХМАО-Югры как ресурсодобывающего региона. В работе А. Т. Речуповой особое внимание уделено исследованию социально-экономических аспектов занятости молодежи в ХМАО-Югре [20]. В работе показано, что удельный вес молодежи в структуре безработных относительно невысок. В то же время отмечается, что молодежная занятость в регионе по своей структуре не в полной мере соответствует приоритетным направлениям развития округа, что, безусловно, является универсальной проблемой всех регионов, но, тем не менее, учитывая отраслевую специфику экономики ХМАО-Югры, требуется пристальное внимание к подготовке молодых перспективных кадров в отраслях добычи и переработки нефти и газа.

Важным аспектом исследований проблем рынка труда является разработка теоретико-методических и прикладных вопросов прогнозирования потребности в кадрах на региональном уровне. Так, в работе Ю. С. Отмаховой, Д. А. Девяткина и И. А. Тихомирова [21] приведена и апробирована методика оценки потребности региона (на примере Вологодской области) в человеческих ресурсах с использованием инструментария статистики и эконометрики. Работа Р. И. Капелюшникова [22] посвящена исследованию долгосрочных тенденций и краткосрочных колебаний на российском рынке труда, которые, без всякого сомнения, должны быть учтены при исследовании проблем рынка труда на региональном уровне. Также интересны изучение и прогнозирование межрегиональной конкуренции в кадрах на российском рынке труда, представленные в работе С. В. Кравцевич [23].

Поскольку в рамках нашей работы используются инструменты искусственного интеллекта и машинного обучения нейронных сетей для анализа базы данных и резюме соискателей и заявленных вакансий работодателей на рынке труда Ханты-Мансийского автономного округа, то в этой связи представляют определенный интерес научные работы, в той или иной степени затрагивающие вопросы информационных технологий и цифровизации на рынке труда. Например, в работе Э. Карт и Э. Б. Адаса [24], авторов из университетов Турции, рассматриваются вопросы влияния новых технологий на рынок труда, на изменение структуры

и компетентностно-квалификационного наполнения видов работ, представленных на рынке труда. А. А. Терников и Е. А. Александрова в работе [25] уделяют внимание анализу потребностей работодателей в навыках потенциальных работников в сфере информационных технологий, а Ю. Джункеев и Ю. А. Морозова в работах [26; 27] описывают результаты применения инструментов искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования показателей занятости и выявления актуальных потребностей на рынке труда.

И, наконец, в ряде публикаций авторов, как и наш авторский коллектив, интересуют вопросы содержания запросов работников и работодателей на рынке труда и сопоставления массивов компетентностных требований работодателей с фактически наличествующими умениями и навыками у соискателей рабочих мест. Так, И. Р. Казарян и Н. А. Казанцева в работе [28] и коллектив авторов в составе Л. Т. Тлехурай-Берзеговой, Е. А. Бюллер, З. А. Водождоковой и С. К. Чиназировой в работе [29] обращают внимание на проблемы несоответствия формируемых компетенций у выпускников вузов требованиям работодателей, а также на отсутствие в некоторых случаях баланса между требованиями работодателей и потребностями работников. В работе В. Смачило, В. Халиной и А. Щученко [30] аналогичная проблема исследована применительно к выпускникам вузов по экономическим специальностям. Для решения проблем дисбаланса требований работников и работодателей Л. В. Некрасова в работе [31] предлагает шире использовать опросы работодателей для прогнозирования кадровых потребностей и устранения диспропорций на региональном рынке труда.

В то же время анализ содержания исследований показывает, что сопоставление спроса и предложения на компетенции на рынке труда в контексте ресурсной экономики региона не проводилось. Таким образом, анализ специфики рынка труда регионов ресурсного типа является одной из показательных характеристик обеспечения экономики квалифицированными кадрами. Раскрытие этих особенностей через количественные и качественные характеристики, в том числе с применением методик анализа больших данных, позволит дополнить объем научных знаний в этой области.

Новизна предлагаемого исследования состоит в том, что оно дополняет систему знаний о рынке труда северных регионов качественными характеристиками спроса и предложения трудовых ресурсов в северных регионах, экономика которых относится к ресурсному типу, на примере ХМАО-Югры.

Методы и материалы

Для сбора и обработки данных использовался язык программирования Python. В частности, для обработки текстов вакансий и резюме применялись такие инструменты обработки естественного языка (NLP), как *Natasha*¹ (языковая модель — “*paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2*”)², предобученная нейросеть для восстановления пунктуации для последующей сегментации предложений³, предобученная нейросеть для определения названий вакансий по навыкам/описаниям⁴. Сегментация на предложения проводилась с использованием библиотеки *Razdel*. Производилось дообучение нейронной сети *RuBert* с использованием обучающей выборки для задачи классификации текста вакансий на требования, условия и обязанности.

Информационная база исследования опирается на данные Росстата и совместный цифровой ресурс Минцифры России и Росстата «Единая межведомственная информационно-статистическая система»⁵. Кроме того, использовались данные выборочного обследования рабочей силы, выполненного Росстатом⁶.

Для альтернативной статистическому анализу оценки состояния рынка труда были использованы данные с платформы онлайн-рекрутинга *HeadHunter*⁷ (далее — «НН»). Для сбора текстов вакансий и резюме был использован функционал ресурса *HeadHunter API*, позволяющий напрямую получать информацию о соискателях и вакансиях компаний⁸. Всего было собрано порядка 7,5 тыс. описаний вакансий и 21,6 описаний резюме на период июня-июля 2024 г. В запрос для сбора резюме были включены условия, ограничивающие статус поиска соискателя, а именно отбирались те резюме, где было указано: «Активно ищет работу» или «Рассматривает предложения». Также были выведены только те резюме, которые актуализировались за последний месяц.

Собранные вакансии и резюме были обработаны инструментами NLP: удалены спецсимволы, отформатированы наименования и ключевые слова на основе нейросетевой модели и т. д. Далее на основе результатов семантического анализа были

проведены классификация заголовков и содержания вакансий и формирование названий кластеров — профессий/групп профессий, компетенций, что дало возможность формализовать и классифицировать данные.

Отнесение вакансий и резюме соискателей к нефтегазодобывающему сектору проводилось по нескольким критериям. Для вакансий — это отрасль компании, которая определяется работодателем при размещении вакансии, а также заголовок вакансии. Для резюме — это опыт работы соискателя и наименование позиции, на которую он претендует.

Ограничение исследования

В исследовании используются данные о вакансиях и резюме соискателей рабочих мест с кадровых порталов, позволяющие качественно оценить состояние спроса и предложения регионального рынка труда. Поскольку данные о вакансиях и резюме представлены определенным временным срезом (на июнь-июль 2024 г.), они отражают актуальное состояние рынка труда региона лишь на момент проведения исследования. В то же время они позволяют раскрыть качественную сторону спроса и предложения (компетенции и требования к работникам с одной стороны и предложения соискателей с другой стороны).

Отметим, что информация о вакансиях и резюме даже с тщательной обработкой и структуризацией не лишена недостатков. По опыту исследований А. Д. Волгина и В. Е. Гемпельсона, «структура вакансий, как правило, смещена в пользу более квалифицированных работников, что может исказить общую картину спроса на труд» [32]. Этот недостаток необходимо принять во внимание. Однако в данном исследовании акцент делается не только на особенности спроса и предложения, но и на компетенции работников, имеющих соответствующее профессиональное образование, то есть на те самые квалифицированные кадры. Несмотря на все имеющиеся ограничения, данные о содержании вакансий дают ценную информацию, которая не может быть восполнена из других источников.

¹ Проект *Natasha* — набор Python-библиотек для обработки текстов на естественном русском языке [Электронный ресурс]. URL: <https://natasha.github.io/> (дата обращения: 15.08.2024).

² Reimers, Nils, и Iryna Gurevych Iryna. «Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks». arXiv, 27 Aug 2019. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.1008>.

³ *SbertPuncCase* [Электронный ресурс]. URL: https://huggingface.co/kontur-ai/sbert_punc_case_ru (дата обращения: 15.08.2024).

⁴ *basil-77/rut5-base-absun-hh* [Электронный ресурс]. URL: <https://huggingface.co/basil-77/rut5-base-absun-hh> (дата обращения: 15.08.2024).

⁵ Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fedstat.ru> (дата обращения: 27.02.2025).

⁶ Итоги выборочного обследования рабочей силы [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13265> (дата обращения: 27.02.2025).

⁷ Платформа онлайн-рекрутинга *HeadHunter* [Электронный ресурс]. URL: <https://hh.ru/> (дата обращения: 15.08.2024).

⁸ *HeadHunter API* [Электронный ресурс]. URL: <https://dev.hh.ru/> (дата обращения: 15.08.2024).

Результаты**Особенности рынка труда Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в экономике ресурсного типа**

ХМАО-Югра относится к регионам с «очень высоким уровнем ресурсной зависимости» [1], которые характеризуются высокой долей добывающего сектора экономики во вкладе валового регионального продукта (76,8 %, по данным статистики на 2022 г.). Добывающая отрасль вносит

основной вклад в капитал региона, а трудится в этой отрасли около 23 % всего занятого населения округа (рис. 1). ХМАО-Югра входит в топ-5 российских регионов по социально-экономическому положению в 2022 г.⁹ Прежде всего, это объемы добычи нефти (535 млн тонн в 2022 г.), валовой региональный продукт на душу населения (3334,6 тыс. руб. в 2021 г.), инвестиции в основной капитал (1329,4 млрд руб. в 2022 г.), поступление налогов и сборов в бюджетную систему России (4628,3 млн руб. в 2022 г.)¹⁰.

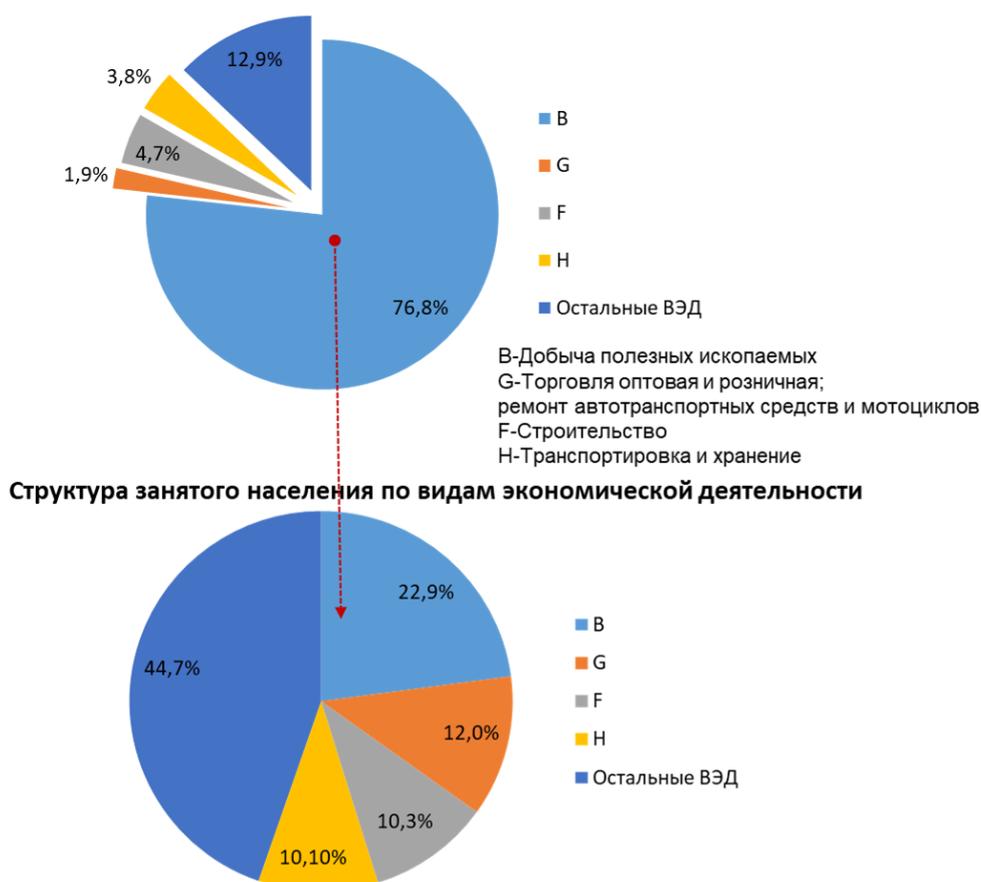


Рис. 1. Отраслевая специфика занятости населения в экономике ХМАО-Югры.

Источник: составлено авторами на основе данных статистических сборников Росстата

Рынок труда ХМАО-Югры характеризуется высоким уровнем занятости населения, который выше среднероссийских показателей (табл. 1). Численность занятого в экономике населения региона за последние десять лет демонстрирует

стабильное увеличение. Это позитивный тренд для региона, в котором одновременно представлены механизмы как естественного прироста, так и механического (миграции).

⁹ О стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа — Югры до 2050 года: распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа — Югры № 679-рп от 3 ноября 2022 года // Открытый регион Югра. Текст: электронный. URL:

<https://ugra2030.myopenugra.ru/strategy/> (дата обращения: 27.02.2025).

¹⁰ Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 27.02.2025).

Таблица 1

Показатели занятости населения на рынке труда ХМАО-Югры

№	Показатель	2010 г.	2014 г.	2018 г.	2023 г.
1	Численность рабочей силы в возрасте 15–72 лет, тыс. чел.	915,6	916,4	917	926
2	Численность населения, занятого в экономике, тыс. чел.	1 023,5	1 040,2	1 085,7	1 102
	<i>В том числе в виде экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», тыс. чел.</i>	196,3	206,4	233	252
3	Уровень занятости населения в возрасте 15–72 лет, %	70,1	71,0	71,5	69,8
4	Уровень безработицы населения в возрасте 15–72 лет, %	7,5	4,6	2,5	1,8
5	Доля занятого населения, имеющего профессиональное образование, в общей структуре занятых, %	74,2	75	82,4	80,9
6	Доля занятого населения, имеющего высшее образование, в общей структуре занятых, %	29,7	36,0	37,0	32,2
7	Доля занятого населения, имеющего среднее профессиональное образование, в общей структуре занятых, %	44,5	39,0	45,4	48,7
8	Доля занятого населения в возрасте 20–39 лет в общей структуре занятых, %	49,9	50,9	50,4	47,4
9	Численность занятого населения, выезжающего на работу на территории других субъектов РФ, тыс. чел	Н/д	1,9	0,7	4,1
10	Численность занятого населения, въезжающего на работу в субъект РФ, тыс. чел.	Н/д	107	200	195
11	Численность работников, привлекаемых в регион вахтовым методом организации труда (в среднем за год), тыс. чел.	Н/д	Н/д	141,9	162,7
	<i>В том числе привлекаемых в сфере добычи полезных ископаемых, чел.</i>	Н/д	Н/д	93,3	111

Примечание. Источник: составлено авторами на основе данных статистических сборников Росстата. Н/д — нет данных.

В основном занятое население региона более молодое, чем в целом по стране: около половины занятых в экономике относятся к возрастной группе от 20 до 39 лет. В табл. 1 приведена информация, отражающая ключевые характеристики занятости населения в ХМАО-Югре в динамике. Выделим ключевые: увеличение численности занятого населения в экономике, в том числе в ведущей отрасли; увеличение числа занятых, имеющих профессиональное образование; распространенность вахтового метода организации труда — 15,2 % от занятого населения составляют работники, трудящиеся вахтовым методом.

В данном исследовании важно обратить внимание на качественные характеристики занятости населения. В общей структуре занятых большинство работников имеет профессиональное образование (80,9 %, по данным на 2023 г.). За исследуемый период произошли изменения в профессионально-квалификационной структуре занятых в регионе (рис. 2) в сторону увеличения среди работников, относящихся к профессиональной категории «операторы производственных установок и машин, сборщики и водители». Профессии, входящие в данную

категорию, в основном являются профильными для сферы «Добыча полезных ископаемых». Также в общей структуре работников увеличилась доля работников с высшим образованием. Перераспределение работников в сторону увеличения в одних категориях, соответственно, меняет картину в других. Так, фиксируем снижение доли работников в категории «квалифицированные рабочие промышленности, строительства, транспорта и рабочие родственных занятий» (на 5 % в 2023 г. в сравнении с 2024 г.), которая включает работников локомотивных отраслей, обслуживающих сферу добычи полезных ископаемых, — транспортировки и строительства.

В целом для регионов с высоким уровнем ресурсной зависимости характерен высокий уровень участия населения в занятости в качестве рабочей силы [6], что в целом является позитивной характеристикой рынка труда в экономиках такого типа. Преобладание среди занятого населения работников нефтедобывающей отрасли требует отдельного рассмотрения в ключе выявления характеристик сопоставимости спроса и предложения рабочей силы на рынке труда.

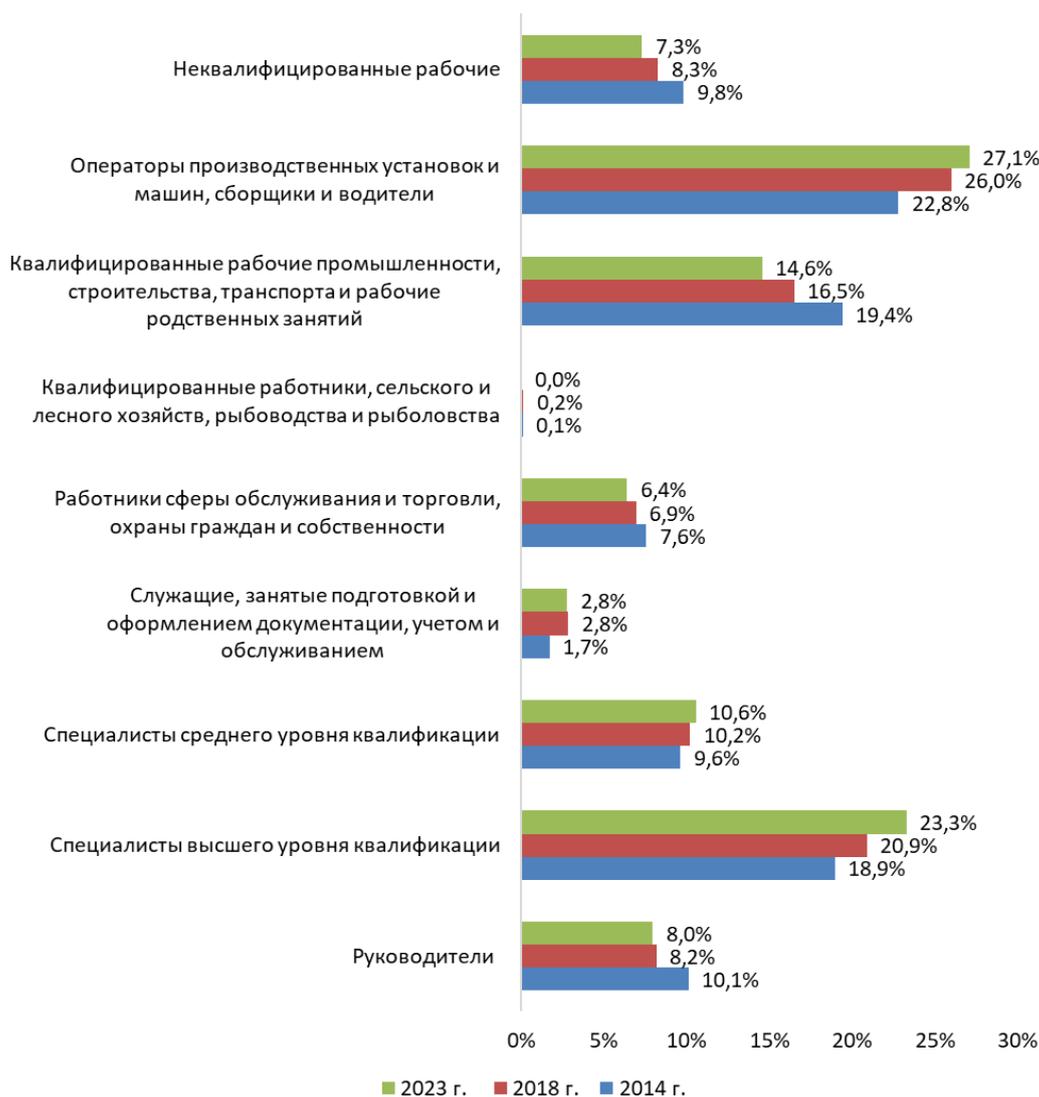


Рис. 2. Изменение структуры среднесписочной численности работников организаций ХМАО-Югры по профессиональным группам без учета субъектов малого предпринимательства, % по году.

Источник: составлено авторами по: Сведения о численности и потребности организаций в работниках по профессиональным группам: Форма статистического наблюдения № 1-Т (проф)/ГМЦ Росстата. М., 2014–2023

Качественные характеристики спроса на рынке труда в экономике региона ресурсного типа

Современные технологии сбора информации дают возможность рассмотреть качественные характеристики спроса и предложения на региональном рынке труда, в том числе уделяется внимание отдельным видам деятельности. Собранный и обработанный массив вакансий работодателей и резюме соискателей рабочих мест позволяет сформировать общую картину спроса и предложения качественных характеристик рабочей силы, транслируемых на рынках кадровых агентств. Отраслевое распределение заявленных работодателями вакансий по ключевым видам экономической деятельности в целом соответствует сложившейся

отраслевой специфике занятости населения (всего в общем массиве вакансий выделено 25 отраслей, к которым относится деятельность компаний, ищущих работников). Однако количественно на первом месте среди заявленных вакансий находятся вакансии в сфере розничной торговли (20,8 % от общего массива собранных вакансий), что отражает особенность сферы услуг — текучесть кадров. В ключевой отрасли экономики региона — добыче полезных ископаемых — также наблюдается высокий спрос на кадры (15,9 % от всех заявленных вакансий). Также большим спросом пользуются кадры обслуживающих и инфраструктурных отраслей для ключевой экономической специализации региона — «строительство» (11 %), «перевозка,

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

логистика, склад» (7,9 %). Отдельно следует выделить вакансии в сфере «информационные технологии, системная интеграция, интернет» — 9,6 %.

Отраслевая специализация заявленных вакансий позволяет выделить востребованные работодателями профессии. Для анализа профессии проранжированы по частоте упоминаний в вакансиях работодателей. Так, самой востребованной профессией является «продавец, консультант (кассир) (доля упоминаний — 13,4 %), «водитель (в том числе спецтехники)» (6,5 %), «менеджер» (6,1 %), «административный персонал магазина» (4,7 %), «инженеры (по отраслям)» (4,5 %). В совокупности на профессии сферы продаж приходится порядка четверти от всех вакансий — 25,7 %.

Таким образом, общий срез заявленных работодателями вакансий, сформированный на момент проведения исследования, позволил представить общую картину спроса на рынке труда в отраслевом разрезе, важную для понимания положения ведущей для экономики отрасли — добычи полезных ископаемых, на которую приходится только четверть основного спроса на кадры в регионе.

На основе анализа содержания вакансий сформирован перечень ключевых компетенций

работников, которых ищут работодатели ХМАО-Югры. В табл. 2 приведен топ-20 профессиональных навыков (компетенций), лидирующих по частотности упоминаний среди всех вакансий. Всего в 7517 вакансиях было упомянуто порядка 1,5 тыс. уникальных навыков, относящихся к универсальным, общепрофессиональным и профессиональным компетенциям. Среди представленных навыков лидирует «Обучаемость» — данный навык упоминается среди почти половины вакансий (48,9 %). Под ним понимается «готовность изучать, узнавать, учиться чему-то новому в профессиональной деятельности, саморазвитие». Указание работодателем в профиле вакансии об обязательном наличии профессионального образования у потенциальных кандидатов свидетельствует о целевом отборе квалифицированных кадров. При этом только в 33,2 % вакансий указана данная характеристика как обязательная: например, «инженерное, направление: ПГС, архитектуры и градостроительства», «удостоверение слесаря-ремонтника». Среди указанных профессиональных навыков выделяются навыки, востребованные у работников в большей мере в сфере услуг: «навыки продаж, умение убеждать», «клиентоориентированность» и др.

Таблица 2

Топ-20 профессиональных навыков кандидатов, необходимых работодателям
(на основе вакансий, заявленных компаниями)

Требуемые навыки	Частота упоминаний, ед.	Доля упоминаний, среди всех вакансий, %
Обучаемость	3674	48,9
Наличие профессионального образования	2499	33,2
Навыки продаж, умение убеждать	2242	29,8
Умение работать в команде	2218	29,5
Коммуникабельность	1799	23,9
Клиентоориентированность	1799	23,9
Microsoft Office (Word, Excel)	1482	19,7
Умения работать с ПК, информационными системами	1464	19,5
Ответственность	1394	18,5
Гибкость	1393	18,5
Дружелюбность	1304	17,3
Умение работать со специализированной документацией	1121	14,9
Исполнительность	1057	14,1
Организованность	945	12,6
Пунктуальность	869	11,6
Грамотность	779	10,4
Ремонт профессионального оборудования	671	8,9
Наличие водительских прав	498	6,6
Программирование	494	6,6
Стрессоустойчивость	410	5,5

Примечание. Источник: составлено авторами по данным ресурса HeadHunter.

Для профильного вида экономической деятельности — добычи полезных ископаемых — отдельно сформирован перечень востребованных компетенций, из которых выделены десять наиболее упоминаемых в вакансиях: «работа в команде» (16,1 % упоминаний в описании вакансий у работодателей, относящихся к данной отрасли); «пользователь ПК» (7,6 %), «бурение скважин» (5 %), «водительское удостоверение» (4,7 %), «знание устройства автомобиля» (4,5 %), «техническое обслуживание» (3,2 %), «нефтегазовое оборудование» (3,1 %), «ремонтные работы» (3 %) и др. Выделенные компетенции в вакансиях работодателей относятся не только к непосредственной добычи полезных ископаемых и организации этого процесса, но и в том числе к поддержанию административно-хозяйственной деятельности самой компании.

Качественные характеристики предложения на рынке труда в экономике региона ресурсного типа

Другая сторона рынка труда, без которой картина была бы неполной, — предложение рабочей силы. Отметим, что массив резюме для анализа существенно превышает количество вакансий, что может быть обусловлено тем, что на одного соискателя может приходиться несколько резюме, в то время как на одну вакансию может приходиться несколько рабочих мест, входящих в одну карточку вакансии. Анализ наименования и содержания резюме соискателей рабочих мест позволил сгруппировать их в 140 групп общепрофессиональных наименований. Порядка 63 % всех резюме приходится на 20 групп. Среди резюме наиболее распространены группы профессий, предполагающих у работников наличие высшего образования: «специалисты» (13,8 % упоминаний среди заявленных резюме соискателей), «инженеры» (6,5 %), «руководители» (6,2 %), «бухгалтеры» (4,1 %), «водители (в том числе спецтехники)» (3,6 %), «юристы» (3,1 %), «менеджеры» (3 %) и др. Отметим, что на группу резюме, относящихся к категории «работники в сфере нефтегазодобычи», приходится только 2 %. Предположим, что в данную группу входят только специализированные отраслевые профессии, в то время как в этой отрасли могут также трудиться работники из групп «слесари», «сварщики» и др.

В совокупности приведенные данные свидетельствуют о том, что рабочие профессии в меньшей степени представлены среди соискателей работы и в большей степени востребованы на рынке труда. Отметим, что анализ содержания резюме электромонтеров и слесарей показал, что это в большинстве своем работающие специалисты,

которые рассматривают предложения о более высокооплачиваемой работе.

Компетенции работников (соискателей) были выделены двумя способами. Первый — выделение навыков из соответствующей графы резюме, второй — выделение групп схожих навыков при помощи переобученной языковой модели на основе анализа содержания резюме, затем эти навыки были агрегированы в группы.

Если обратить внимание на частотность упоминания навыков, указанных в резюме соискателей, то самыми распространенными являются «деловая переписка, деловое общение, коммуникация» (34,3 % упоминаний среди всех резюме), «работа в команде» (13,6 %), «организаторские навыки» (13,2%) и др. Большинство навыков, указанных в резюме соискателей рабочих мест, можно отнести к общепрофессиональным компетенциям. Среди навыков значительную часть составляют навыки, связанные с управленческой деятельностью, свидетельствующие о желании соискателей продвигаться по карьерной лестнице. В табл. 3 приведены заявляемые в резюме профессиональные «навыки», агрегированные в профильные группы. Следует оговориться, что группы характеризуют не только сами навыки, но и общие профессиональные характеристики работников. Например, по количеству упоминаний в резюме лидирует «наличие высшего образования», указанное в каждом втором резюме, тогда как «среднее специальное образование» только в 15,4 % резюме. В большей мере в резюме соискателей встречаются общепрофессиональные навыки и универсальные профессионально важные качества работников.

В резюме соискателей, относящихся к нефтегазодобывающему сектору, выделены топ-10 компетенций, предлагаемых работниками. Из содержания резюме соискателей выделены навыки, которые классифицированы по содержательно-тематическому принципу, а затем по частоте упоминаний выделены 10 ключевых. В резюме, относящихся к нефтегазодобывающему сектору, также указываются общепрофессиональные навыки, но уже специализированные под отрасль: «технологический контроль и управление производственными процессами», «техническая эксплуатация и обслуживание оборудования», «ведение технической документации» и др. (табл. 4). Также среди них встречаются и общепрофессиональные навыки, такие как «умение работать в коллективе», «организованность», «исполнительность».

Таблица 3

Топ-20 групп агрегированных профессиональных навыков, указанных соискателями

Группы указанных навыков	Частота упоминаний, ед.	Доля упоминаний среди всех резюме, %
Наличие высшего образования	10989	50,9
Обучаемость	9489	43,9
Работа с документацией	9432	43,7
Исполнительность	8139	37,7
Коммуникабельность	7145	33,1
Ответственность	6701	31,0
Пунктуальность	5477	25,3
Строительство	5050	23,4
Клиентоориентированность	3925	18,2
Ремонт оборудования	3714	17,2
Информационные системы	3686	17,1
Навыки продаж	3545	16,4
Юридическое сопровождение	3361	15,6
Среднее специальное образование	3333	15,4
Организованность	3249	15,0
Деловая переписка	3155	14,6
Организаторские навыки	2847	13,2
Microsoft Office	2800	13,0
Программирование	2684	12,4
Анализ данных/Data Science	2280	10,6
Всего резюме	21608	

Примечание. Источник: составлено авторами по данным ресурса HeadHunter.

Таблица 4

Топ-10 групп агрегированных профессиональных навыков, указанных соискателями в описании резюме, относящихся к сфере «Добыча полезных ископаемых»

Группы навыков	Частота упоминаний, ед.	Доля упоминаний среди всех резюме, %
Навыки технологического контроля и управления производственными процессами	698	27,4
Техническая эксплуатация и обслуживание технологических установок и оборудования	672	26,4
Управление персоналом, командой	642	25,2
Умение работать в коллективе, команде	554	21,7
Ведение документации, работа с технической документацией	495	19,4
Организованность, понимание организационных процессов производства	494	19,4
Исполнительность, ответственность	488	19,1
Навык деловой коммуникации, переписки, общения	467	18,3
Умение работать с технической и проектно-сметной документацией	461	18,0
Продвинутый пользователь	415	16,3
Всего	2549	100

Примечание. Источник: составлено авторами на основании данных ресурса HeadHunter.

Таким образом, работодатели в поиске сотрудников и соискатели в поиске рабочего места в транслировании своего запроса в виде вакансии и резюме делают упор на спрос/предложение сначала универсальных компетенций, общепрофессиональных навыков, а затем

уже специализированных. Даже в вакансиях с четкой отраслевой специализацией упор делается на общие навыки, качества и наличие соответствующего образования, а затем уже на другие компетенции, которые работник может приобрести в том числе

ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И РЫНОК ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

непосредственно на рабочем месте. Например, такую компетенцию, как «работа в команде», можно отнести к «мягким навыкам», однако ее наличие важно работодателям наравне с профессиональным образованием. Можно сделать вывод о востребованности как узкопрофессиональных навыков, так и общепрофессиональных. В большей степени работодатели ищут рабочие кадры, тогда как соискатели рабочих мест в большей степени указывают в резюме высшее образование. Этот факт не указывает на наличие диспропорции на рынке труда, но связан со стратегией поиска работы/работника. Поскольку массив вакансий и резюме сформирован на основе данных кадровой площадки, то здесь также необходимо учитывать то, что цели акторов рынка труда (работодателей и соискателей) не обязательно взаимны и не должны полностью совпадать. Развитие современных технологий позволяет обратиться к новому источнику информации о компетенциях работников и запросах на эти компетенции у работодателей, сформировать общую картину проявления интересов обоих акторов в поиске и подборе персонала.

Выводы

Рынок труда ХМАО-Югры как региона, экономика которого относится к ресурсному типу, характеризуется высоким уровнем участия населения в занятости в качестве рабочей силы, преобладанием среди занятого населения квалифицированных работников. Проведенный анализ соответствия компетенций работников запросам работодателей позволяет сделать вывод о том, что в целом компетенции соответствуют запросам работодателей. Данный вывод справедлив для универсальных и общепрофессиональных компетенций, поскольку отдельные профессиональные компетенции почти не указываются как работодателями, так и соискателями работы.

Спрос и предложение на рынке труда региона ресурсного типа на площадках кадровых порталов показывает, что сначала делается упор на поиск/предложение универсальных компетенций, общепрофессиональных навыков, а затем уже специализированных. При этом отраслевая специфика рынка труда региона ресурсного типа разнообразна: ключевой сектор экономики востребован как у соискателей рабочих мест (спрос на кадры в нем транслируется), так и работодателей. В целом же рынок спроса и предложения рабочей силы представлен различной отраслевой направленностью профессий и общепрофессиональными компетенциями работников.

По результатам проведенного исследования система знаний о рынке труда северных регионов дополняется выявленными качественными характеристиками спроса и предложения трудовых ресурсов:

1) преобладание универсальных и общепрофессиональных компетенций. Как в вакансиях работодателей, так и в резюме соискателей фиксируется высокий удельный вес таких навыков, как обучаемость, умение работать в команде, коммуникабельность, ответственность, знание офисных программ. Это указывает на устойчивую ориентацию участников рынка труда на гибкие, адаптивные навыки вне зависимости от отраслевой принадлежности;

2) ограниченность указания узкопрофессиональных компетенций. Несмотря на ресурсную специфику экономики, работодатели редко детализируют профессиональные навыки, а соискатели акцентируют внимание на уровне образования. Анализ отраслевых вакансий на примере нефтегазодобывающего сектора подтверждает также требования к общепрофессиональным компетенциям;

3) дисбаланс между спросом на рабочие профессии и предложением специалистов с высшим образованием. Рабочие профессии, особенно в добывающем и обслуживающем секторах, востребованы, однако представлены среди соискателей в меньшей степени. Это отражает структурное несоответствие между подготовкой кадров и реальными запросами экономики северных регионов;

4) целевая ориентация работодателей на профессионально подготовленные кадры. Наличие профессионального образования фигурирует как существенное условие в трети всех вакансий, что указывает на значимость формальных квалификационных признаков в процессе подбора персонала.

Перечисленные характеристики способствуют более глубокому пониманию механизмов функционирования северного рынка труда и формируют основу для разработки региональных стратегий управления человеческими ресурсами в условиях ресурсной зависимости.

В качестве направления для развития исследования можно отметить отслеживание изменений структуры компетенций работников и требований работодателей в долгосрочном периоде. Это позволит выявить устойчивые тенденции и циклы дисбаланса, а также уточнить прогнозы для рынка труда регионов с ресурсной экономикой.

Список источников

1. Регионы ресурсного типа в России: определение и классификация / М. В. Курбатова, С. Н. Левин, Е. С. Каган, Д. В. Кислицын // *Terra Economicus*. 2019. Т. 17, № 3. С. 89–106. DOI 10.23683/2073-6606-2019-17-3-89-106.
2. Левин С. Н., Каган Е. С., Саблин К. С. Регионы «ресурсного типа» в современной российской экономике // *Журнал институциональных исследований*. 2015. Т. 7, № 3. С. 92–101. DOI 10.17835/2076-6297.2015.7.3.092-101.
3. Lanska S., Mishchenko S. Theoretical And Methodological Aspects Of Labor Market Development Under The Influence Of Destabilizing Factors // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2020. No. 50–3. P. 38–46.
4. Невечеря А. П. Исследование динамики трудовых ресурсов на основе многоотраслевой математической модели рынка труда // *Экономика и математические методы*. 2016. Т. 52, № 2. С. 129–140.
5. Левин С. Н., Кислицын Д. В., Сурцева А. А. Институциональная организация регионов ресурсного типа в России: общая характеристика и структурные сдвиги в экономике // *Журнал институциональных исследований*. 2019. Т. 11, № 4. С. 61–76. DOI 10.17835/2076-6297.2019.11.4.061-076.
6. Курбатова М. В., Донова И. В. Рынки труда регионов ресурсного типа // *Journal of Economic Regulation*. 2021. Т. 12, № 3. С. 105–120. DOI 10.17835/2078-5429.2021.12.3.105-120.
7. Кондратьева В. И., Тарасова-Сивцева О. М. Воздействие демографических факторов на трудовые ресурсы северных регионов ресурсного типа // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2023. Т. 26, № 2 (80). С. 146–159. DOI 10.37614/2220-802X.2.2023.80.010.
8. Сукнева С. А., Барашкова А. С., Гуляев П. В. Пространственная организация социально-экономических систем северных регионов ресурсного типа / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова; Научно-исследовательский институт региональной экономики Севера. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2021. 139 с.
9. Волгин Н. А., Мосина Л. Л., Широкова Л. Н. Российская Арктика: социально-трудовые и демографические особенности развития // *Социально-трудовые исследования*. 2019. № 1 (34). С. 117–133.
10. Иванова М. В., Белевских Т. В., Зайцев Д. В. Об арктическом рынке труда // *Проблемы развития территории*. 2017. № 1 (87). С. 145–157.
11. Терентьева М. А. Особенности рынка труда на российском Севере: занятость, заработная плата и роль северных надбавок // *Арктика и Север*. 2021. № 45. С. 150–165. DOI 10.37482/issn2221-2698.2021.45.150.
12. Степусь И. С., Гуртов В. А. Вахтовая занятость в экономике Арктической зоны России: динамика, масштабы, профессионально-квалификационные характеристики // *Общество и экономика*. 2023. № 6. С. 90–108. DOI 10.31857/S020736760025036-8.
13. Методика анализа кадрового обеспечения региональной экономики: профессиональный разрез / Е. А. Питухин, С. В. Шабалева, И. С. Степусь, Д. М. Мороз // *Вопросы экономики*. 2017. № 6. С. 142–149. DOI 10.32609/0042-8736-2017-6-142-149.
14. Ефимов И. П., Гуртов В. А., Степусь И. С. Кадровая потребность экономики Российской Арктики: взгляд в будущее // *Вопросы экономики*. 2022. № 8. С. 118–132. DOI 10.32609/0042-8736-2022-8-118-132.
15. In-demand Occupations and Skills, Required for Work in the Arctic Zone of Russia / I. Stepus, A. Simakova, E. Pitukhin, A. Kekkonen, V. Gurtov // *ICERI2018. Proceedings*, 2018. P. 9998–10006.
16. Шульгин О. В., Данилова С. В., Кутышкин А. В. Оценка рынка труда и занятости населения Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // *Естественно-гуманитарные исследования*. 2024. № 3 (53). С. 400–405.
17. Анализ рынка труда Ханты-Мансийского автономного округа-Югры / К. Ю. Желонкина, Ю. В. Панова, П. О. Черникова, М. Л. Слободян // *Актуальные вопросы современной экономики*. 2021. № 12. С. 1391–1399.
18. Родь Ю. С. Эволюция структуры занятости и ее следствие для Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // *Вестник Югорского государственного университета*. 2016. № 4 (43). С. 56–62.
19. Паненко А. И. Анализ тенденций занятости и безработицы населения монопрофильных территорий Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // *Экономика труда*. 2019. Т. 6, № 1. С. 253–270. DOI 10.18334/et.6.1.39722.
20. Речапова А. Т. Социальные и экономические проблемы занятости молодежи в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре // *Актуальные вопросы современной экономики*. 2021. № 4. С. 500–510. DOI 10.34755/IROK.2021.45.83.100.
21. Otmakhova Yu. S., Devyatkin D. A., Tikhomirov I. A. Methods for Evaluation of the Region's Needs for Human Resources based on Statistics and Patent Landscapes // *Economy of Regions*. 2022. Vol. 18, No. 2. P. 569–580. DOI 10.17059/ekon.reg.2022-2-19.
22. Kapeliushnikov R. I. The Russian Labor Market: Long-term Trends and Short-term Fluctuations // *Russian Journal of Economics*. 2023. Vol. 9, No. 3. P. 245–270. DOI 10.32609/j.ruje.9.113503.
23. Kravtsevich S. V. Research and Analysis of Imperfect Competition in the Russian Labor Market and its Projected Development // *Economic Consultant*. 2020. No. 4 (32). P. 5–15. DOI 10.46224/ecoc.2020.4.2.
24. Kart E., Adas E. B. New Technologies and Labor Market: A Look into the Future of Jobs and Employment // *Sociology of Science and Technology*. 2023. Vol. 14, No. 2. P. 194–208. DOI 10.24412/2079-0910-2023-2-194-208.
25. Ternikov A. A., Aleksandrova E. A. Demand for Skills on the Labor Market in the IT Sector // *Business Informatics*. 2020. Vol. 14, No. 2. P. 64–83. DOI 10.17323/2587-814X.2020.2.64.83.

26. Dzhunkeev U. Forecasting Unemployment in Russia Using Machine Learning Methods // *Russian Journal of Money and Finance*. 2022. Vol. 81, No. 1. P. 73–87. DOI 10.31477/rjmf.202201.73.
27. Морозова Ю. А. Интеллектуальный анализ данных о вакансиях для выявления актуальных потребностей рынка труда // *Информатика и образование*. 2022. Т. 37, № 5. С. 26–37. DOI 10.32517/0234-0453-2022-37-5-26-37.
28. Казарян И. Р., Казанцева Н. А. Несоответствие формируемых компетенций выпускников вузов требованиям работодателя как фактор роста неформальной занятости // *Теневая экономика*. 2023. Т. 7, № 2. С. 187–196. DOI 10.18334/tek.7.2.117595.
29. Маркетинг персонала: обеспечение баланса между требованиями работодателя и потребностями работников / Л. Т. Тлехурай-Берзегова, Е. А. Бюллер, З. А. Водождокова, С. К. Чиназирова // *The Scientific Heritage*. 2020. № 54–6 (54). С. 40–44.
30. Smachylo V., Khalina V., Shychenko A. Analysis of Labor Market Needs and Employers Requirements for Future Economic Specialists // *Sciences of Europe*. 2021. No. 64–3 (64). P. 52–66. DOI 10.24412/3162-2364-2021-64-3-52-66.
31. Некрасова Л. В. Роль опросов работодателей в прогнозировании кадровых потребностей и устранении диспропорций на региональном рынке труда // *Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы*. 2015. № 2 (5). С. 59–62.
32. Волгин А. Д., Гимпельсон В. Е. Спрос на навыки: анализ на основе онлайн данных о вакансиях // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 2022. Т. 26, № 3. С. 343–374. DOI 10.17323/1813-8691-2022-26-3-343-374.

References

1. Kurbatova M. V., Levin S. N., Kagan E. S., Kislitsyn D. V. Regiony resursnogo tipa v Rossii: opredelenie i klassifikatsiya [Resource-type regions in Russia: Definition and classification]. *Terra Economicus* [Terra Economicus], 2019, Vol. 17, No. 3, pp. 89–106. DOI: 10.23683/2073-6606-2019-17-3-89-106. (In Russ.).
2. Levin S. N., Kagan E. S., Sablin K. S. Regiony “resursnogo tipa” v sovremennoi rossiiskoi ekonomike [“Resource-type” regions in the modern Russian economy]. *Zhurnal institutsional'nykh issledovaniy* [Journal of Institutional Studies], 2015, Vol. 7, No. 3, pp. 92–101. DOI: 10.17835/2076-6297.2015.7.3.092-101. (In Russ.).
3. Lanska S., Mishchenko S. Theoretical and methodological aspects of labor market development under the influence of destabilizing factors. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 2020, No. 50–3, pp. 38–46.
4. Nevecherya A. P. Issledovanie dinamiki trudovykh resursov na osnove mnogootraslevoi matematicheskoi modeli rynka truda [Analysis of labor force dynamics in intersectoral mathematical model of the labor market]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2016, Vol. 52, No. 2, pp. 129–140. (In Russ.).
5. Levin S. N., Kislitsyn D. V., Surtseva A. A. Institutsional'naya organizatsiya regionov resursnogo tipa v Rossii: obshchaya kharakteristika i strukturnye sdvigi v ekonomike [Institutional organization of resource-type regions in Russia: General description and structural shift in the economy]. *Zhurnal institutsional'nykh issledovaniy* [Journal of Institutional Studies], 2019, Vol. 11, No. 4, pp. 61–76. DOI: 10.17835/2076-6297.2019.11.4.061-076. (In Russ.).
6. Kurbatova M. V., Donova I. V. Rynki truda regionov resursnogo tipa [Labor markets in resource-type regions]. *Journal of Economic Regulation* [Journal of Economic Regulation], 2021, Vol. 12, No. 3, pp. 105–120. DOI: 10.17835/2078-5429.2021.12.3.105-120. (In Russ.).
7. Kondratieva V. I., Tarasova-Siveva O. M. Vozdeistvie demograficheskikh faktorov na trudovye resursy severnykh regionov resursnogo tipa [The effect of demographic factors on the workforce in Northern resource-based regions]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2023, No. 2, pp. 146–159. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2023.80.010. (In Russ.).
8. Sukneva S. A., Barashkova A. S., Gulyaev P. V. *Prostranstvennaya organizatsiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem severnykh regionov resursnogo tipa* [Spatial organization of socio-economic systems in Northern resource-based regions]. Yakutsk, SVFU, 2021, 139 p. (In Russ.).
9. Volgin N. A., Mosina L. L., Shirokova L. N. Rossiiskaya Arktika: sotsial'no-trudovye i demograficheskie osobennosti razvitiya [Russian Arctic: social and labor and demographic features of the development]. *Sotsial'no-trudovye issledovaniya* [Social and Labor Research], 2019, No. 1 (34), pp. 117–133. (In Russ.).
10. Ivanova M. V., Belevskikh T. V., Zaitsev D. V. Ob arkticheskom rynke truda [About the Arctic labor market]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of Territory's Development], 2017, No. 1 (87), pp. 145–157. (In Russ.).
11. Terentyeva M. A. Osobennosti rynka truda na rossiiskom Severe: zanyatost', zarabotnaya plata i rol' severnykh nadbavok [Labor market features in the Russian North: Employment, wages and the role of northern allowances]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2021, No. 45, pp. 150–165. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.45.150. (In Russ.).
12. Stepus I. S., Gurtov V. A. Vakhtovaya zanyatost' v ekonomike Arkticheskoi zony Rossii: dinamika, masshtaby, professional'no-kvalifikatsionnye kharakteristiki [Shift employment in the economy of the Arctic zone of the Russian Federation: Dynamics, scale, and occupational qualification of workers by categories]. *Obshchestvo i ekonomika* [Society and Economics], 2023, No. 6, pp. 90–108. DOI: 10.31857/S020736760025036-8. (In Russ.).

13. Pitukhin E. A., Shabaeva S. V., Stepus I. S., Moroz D. M. Metodika analiza kadrovogo obespecheniya regional'noi ekonomiki: professional'nyi razrez [Analysis method of recruitment needs for the regional economy: Occupational section]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], 2017, No. 6, pp. 142–149. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-6-142-149. (In Russ.).
14. Efimov I. P., Gurtov V. A., Stepus I. S. Kadrovaya potrebnost' ekonomiki Rossiiskoi Arktiki: vzglyad v budushchee [Recruitment needs of the Russian Arctic economy: Future outlook]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], 2022, No. 8, pp. 118–132. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-8-118-132. (In Russ.).
15. Stepus I., Simakova A., Pitukhin E., Kekkonen A., Gurtov V. In-demand occupations and skills, required for work in the Arctic Zone of Russia. *ICERI2018. Proceedings*, 2018, pp. 9998–10006.
16. Shulgin O. V., Danilova S. V., Kutyshekin A. V. Otsenka rynka truda i zanyatosti naseleniya Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga — Yugry [Assessment of the labor market and employment of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug—Yugra]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-Humanitarian Studies], 2024, No. 3 (53), pp. 400–405. (In Russ.).
17. Zhelonkina K. Yu., Panova Yu. V., Chernikova P. O., Slobodyan M. L. Analiz rynka truda Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga-Yugry [Analysis of the labor market in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug—Yugra]. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki* [Topical Issues of Modern Economy], 2021, No. 12, pp. 1391–1399. (In Russ.).
18. Rod' Yu. S. Evolyutsiya struktury zanyatosti i ee sledstvie dlya Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga — Yugry [Evolution of the employment structure and its consequences for the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug—Yugra]. *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Ugra State University], 2016, No. 4 (43), pp. 56–62. (In Russ.).
19. Panenko A. I. Analiz tendentsii zanyatosti i bezrobotitsy naseleniya monoprofil'nykh territorii Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga — Yugry [Analysis of trends in employment and unemployment of population of monoprofile territories of Khanty-Mansi Autonomous District—Yugra]. *Ekonomika truda* [Russian Journal of Labour Economics], 2019, Vol. 6, No. 1, pp. 253–270. DOI: 10.18334/et.6.1.39722. (In Russ.).
20. Rechapova A. T. Sotsial'nye i ekonomicheskie problemy zanyatosti molodezhi v Khanty-Mansiiskom avtonomnom okruge — Yugre [Social and economic problems of youth employment in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug—Yugra]. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki* [Topical Issues of Modern Economy], 2021, No. 4, pp. 500–510. DOI: 10.34755/IROK.2021.45.83.100. (In Russ.).
21. Otmakhova Yu. S., Devyatkin D. A., Tikhomirov I. A. Methods for evaluation of the region's needs for human resources based on statistics and patent landscapes. *Economy of Regions*, 2022, Vol. 18, No. 2, pp. 569–580. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-2-19.
22. Kapeliushnikov R. I. The Russian labor market: Long-term trends and short-term fluctuations. *Russian Journal of Economics*, 2023, Vol. 9, No. 3, pp. 245–270. DOI: 10.32609/j.ruje.9.113503.
23. Kravtsevich S. V. Research and analysis of imperfect competition in the Russian labor market and its projected development. *Economic Consultant*, 2020, No. 4 (32), pp. 5–15. DOI: 10.46224/ecoc.2020.4.2.
24. Kart E., Adas E. B. New technologies and labor market: A look into the future of jobs and employment. *Sociology of Science and Technology*, 2023, Vol. 14, No. 2, pp. 194–208. DOI: 10.24412/2079-0910-2023-2-194-208.
25. Ternikov A. A., Aleksandrova E. A. Demand for skills on the labor market in the IT sector. *Business Informatics*, 2020, Vol. 14, No. 2, pp. 64–83. DOI: 10.17323/2587-814X.2020.2.64.83.
26. Dzhunkeev U. Forecasting unemployment in Russia using machine learning methods. *Russian Journal of Money and Finance*, 2022, Vol. 81, No. 1, pp. 73–87. DOI: 10.31477/rjmf.202201.73.
27. Morozova Yu. A. Intellektual'nyi analiz dannykh o vakansiyakh dlya vyyavleniya aktual'nykh potrebnostei rynka truda [Data mining of vacancy data to identify the current labor market needs]. *Informatika i obrazovanie* [Informatics and Education], 2022, Vol. 37, No. 5, pp. 26–37. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-5-26-37. (In Russ.).
28. Kazaryan I. R., Kazantseva N. A. Nesootvetstvie formiruemykh kompetentsii vypusknikov vuzov trebovaniyam rabotodatela kak faktor rosta neformal'noi zanyatosti [The mismatch between the university graduate competences and the employer requirements as a factor of the informal employment growth]. *Tenevaya ekonomika* [Shadow Economy], 2023, Vol. 7, No. 2, pp. 187–196. DOI: 10.18334/tek.7.2.117595. (In Russ.).
29. Tlekhuray-Berzegova L. T., Buller E. A., Vodozhdokova Z. A., Chinazirova S. K. Marketing personala: obespechenie balansa mezhdru trebovaniyami rabotodatela i potrebnostyami rabotnikov [Personnel marketing: Ensuring a balance between the requirements of the employer and the needs of employees]. *The Scientific Heritage* [The Scientific Heritage], 2020, No. 54–6 (54), pp. 40–44. (In Russ.).
30. Smachylo V., Khalina V., Shychenko A. Analysis of labor market needs and employers requirements for future economic specialists. *Sciences of Europe*, 2021, No. 64–3 (64), pp. 52–66. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-64-3-52-66.
31. Nekrasova L. V. Rol' oprosov rabotodatelei v prognozirovanii kadrovnykh potrebnostei i ustranении disproportsii na regional'nom rynke truda [The role of employer surveys in forecasting personnel needs and eliminating imbalances in the regional labor market]. *Rossiiskaya nauka i obrazovanie segodnya: problemy i perspektivy* [Russian Science and Education Today: Problems and Prospects], 2015, No. 2 (5), pp. 59–62. (In Russ.).

32. Volgin A. D., Gimpelson V. E. Spros na navyki: analiz na osnove onlain dannyykh o vakansiyakh [Demand for skills: Analysis using online vacancy data]. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki* [HSE Economic Journal], 2022, Vol. 26, No. 3, pp. 343–374. DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-3-343-374. (In Russ.).

Об авторах:

А. В. Прокопьев — канд. экон. наук, доц. кафедры экономики, учета и финансов;
Н. В. Пучкова — канд. экон. наук, доц., заведующий кафедрой экономики, учета и финансов;
Н. В. Тимофеева — канд. экон. наук, доц. кафедры экономики, учета и финансов;
А. В. Симакова — канд. социол. наук, старший научный сотрудник Центра бюджетного мониторинга;
А. О. Аверьянов — ведущий аналитик-программист, Центр бюджетного мониторинга.

About the authors:

A. V. Prokopev — PhD (Economics), Associate Professor in the Department of Economics, Accounting and Finance;
N. V. Puchkova — PhD (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Economics, Accounting and Finance;
N. V. Timofeeva — PhD (Economics), Associate Professor in the Department of Economics, Accounting and Finance;
A. V. Simakova — PhD (Sociology), Senior Researcher, Budget Monitoring Center;
A. O. Averianov — Lead Software Analyst, Budget Monitoring Center.

Статья поступила в редакцию 26 марта 2025 года.

Статья принята к публикации 23 августа 2025 года.

The article was submitted on March 26, 2025.

Accepted for publication on August 23, 2025.

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 332.12

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.005

ВАЛОВОЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ КАК ИНДИКАТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Галина Владимировна Кобылинская

Институт экономических проблем имени Г. П. Лузина Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия, gkobilinskaya@ksc.ru, ORCID 0000-0002-5627-5391

Аннотация. Усиление интереса к вопросам обеспечения экономической безопасности обусловлено нарастанием в современных условиях различного рода угроз и вызовов. В данном направлении исследований особое место отводится вопросам оценки экономической безопасности. Целью настоящего исследования является обоснование подхода к оценке уровня воздействия структурных сдвигов валового регионального продукта (ВРП) на экономическую безопасность регионов Российской Арктики. В качестве критериальной базы для выявления тенденций, происходящих в процессах формирования валового продукта, принимаются: масштаб региона, устойчивость экономического развития, структурные изменения по видам экономической деятельности. В результате исследования выявлены: тенденция усиления концентрации производства валового продукта в крупных регионах Арктической зоны РФ (в их числе Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край, Республика Саха); ускоренные темпы наращивания промышленного производства по всему кругу исследуемых регионов (преимущественно за счет увеличения значимости добычи полезных ископаемых) и, как следствие, усиление значимости Арктической зоны РФ (АЗРФ) в секторе российской добычи. На базе оценки структурных сдвигов установлена связь между уровнем их значимости и стабильностью (нестабильностью) экономического роста: максимальный уровень сдвига в большинстве случаев имеет место в кризисные периоды. Сложившаяся ситуация в условиях нарастания санкционного давления способствует повышению рисков экономического развития Российской Арктики, особенно это касается регионов с высоким уровнем зависимости формирования валового регионального продукта от топливно-энергетического комплекса. Выявленные тенденции определяют необходимость учета особого положения АЗРФ, обусловленного исторически сложившимся стратегически важным функционалом данной территории в развитии Российской Федерации.

Ключевые слова: валовой региональный продукт, регионы Арктической зоны Российской Федерации, виды экономической деятельности, экономическая безопасность, критические точки, структурный сдвиг

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания по теме научно-исследовательской работы «Стратегические подходы к управлению финансово-инвестиционным потенциалом для обеспечения финансовой безопасности устойчивого развития арктических регионов РФ в условиях новой геополитической реальности» (123012500049-5).

Для цитирования: Кобылинская Г. В. Валовой региональный продукт как индикатор экономической безопасности в регионах Арктической зоны Российской Федерации // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 74–90. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.005.

FISCAL POLICY AND ECONOMIC SECURITY IN THE RUSSIAN ARCTIC

Original article

GROSS REGIONAL PRODUCT AS AN INDICATOR OF ECONOMIC SECURITY IN THE RUSSIAN ARCTIC

Galina V. Kobylnskaya

Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia, gkobilinskaya@ksc.ru, ORCID 0000-0002-5627-5391

Abstract. The growing interest in economic security reflects the rising number of threats and challenges facing the modern world. Within this field, particular attention is devoted to methods for assessing economic security. This study aims to develop an approach for evaluating how structural changes in gross regional product (GRP) affect the economic security of Russia's Arctic regions. To identify trends in the GRP structure, the analysis considers regional size, the sustainability of economic development, and structural shifts across economic activities. The results reveal several trends: an increasing GRP

concentration in the major regions of the Russian Arctic (including the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Krasnoyarsk Krai, and the Republic of Sakha), accelerated industrial growth across all regions studied, which is driven primarily by the expanding role of the mining sector, and, consequently, a growing significance of the Russian Arctic in the national mining industry. An assessment of structural shifts demonstrates a link between their magnitude and the stability (or instability) of economic growth: the most pronounced shifts tend to occur during periods of crisis. Under current conditions of escalating sanctions pressure, the risks to the economic development of the Russian Arctic are increasing, especially in regions where GRP is heavily dependent on the energy sector. These trends highlight the need to account for the special status of the Russian Arctic, whose strategic importance has been historically central to the country's development.

Keywords: gross regional product, Russian Arctic, economic activities, economic security, critical points, structural shift

Acknowledgments: This research was conducted within the framework of the state-funded research project titled "Strategic Approaches to Managing Financial and Investment Potential to Ensure the Financial Security of Sustainable Development in Russia's Arctic Regions in the New Geopolitical Reality" (123012500049-5).

For citation: Kobylinskaya G. V. Gross regional product as an indicator of economic security in the Russian Arctic. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 74–90. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.005.

Введение

Второе десятилетие XXI в. ознаменовало начало новой геополитической реальности для всего мира. Следствиями эпидемии коронавируса COVID-19, введения и дальнейшего усиления санкций стали разрушение множества логистических цепочек и фактический переход мировой экономики к постглобализму. Перед каждой из ведущих стран встала задача формирования более самостоятельной экономической системы с минимальной зависимостью от иностранных государств, расширением и укреплением сфер влияния для сохранения доступа к источникам и потокам различных ресурсов и по возможности контроля над ними [1–5]. Сложившаяся ситуация привела к обострению ряда конфликтов, которые в отдельных случаях переросли в открытые военные столкновения. В этих условиях вопросы, связанные с обеспечением национальной безопасности, вышли на передний план и стали выполнять ключевую роль для всех стран мира. Особое значение в системе национальной безопасности приобретает экономическая безопасность в силу того, что угрозы, критерии их оценки и ориентиры обеспечения национальной безопасности в современной практике носят экономический характер.

В научной литературе масштабно представлены исследования теоретических и прикладных аспектов экономической безопасности. Разработке индикаторов экономической безопасности страны уже в 1990-х гг. были посвящены труды В. К. Сенчагова, А. Н. Илларионова, С. Ю. Глазьева, Л. И. Абалкина [6–9]. В дальнейшем данное направление не теряло своей актуальности [10–12]. Не оставалась без внимания проблематика оценки экономической безопасности и на региональном уровне [13–18]. Процесс исследования работ по этой тематике

позволил выявить общность подходов авторов к оценке экономической безопасности, связанную с включением в методики такого ключевого показателя, агрегирующего в себе результативность всей социально-экономической системы, как валовой внутренний продукт (региональный продукт — при адаптации методик к региональному уровню). Направленность использования названного показателя достаточно широка: абсолютный, темповый, душевой, базовый по отношению к другим исследуемым показателям (удельный вес конкретного показателя к валовому продукту). В то же время виды экономической деятельности в оценках безопасности представлены фрагментарно. В экономическом блоке показателей рассматриваются преимущественно индексы промышленного производства с выделением добычи, обработки, отраслей агропромышленного комплекса¹ и др. [7; 12; 16]. В социальном блоке оценки безопасности учитываются затраты на образование, здравоохранение, культуру [12]. Достаточно часто в методиках исследуются расходы на науку и научное обслуживание, инновационная составляющая [7; 12; 16; 17]. Структурный анализ валового продукта в методиках оценки безопасности представлен в ограниченном виде.

Существует множество подходов к исследованию структурных изменений в экономике, играющих важнейшую роль в обеспечении экономического роста и определяющих устойчивость экономических систем к внешним вызовам, которые можно выделить в отдельное направление [18–23]. Вместе с тем для российских регионов, на формирование которых теория размещения производительных сил оказала существенное влияние (в условиях централизованной модели управления это было вполне оправдано с точки зрения эффективности формирования экономики

¹ Указ Президента РФ от 13.05.2017 № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года».

отдельно взятой страны с действующими ограничительными барьерами взаимодействия с внешним миром), структурные особенности экономики фактически являются определяющими при формировании специализации региона и отражают его специфику. В период рыночной перестройки именно тесная взаимосвязь регионов в экономическом взаимодействии с учетом специализации обусловила резкое расслоение уровней их развития, что стало следствием существенных различий в их способности адаптироваться к меняющимся условиям. На современном этапе усиления санкционного давления потребность в разработке дополнительных индикаторов оценки экономической безопасности, учитывающих региональную специфику (и, прежде всего, это касается структуры региональной экономики), возрастает. Ключевая идея настоящей работы состоит в исследовании структурных сдвигов валового регионального продукта по видам экономической деятельности с оценкой их влияния на экономическую безопасность региона, что и определяет ее актуальность.

Объектом исследования выступают регионы АЗРФ: четыре из них входят в нее полностью (Мурманская область, Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский автономные округа) и пять регионов

включены частично (республики Карелия, Коми, Саха (Якутия), Архангельская область, Красноярский край).

Материалы и методы

В экономической литературе существует множество подходов, позволяющих количественно измерить любые структурные сдвиги. Среди них наиболее распространенными являются индексные методы: индекс относительной концентрации, индекс Херфиндаля — Хиршмана, индекс структурных сдвигов А. Салаи, индекс В. М. Рябцева, интегральный коэффициент структурных различий К. Гатева и т. д. [24]. Каждый из названных показателей имеет свои преимущества и недостатки. Индекс относительной концентрации не имеет четко определенных пределов, что усложняет его интерпретацию. Индекс Херфиндаля — Хиршмана активно применяется для оценки концентрации производства (отрасли), однако он неприменим к структурам с различным количеством элементов. Индексы сдвигов А. Салаи, В. М. Рябцева и К. Гатева имеют сходства в расчетах, однако достоинством индекса Рябцева является наличие шкалы (табл. 1), позволяющей оценить существенность меры отличий.

Таблица 1

Оценка различий структур по индексу Рябцева

Интервалы значения	Мера структурных различий
0,000–0,03	Тождественность структур
0,031–0,07	Весьма низкий уровень различий
0,071–0,15	Низкий уровень различий
0,151–0,3	Существенный уровень различий
0,301–0,5	Значительный уровень различий
0,501–0,7	Весьма значительный уровень различий
0,701–0,9	Противоположный тип структур
>0,9	Полная противоположность структур

Примечание. Выделенные цвета будут использоваться при применении метода.

В формализованном виде индекс Рябцева имеет следующее выражение:

$$I_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (d_i - d_{i-1})^2}{\sum_{i=0}^n (d_i + d_{i-1})^2}}$$

где I_r — индекс Рябцева; d_i — удельный вес i -го признака в совокупности.

Методологическая основа базируется на использовании трудов российских и зарубежных ученых в области исследования пространственного и регионального развития, экономической безопасности, структурных изменений экономики.

На базе статистических методов проведена оценка стабильности (изменчивости) структуры ВРП.

Метод группировки позволил разделить исследуемые регионы на группы с использованием таких критериев, как масштаб региона и устойчивость экономического роста, с целью выявления специфики их реакции на внешние воздействия.

В работе также использованы методы сравнения, обобщения, динамический и корреляционный анализ.

Информационной базой исследования служили материалы статистических источников Федеральной службы государственной статистики, что свидетельствует о достоверности фактологических данных.

Результаты и обсуждение

Критерии группировки регионов АЗРФ для выявления особенностей формирования ВРП

На протяжении всего периода (2000–2023 гг.) удельный вес арктических регионов в общей структуре консолидированного валового регионального продукта Российской Федерации колебался около 10-процентной отметки плюс-минус 2 %. Однако за исследуемый период произошли изменения относительно позиций отдельных регионов.

Арктические регионы значительно отличаются как по масштабам деятельности, так и по устойчивости положения в динамике, поэтому целесообразно их разделение с учетом указанных характеристик:

— в качестве критерия, учитывающего масштаб, принят удельный вес региона в консолидированном валовом продукте АЗРФ с заданными значениями: крупные регионы — регионы, доля валового продукта которых составляет 10 % и более в структуре консолидированного ВРП регионов АЗРФ; средние — от 5 до 10 %; малые — менее 5 %;

— устойчивость положения региона задается динамическими изменениями темпов роста ВРП (индекс физического объема), в частности, учитывается количество периодов «провалов» (падение темпов).

Заметим, что данный критерий необходимо рассматривать с учетом тенденций, наблюдаемых в целом по стране. Для Российской Федерации периоды провалов четко совпадают с периодами кризисов: 2009 г. (92,4 %) — мировой финансовый кризис, спровоцированный ипотечным кризисом в США и падением цен на нефть; 2015 г. (99,4 %) — валютный кризис, вызванный стремительным снижением мировых цен на нефть и введением экономических санкций; 2020 г. (99,2 %) — эпидемия коронавируса, падение цен на нефть. Исключение составляет 2022 г. (100,3 %) — начало специальной военной операции, усиление экономических санкций, который, тем не менее, характеризуется резким понижательным трендом по отношению к 2021 г. (107,3 %). С учетом выше приведенных тенденций группировка регионов по критерию стабильности предполагает исключение кризисных периодов по причине массовой реакции регионов на происходящие события. Таким образом, распределение регионов по группам будет выглядеть следующим образом: 1-я группа — не более одного периода падения темпов роста (исключая кризисные); 2-я группа — до 3 периодов; 3-я группа — более 3 периодов. Результаты группировки можно представить в виде матрицы (табл. 2).

Таблица 2

Группировка регионов АЗРФ с учетом индексов физического объема ВРП за период 2000–2023 гг.

		МАСШТАБ		
		1-я группа — крупные	2-я группа — средние	3-я группа — малые
УСТОЙЧИВОСТЬ	1-я группа	ЯНАО (2009, 2015, 2020, 2023), Красноярский край (2009, 2015, 2020, 2021), Республика Саха (2009, 2020)	Архангельская область (2016, 2020, 2022)	Республика Карелия (2008, 2009, 2022)
	2-я группа			
	3-я группа		Республика Коми (2002, 2007, 2009, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2020, 2022, 2023), Мурманская область (2008, 2009, 2010, 2011, 2022, 2023)	Чукотский АО (2003, 2004, 2010, 2011, 2012, 2016, 2022), Ненецкий АО (2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2017, 2018, 2019, 2020, 2023)

Примечание. Составлено на основе расчетов автора и информации Росстата. Периоды кризисов выделены жирным шрифтом.

Ориентируясь на первый критерий, можно отметить усиление концентрации производства консолидированного валового продукта АЗРФ в группе крупных регионов (Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край, Республика Саха), которая достигла максимального значения в 2023 г. (рис. 1).

Обозначенный рост обусловлен преимущественно снижением удельного веса валового продукта по группе

«Средние регионы». К ним отнесены Республика Коми, Архангельская область (без НАО), Мурманская область. В группу «Малые регионы» включаются Чукотский АО, Республика Карелия и Ненецкий АО. Их положение на протяжении исследуемого периода колебалось в промежутке 7,5–10 %.

Комментируя группировку, проведенную по второму признаку, необходимо указать на разнородность

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

регионов, попадающих в одну группу, по масштабу региона. Так, в группу с наиболее устойчивыми позициями по экономическому росту попадают как

крупные регионы (Ямало-Ненецкий АО, Красноярский край, Республика Саха), так и малые регионы (Республика Карелия).

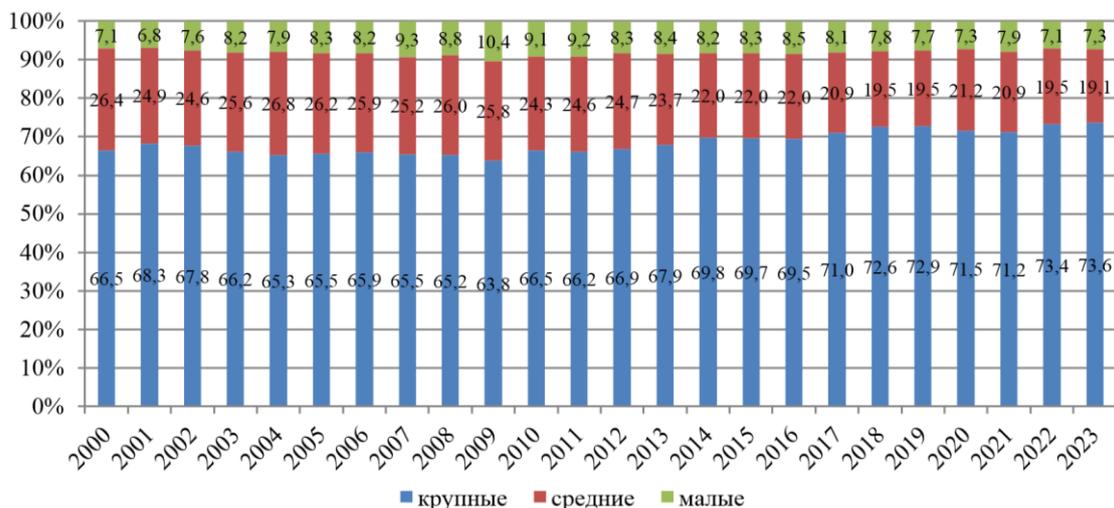


Рис. 1. Характеристика уровня концентрации валового продукта в разрезе регионов АЗРФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Ориентируясь на усредненные данные можно говорить о том, что максимальными значениями индекса физического роста ВРП (среднеарифметическое значение за период 2000–2023 г.) характеризуются Ненецкий и Чукотский автономные округа (группа малых регионов) с максимальным размахом колебаний показателя внутри исследуемого периода. Наименьшее значение — у Мурманской области с минимальным размахом колебаний (рис. 2).

Для выявления причин сложившейся ситуации необходимо исследование тенденций в развитии отдельных регионов АЗРФ.

В группе крупных регионов Красноярский край, являющийся фаворитом по производству ВРП в течение первой половины исследуемого периода, уступает первое место Ямало-Ненецкому АО, чему способствует реализация масштабных проектов, связанных с добычей, сжижением и поставками газа («Ямал СПГ»). Незначительно улучшается позиция Республики Саха: максимального значения показатель достиг в 2023 г. (рис. 3).

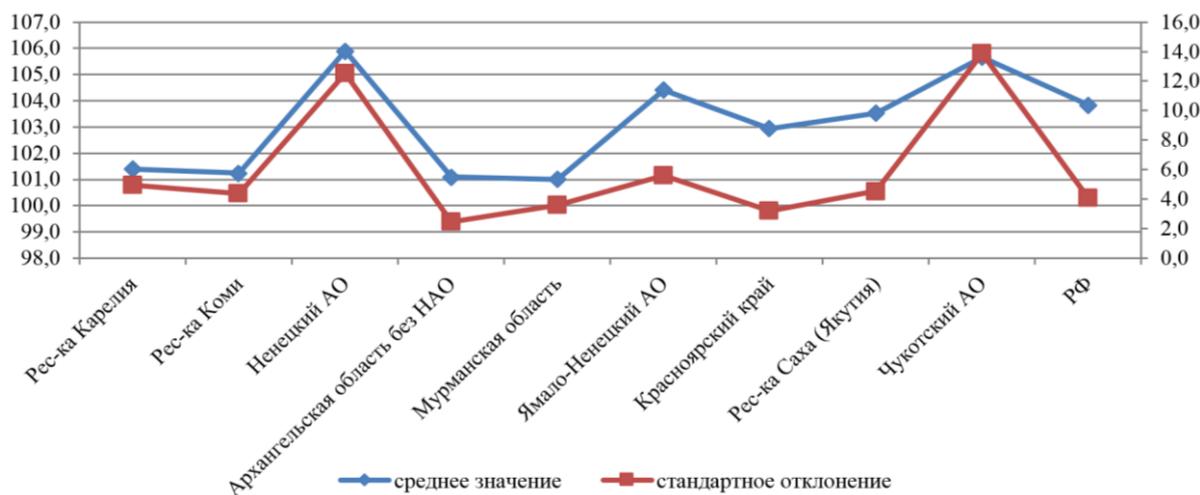


Рис. 2. Оценка индекса физического объема валового регионального продукта с позиций колебаний и стабильности роста за период 2000–2023 гг. (расчет автора на основе информации Росстата)

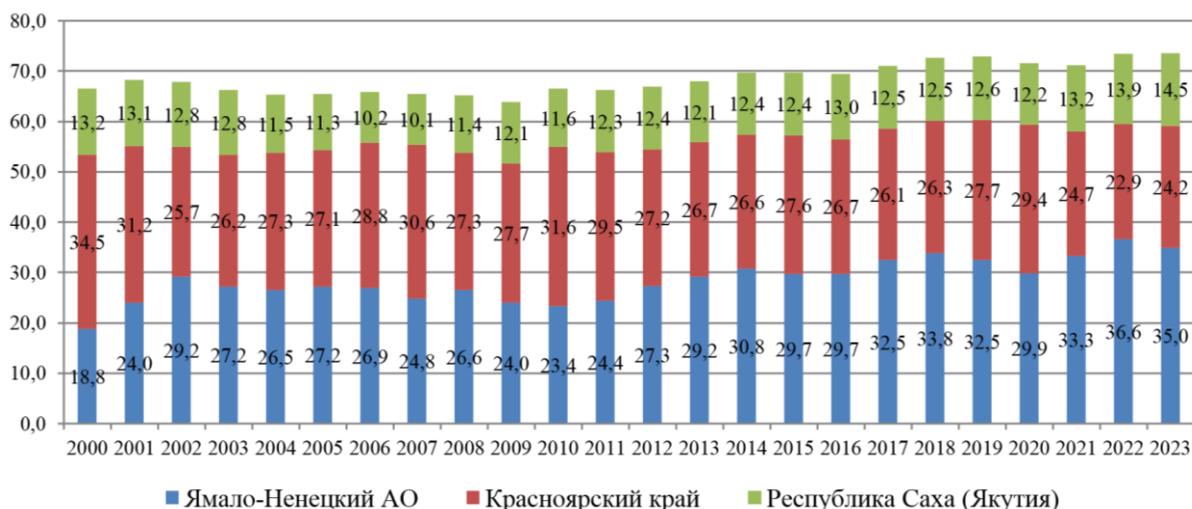


Рис. 3. Удельный вес ВРП первой группы в структуре валового продукта регионов АЗРФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Вторая группа характеризуется понижательными трендами по всем регионам, входящим в ее состав (рис. 4). Республика Коми с колебательной динамикой объемов производства ВРП попадает то в первую, то во вторую группы, при этом с 2012 г.

понижательный тренд стабилизируется, и к концу исследуемого периода регион достигает практически своего минимального значения (2009 г. — 11,2 % (max), 2020 г. — 6,6 % (min), 2022 г. — 6,7 %).



Рис. 4. Удельный вес ВРП второй группы в структуре валового продукта регионов АЗРФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Мурманская область, снижая свою значимость вплоть до 2014 г., принимает колебательный характер в последующие периоды (min — 2018 г.), приближается к максимальному значению в 2020 г. и имеет понижательный тренд к концу периода. Худшие показатели имеет Архангельская область: ее значимость в производстве совокупного ВРП регионов АЗРФ снижается с 7,7 % в 2004 г. (максимальный показатель за исследуемый период — max) до 4,8 % в 2022 г. (min).

Третья группа с разнонаправленными динамическими колебаниями в совокупности по

удельному весу в структуре ВРП АЗРФ за весь период исследования не превышает 10 %. При этом наблюдается устойчивая тенденция снижения значимости в производстве консолидированного валового продукта Арктической зоны Республики Карелия (рис. 5).

Причины сложившегося положения необходимо искать в происходящих структурных изменениях валового регионального продукта в разрезе видов экономической деятельности.

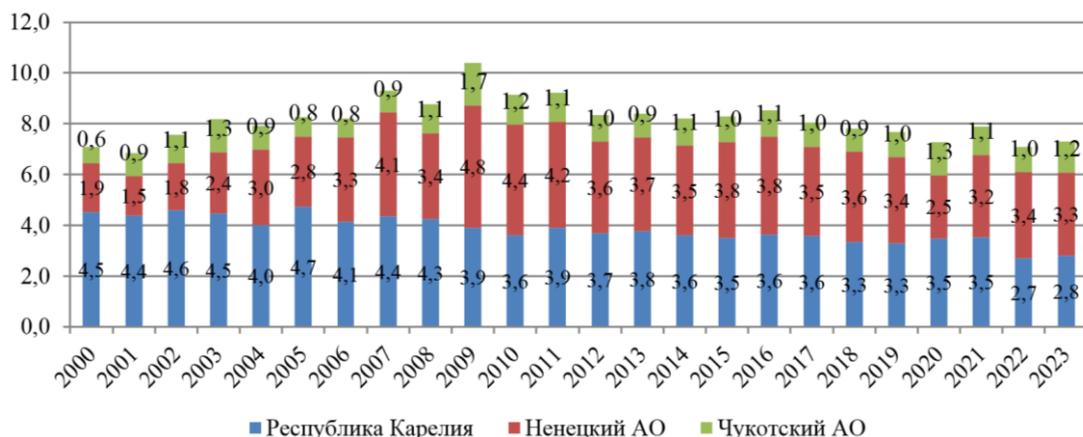


Рис. 5. Удельный вес ВРП третьей группы в структуре валового продукта регионов АЗРФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Структурные изменения в производстве ВРП в регионах АЗРФ

Приступая к анализу производства валового продукта в разрезе видов экономической деятельности (ВЭД), сформулируем некоторые допущения:

1) ВЭД объединены в укрупненные группы: промышленность, сельское хозяйство, строительство, услуги (транспорт и торговля), другие виды деятельности. Это позволяет упростить восприятие происходящих изменений;

2) в качестве критерия оценки принимается структурный сдвиг (метод — индекс Рябцева). Структурный сдвиг определяется за весь исследуемый период. Дополнительные периоды для оценки структурных сдвигов определяются по следующим правилам: за начальный период принимаются критические точки (2009, 2015, 2020, 2022 — кризисные годы) и последующие за кризисами годы (2010, 2016, 2021); в качестве периода для сравнения используются три конечных периода, так как они имеют разное значение для экономики: 2021 г. — восстановительный; 2022, 2023 гг. — кризисные (период нарастания санкционного давления). Из всех рассчитанных значений выбирается максимальное.

Проанализируем изменение структуры валового продукта в определенных интервалах. В Ямало-Ненецком АО максимальный структурный сдвиг (существенный уровень отличий — СУО) характерен для периода 2009–2022 гг. (табл. 3).

Крайние точки периода соответствуют min (2009 г. — 24 %) и max (2022 г. — 36,8 %) удельного веса ЯНАО в консолидированном валовом продукте АЗРФ за исследуемый период. Обращаясь к структуре ВРП региона, можно отметить существенный рост

промышленности за выделенный период: 2009 г. — 52,2 % в структуре ВРП, 2022 г. — 80,9 % (рис. 6). С ростом промышленности возрастают риски неустойчивости экономического развития, связанные с конъюнктурой мировых цен на энергоносители. Их проявление подтверждается провалами в темпах роста во все выделенные кризисные годы (2009; 2015; 2020; резкое снижение в 2022 г. и провал в 2023 г.)

Красноярский край отличается относительной стабильностью структуры валового продукта (низкий уровень отличий — НУО). Максимальный сдвиг по ВРП в регионе наблюдается в период 2009–2021 гг. Крайние точки периода являются, аналогично ЯНАО, точками max (2009 г.) и min (2021 г.) по удельному весу края в валовом продукте АЗРФ только противоположной направленности. Тем не менее в регионе также наблюдается рост промышленного производства с 44,5 % в 2009 г. до 58,9 % в 2021 г. Однако доля промышленности в валовом продукте имеет колебательный характер и зависит от конъюнктуры мировых цен на цветные металлы. Положительным трендом для Красноярского края является рост других видов деятельности (рис. 7).

Структурный сдвиг для исследования в Республике Саха определяется периодом 2009–2022 гг. (СУО). Крайние точки соответствуют максимальному удельному весу региона в валовом продукте АЗРФ (2022 г.) и точке провала темпов роста по ВРП (2009 г.). Основные изменения в структуре касаются также промышленности: 2009 г. — 34,4 %; 2022 г. — 63,3 %. Рост промышленности достигается преимущественно за счет снижения роли таких видов деятельности, как транспорт, и других видов деятельности (рис. 8).

Таблица 3

Структурные сдвиги ВРП в критических точках по Кп

Кп	2005	2009	2010	2015	2016	2020	2021	2022
Республика Карелия								
2023	0,162	0,138	0,054	0,106	0,037	0,038	0,136	0,052
2022	0,211	0,117	0,082	0,046	0,054	0,041	0,174	—
2021	0,148	0,272	0,164	0,218	0,140	0,133	—	0,174
Республика Коми								
2023	0,114	0,149	0,108	0,081	0,118	0,119	0,010	0,008
2022	0,117	0,149	0,110	0,076	0,093	0,116	0,008	—
2021	0,116	0,147	0,107	0,080	0,091	0,117	—	0,008
Ненецкий АО								
2023	0,071	0,051	0,044	0,133	0,083	0,043	0,010	0,004
2022	0,074	0,053	0,046	0,110	0,075	0,046	0,007	—
2021	0,081	0,059	0,051	0,142	0,081	0,052	—	0,007
Архангельская область								
2023	0,193	0,174	0,170	0,080	0,089	0,042	0,035	0,064
2022	0,200	0,134	0,148	0,027	0,042	0,025	0,054	—
2021	0,204	0,166	0,170	0,094	0,064	0,018	—	0,054
Мурманская область								
2023	0,083	0,141	0,065	0,144	0,189	0,041	0,057	0,047
2022	0,117	0,136	0,073	0,172	0,149	0,031	0,010	—
2021	0,117	0,170	0,097	0,172	0,177	0,038	—	0,010
Ямало-Ненецкий АО								
2023	0,118	0,230	0,230	0,171	0,163	0,057	0,007	0,008
2022	0,124	0,236	0,236	0,160	0,181	0,062	0,049	—
2021	0,115	0,227	0,227	0,167	0,171	0,052	—	0,049
Красноярский край								
2023	0,057	0,109	0,110	0,023	0,017	0,054	0,039	0,028
2022	0,070	0,095	0,134	0,019	0,026	0,064	0,019	—
2021	0,065	0,140	0,100	0,037	0,035	0,016	—	0,019
Республика Саха (Якутия)								
2023	0,176	0,284	0,155	0,090	0,076	0,096	0,026	0,009
2022	0,176	0,289	0,157	0,079	0,057	0,094	0,116	—
2021	0,168	0,288	0,152	0,083	0,052	0,083	—	0,116
Чукотский АО								
2023	0,309	0,041	0,114	0,133	0,121	0,106	0,066	0,087
2022	0,225	0,107	0,164	0,133	0,187	0,164	0,025	—
2021	0,329	0,028	0,051	0,068	0,073	0,049	—	0,025
Арктическая зона								
2023	0,141	0,163	0,089	0,105	0,090	0,043	0,047	0,029
2022	0,164	0,163	0,100	0,101	0,086	0,036	0,065	—
2021	0,139	0,192	0,109	0,129	0,104	0,067	—	0,065
Российская Федерация								
2023	0,111	0,074	0,072	0,068	0,083	0,083	0,036	0,043
2022	0,125	0,061	0,071	0,052	0,042	0,044	0,012	—
2021	0,124	0,063	0,075	0,057	0,053	0,051	—	0,012

Примечание. Расчет автора на основе информации Росстат. Кп — конечный период. Максимальный структурный сдвиг выделен красным жирным шрифтом.

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

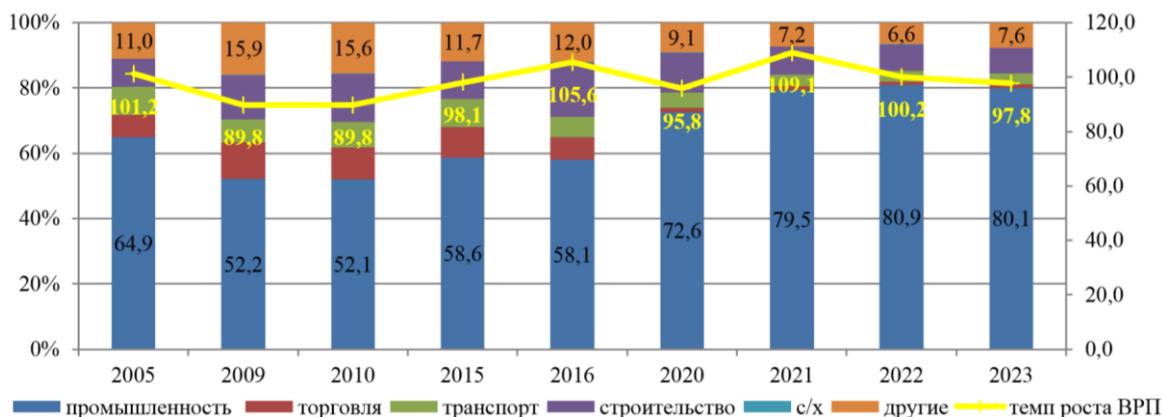


Рис. 6. Структура валового регионального продукта в ЯНО, % (расчет автора на основе информации Росстата)

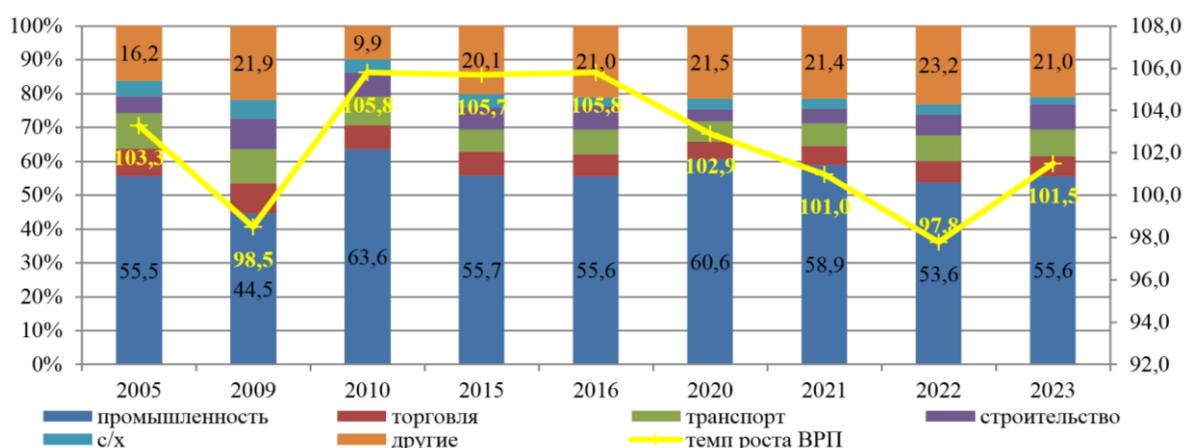


Рис. 7. Структура валового регионального продукта в Красноярском крае, % (расчет автора на основе информации Росстата)

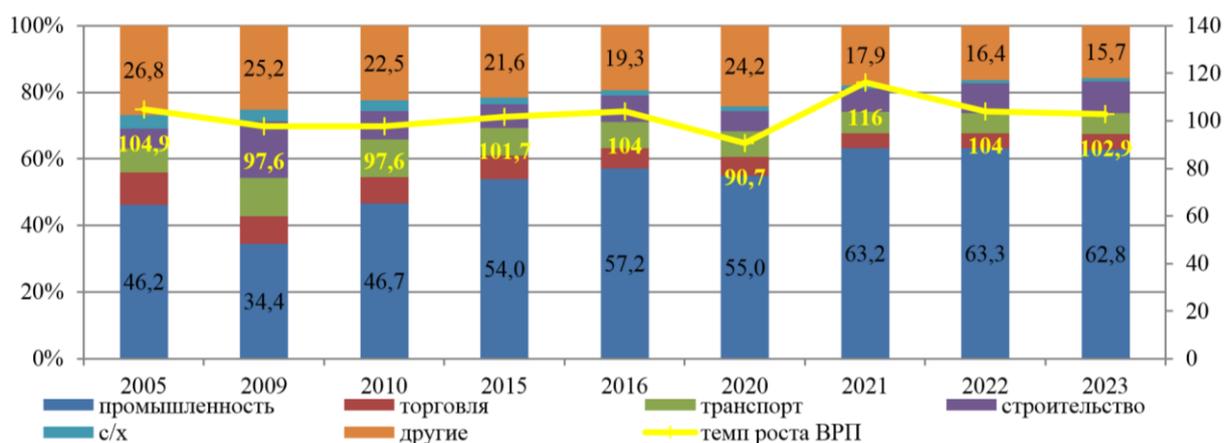


Рис. 8. Структура валового регионального продукта в Республике Саха, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Структурные сдвиги в Республике Коми происходят достаточно медленно. Их максимальное значение характерно для периода 2009–2022 гг. При этом в период максимальной значимости региона для АЗРФ (2009 г.) доля промышленности имеет минимальное значение в структуре валового продукта республики. Рост

промышленного производства в последующие периоды обуславливает «скатывание» региона по удельному весу в ВРП АЗРФ до минимального уровня. Поддерживающим фактором на фоне негативных тенденций выступает сохранение позиций других видов деятельности (рис. 9).

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

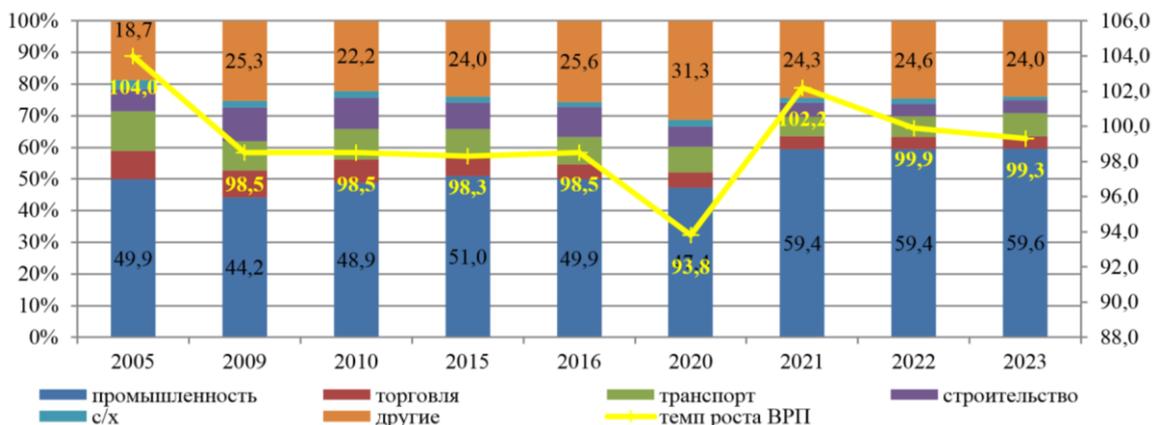


Рис. 9. Структура валового регионального продукта в Республике Коми, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Специфические особенности Мурманской области определяются сравнительным периодом и изменениями в структуре ВРП. Критические точки в периоде максимального значения структурных сдвигов (2016–2021 гг.) не связаны с кризисными годами. Вместе с тем устанавливается закономерность точки максимума относительно увеличения значимости валового продукта производства в ВРП соответствует критическим точкам: 2016 г. — min (31,6 %), 2021 г. — max (46,8 %). В то же время в Мурманской области достаточно высокий удельный вес в валовом продукте составляют другие виды деятельности (на уровне 30 %, рис. 10), что позволяет ей при минимальных темпах роста ВРП сохранять устойчивость экономического развития (периоды провалов отсутствуют с 2012 по 2021 г.). Однако усиление санкций со стороны стран Европейского союза негативно отражается на экономическом росте региона, что обусловлено замедлением реализации проекта «Мурманский СПГ» и сбоями в поставках горного оборудования.

Сравнительный период для оценки структурного сдвига Архангельской области определяется практически

всем периодом исследования: 2005–2021 гг. Тенденция в обозначенном периоде имеет понижательный тренд относительно значимости региона в валовом продукте АЗРФ: 2005 г. — 7,5 %, 2021 г. — 5,3 %. За указанный период доля промышленности возрастает с 26,6 % в 2005 г. до 34,7 % в 2021 г. (максимум за весь исследуемый период). Положительный момент для Архангельской области — высокая доля в ВРП других видов деятельности (рис. 11). В Республике Карелия максимальный сдвиг в структуре ВРП определен периодом 2009–2021 гг. Крайние точки выделенного периода соответствуют минимальному (2009 г. — 24 %) и максимальному (2021 г. — 48,5 %) удельному весу промышленности в ВРП (рис. 12). Примечательным выступает тот факт, что в 2009 г. произошел максимальный провал в экономике (87,6 %). Однако возникает быстрая реакция на кризис, и с 2010–2021 гг. экономика развивается с низкими темпами роста, но без провалов. Компенсация потерь осуществляется преимущественно за счет относительной стабильности положения в формировании валового продукта других видов деятельности.

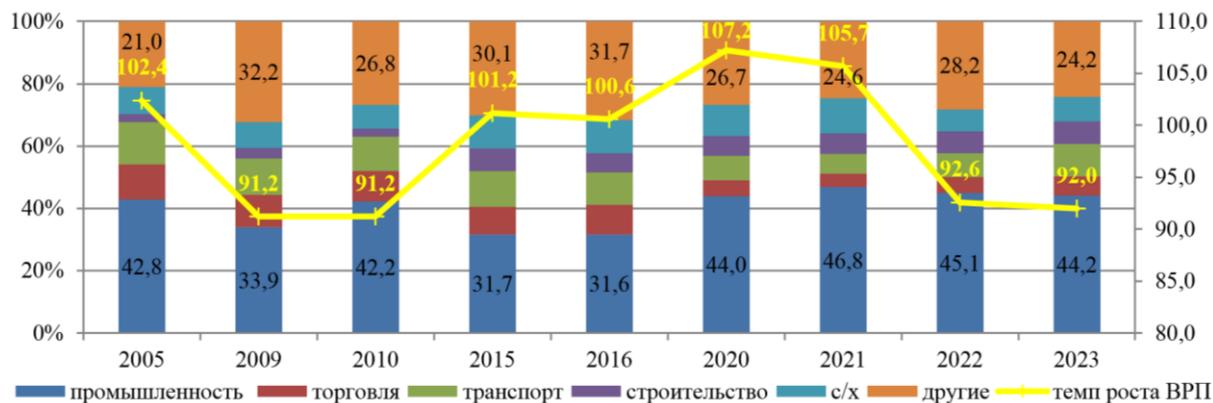


Рис. 10. Структура валового регионального продукта в Мурманской области, % (расчет автора на основе информации Росстата)

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

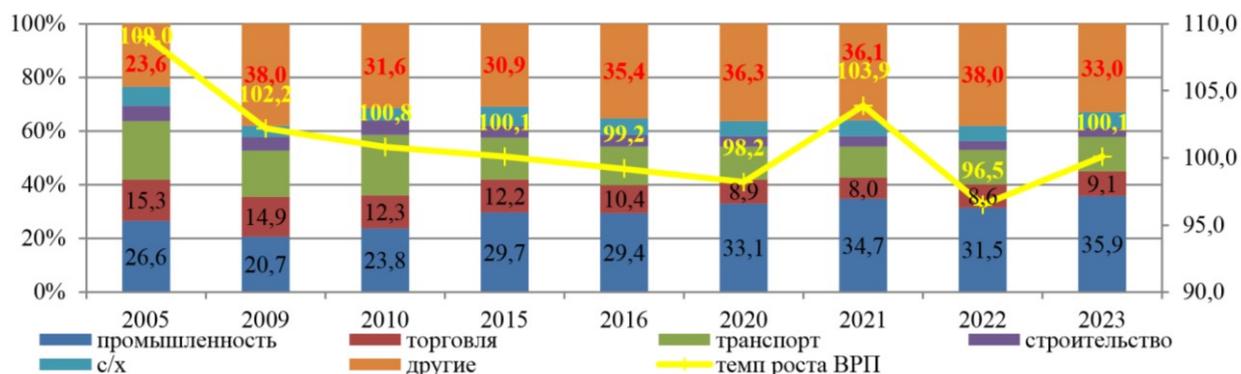


Рис. 11. Структура валового регионального продукта в Архангельской области, % (расчет автора на основе информации Росстата)

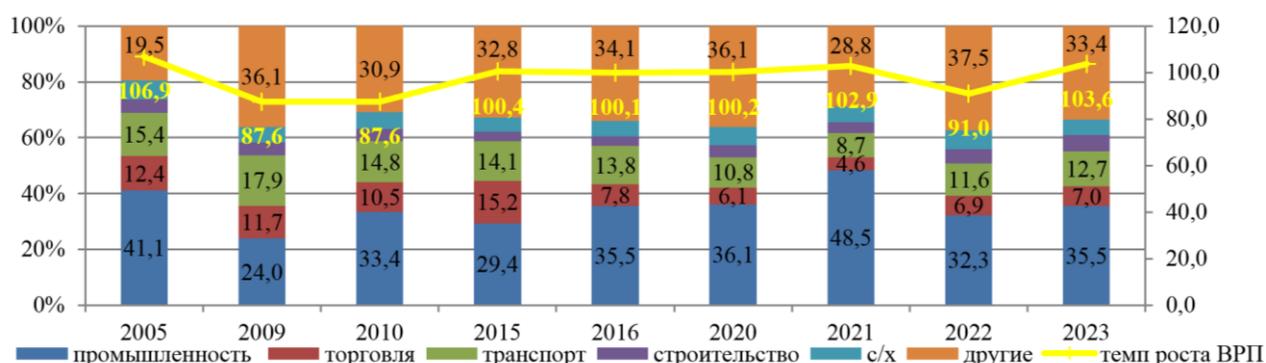


Рис. 12. Структура валового регионального продукта в Республике Карелия, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Ненецкий АО отличается самым высоким из всей выборки регионов уровнем стабильности структуры валового продукта. Максимальный сдвиг определяется позицией промышленности в ВРП региона: 2015 г. — 68,7 % (min), 2021 г. — 86,5 % (max).

Зависимость экономического развития от промышленного производства обуславливает колебательный характер темпов экономического роста и свидетельствует о наличии высокого уровня неустойчивости экономической системы (рис. 13).

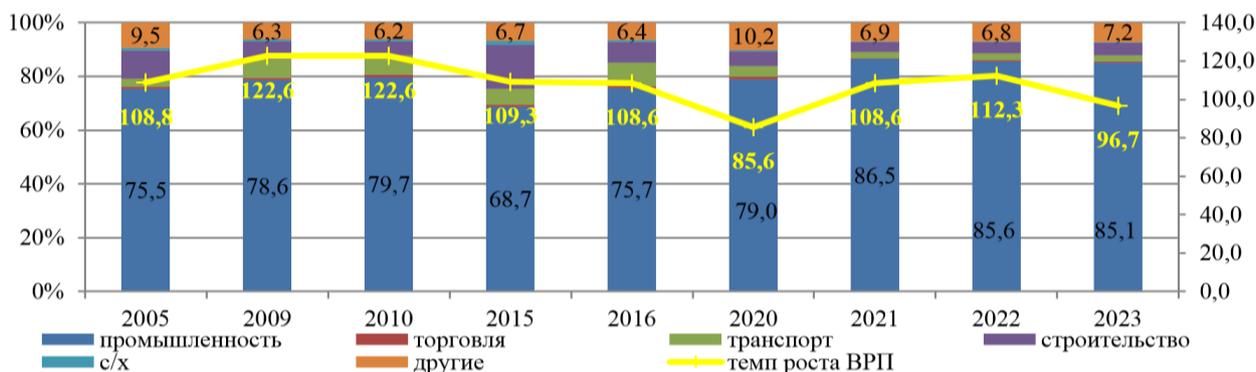


Рис. 13. Структура валового регионального продукта в Ненецком АО, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Критические точки (2005–2021 гг.), определяющие период максимального структурного сдвига в Чукотском АО, сложно связать с кризисными периодами. Можно говорить лишь о том, что в них имеют место максимальный провал (2005 г. — 85,6 %

и самый высокий с 2015 г. темп роста ВРП (2021 г. — 106,1 %). Промышленность, занимая высокий удельный вес в валовом продукте, не всегда является определяющим фактором экономического роста (рис. 14).

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

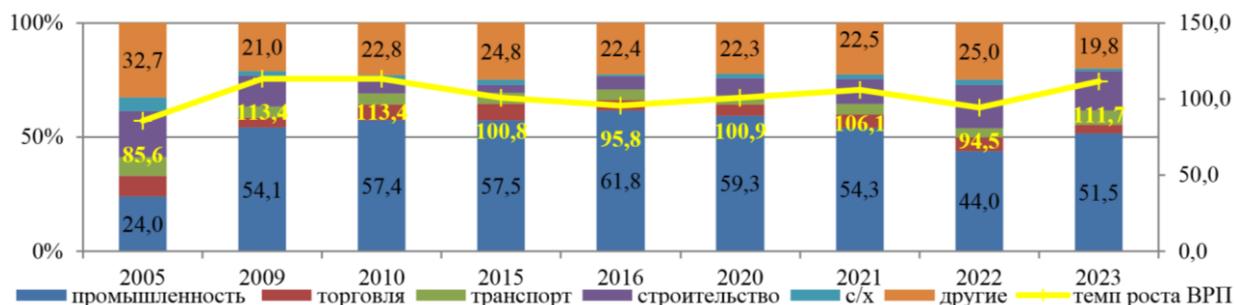


Рис. 14. Структура валового регионального продукта в Чукотском АО, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Для Арктической зоны РФ максимальный структурный сдвиг наблюдается в период 2009–2021 гг. (рис. 15). Критические точки указывают на уровень значимости арктических регионов в валовом продукте РФ: 2009 г. — 8,3 % (min), 2021 г. — 10,4 % (max). В этих же точках аналогичное положение имеет

промышленность в ВРП АЗРФ: 2009 г. — 43,6 % (min), 2021 г. — 64,5 % (max).

На этом фоне происходит значительное усиление роли АЗРФ в секторе российской добычи (рис. 16).

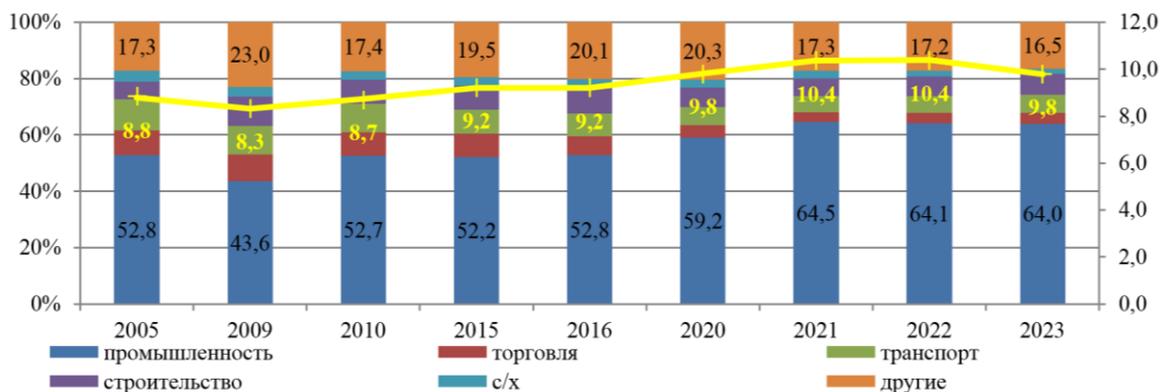


Рис. 15. Структура валового регионального продукта в Арктической зоне РФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

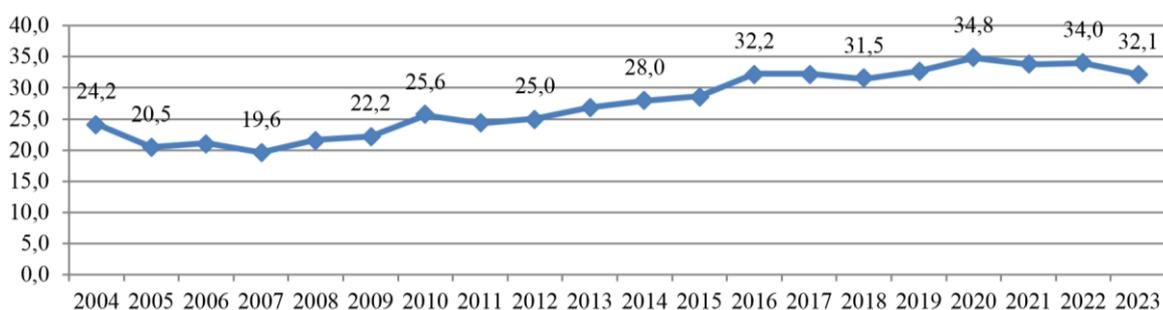


Рис. 16. Удельный вес добычи полезных ископаемых в АЗРФ в структуре добычи полезных ископаемых в целом по РФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Максимальный структурный сдвиг в целом по РФ можно считать накопленным, так как он определяется всем периодом исследования. При этом структуру экономики можно считать достаточно стабильной. Структурный сдвиг указывает на низкий

уровень отличий. Основные изменения происходят в связи с ростом удельного веса в валовом продукте других видов деятельности и снижением доли торговли (рис. 17).

ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-БЮДЖЕТНОЙ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

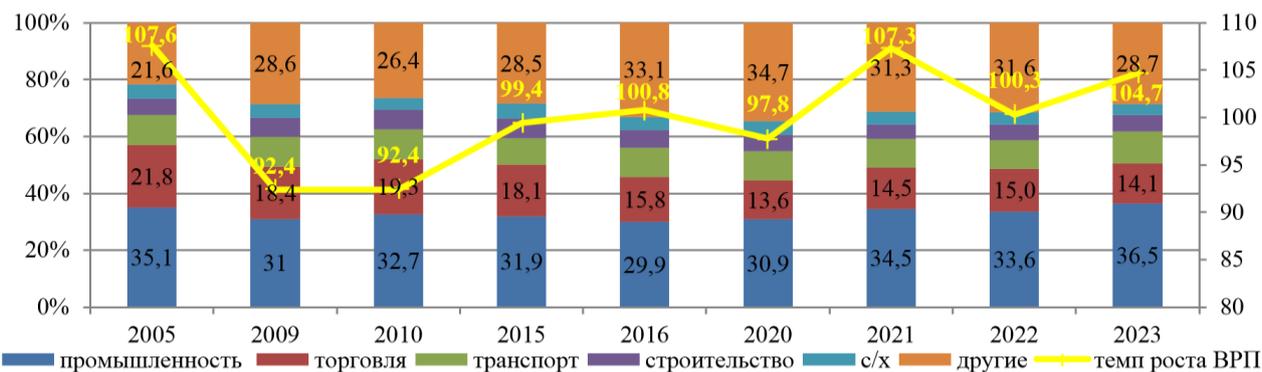


Рис. 17. Структура валового регионального продукта в РФ, % (расчет автора на основе информации Росстата)

Российская Арктика, напротив, демонстрирует существенный уровень отличий, усиливая свою зависимость от промышленного производства с креном в увеличение добычи полезных ископаемых.

Поэтому разница в структуре валового продукта РФ и АЗРФ возрастает и переходит с 2020 г. с уровня «существенный» на «значительный» (рис. 18).

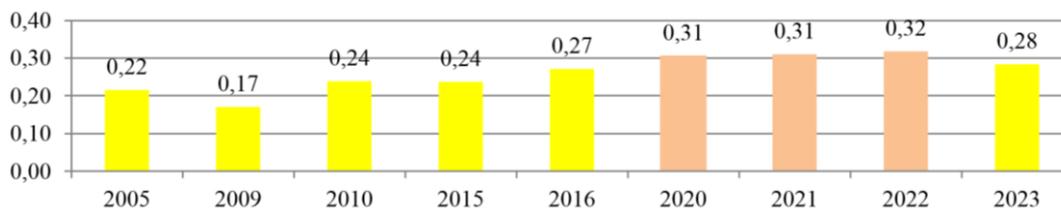


Рис. 18. Уровень отличий структуры валового продукта РФ и АЗРФ (расчет автора на основе информации Росстата)

Наращивание промышленного производства далеко не всегда оправданно и повышает риски экономического развития арктических регионов. Особенно это проявляется в новых геополитических условиях с усилением экономических санкций. В частности, повышенные риски в регионах АЗРФ подтверждаются годом начала специальной военной операции: российская экономика характеризуется минимальным, но ростом валового продукта (100,3 %), а пять из девяти арктических регионов (республики Карелия и Коми, Архангельская и Мурманская области, Чукотский АО) имели провалы по данному показателю. У всех перечисленных регионов в качестве основных изменений структурного сдвига ВРП обозначена промышленность.

Заключение

На основе анализа процессов формирования валового регионального продукта в арктических регионах России установлено усиление тенденций концентрации производства в крупных регионах (Ямало-Ненецком АО, Красноярском крае, Республике Саха), что

обуславливает устойчивость их положения относительно темпов роста ВРП в динамике. Рост масштабов данных регионов связан с ускоренным развитием промышленности посредством увеличения доли в промышленном производстве такого вида экономической деятельности, как добыча полезных ископаемых. В то же время выявленная тенденция предопределяет высокий уровень уязвимости названных регионов в кризисные периоды, что подтверждается наличием провалов в темпах роста валового продукта в Ямало-Ненецком АО в 2009, 2015, 2020, 2023 гг., в Красноярском крае — в 2009, 2022 г., в Республике Саха — в 2009, 2020 гг. Усиление значимости крупных регионов в формировании консолидированного ВРП Арктической зоны РФ происходит на фоне снижения роли в данном процессе средних регионов (Республики Коми, Архангельской и Мурманской областей). Значение коэффициента корреляции между удельным весом крупных и средних регионов в структуре валового продукта АЗРФ приближается к обратно пропорциональному (0,86²). В отличие от крупных, все регионы средней группы относятся к

² Сильная отрицательная связь в соответствии с общепринятой в статистическом сообществе классификации величин корреляции по Пирсону.

старопромышленным и имеют свои отличительные особенности. В частности, в Архангельской и Мурманской областях преобладающим видом деятельности в промышленности являются обрабатывающие производства. Специфика малых регионов состоит в том, что у наиболее устойчивой по темпам роста валового продукта Республики Карелия стабилизируется тенденция снижения ее значимости по вкладу в ВРП данной группы. В то же время Ненецкий и Чукотский автономные округа, характеризуясь максимальными темпами экономического роста по усредненному показателю, имеют самый высокий размах колебаний данного показателя.

Комментируя показатели структурных сдвигов, необходимо отметить планомерное увеличение удельного веса промышленности в регионах нового освоения (Ямало-Ненецкий АО, Ненецкий АО, Республика Саха, Чукотский АО). Максимальный уровень сдвига в них имеет место в периоды кризисов (зона опасности), соответствует минимальной доле промышленности в валовом региональном продукте и демонстрирует реакцию экономики региона на внешние вызовы. Накопленный структурный сдвиг (2005–2023 гг.) является существенным в Республике Саха (удельный вес промышленности в ВРП возрастает более чем на 15 % и достигает максимального значения в 2022 г. 63,4 %), в Чукотском АО уровень сдвига повышается до значительного (промышленность в ВРП увеличивается более чем в 2 раза, максимальное значение в 2020 г. — 59,3 %). Относительной стабильностью структуры отличаются Ямало-Ненецкий и Ненецкий автономные округа, в которых доля промышленности в валовом продукте превышает 80 %.

В старопромышленных регионах удельный вес промышленности в валовом продукте имеет колебательный характер. Накопленный уровень сдвига по своему значению ниже максимального в таких регионах, как Республика Коми, Красноярский край и Мурманская область. Это свидетельствует о сохранении сложившейся структуры экономики. Наиболее стабильным по структуре валового продукта выглядит Красноярский край (весьма низкий уровень отличий за весь исследуемый период). Промышленность в крае имеет устойчивую позицию, при этом происходит изменение промышленного производства в пользу добычи полезных ископаемых (удельный вес добычи в 2005 г. — 3,9 %, в 2023 г. — 22,1 %). Относительной стабильностью отличается структура ВРП и в Мурманской области. Существенный уровень сдвигов здесь имеет место в периоды минимального значения доли промышленности в валовом продукте. Республика Коми с низким уровнем сдвигов планомерно наращивает в производстве ВРП объемы добычи полезных ископаемых (2005 г. — 34,3 %, 2023 г. — 46,9 %). При этом по количеству провалов в темпах роста регион занимает

последнюю позицию. Существенный структурный сдвиг за весь исследуемый период (накопленный) характерен для Республики Карелия и Архангельской области. Изменения в структуре ВРП Архангельской области обусловлены сжатием таких видов деятельности, как транспорт (2005 г. — 21,9 %, 2023 г. — 12,8 %) и торговля (2005 г. — 15,3 %, 2023 г. — 9,1 %), и, соответственно, ростом таких видов, как государственные услуги (2005 г. — 4,8 %, 2023 г. — 12 %) и другие виды деятельности (2005 г. — 7,3 %, 2023 г. — 15,7 %). Произошедшие перемены привели к снижению значимости региона в производстве консолидированного валового продукта АЗРФ. В Республике Карелия накопленный структурный сдвиг с оценкой «существенный уровень отличий» связан с местом промышленности в ВРП региона. Нестабильность положения в промышленном производстве компенсируется другими видами деятельности (2005 г. — 6,6 %, 2023 г. — 19 %) и ростом государственных услуг (2005 г. — 4,9 %, 2023 г. — 10,4 %). Сформированная структура также приводит к потере позиций Карелии в производстве консолидированного ВРП АЗРФ.

В целом структурные сдвиги в валовом продукте АЗРФ приближаются к существенным, что обусловлено значительным увеличением объемов производства добычного сектора (2005 г. — 29,8 %, 2023 г. — 45,8 %). Данный фактор в условиях санкционного давления предопределяет существенный рост рисков развития регионов АЗРФ.

Научная новизна работы состоит в разработке авторского подхода к оценке влияния структурных сдвигов валового регионального продукта на экономическую безопасность регионов АЗРФ в разрезе видов экономической деятельности. Принятие в качестве критериальной базы параметров устойчивости развития регионов, определение на этой основе критических точек с целью выявления интервалов для оценки структурных изменений, сравнение значений накопленного и максимального сдвигов позволяют установить направленность трендов в формировании валового продукта любого исследуемого региона: стабильность структуры, устойчивая тенденция изменений структуры ВРП. Апробация разработанного подхода обеспечила возможность оценки эффектов происходящих изменений в регионах Арктической зоны РФ и выделения зон риска регионального развития с учетом современных геополитических условий. Соответственно, теоретическая значимость исследования определяется развитием методологии региональной безопасности посредством внесения дополнений в методы ее оценки, учитывающих региональную специфику социально-экономического развития и повышающих эффективность принятия управленческих решений. Практическое использование предложенного подхода позволяет своевременно выявлять зоны риска в критических

ситуациях, разрабатывать необходимые антикризисные меры, определять перспективные направления социально-экономического развития регионов, корректировать стратегические планы их развития. В

дальнейшем предполагается сконцентрировать внимание на выявлении структурной зависимости валового регионального продукта и финансово-инвестиционного потенциала.

Список источников

1. Business Retreats and Sanctions Are Crippling the Russian Economy / Jeffrey Sonnenfeld, Steven Tian, Franek Sokolowski, Michal Wyrebkowski, Mateusz Kasprowicz // SSRN, July 19, 2022 [Электронный ресурс]. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4167193.
2. Congress.gov / Legislation / 115th Congress / H.R.3364 – Countering America's Adversaries Through Sanctions Act [Электронный ресурс]. URL: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/3364/text>.
3. Dadparvar, S. and Azizi, S. Geo-Economics of the Republic of Azerbaijan and Its Economic Security // Open Journal of Political Science. 2022. 12. P. 14–27. doi: 10.4236/ojps.2022.121002.
4. The Global Financial Safety Net Tracker: Lessons for the COVID-19 Crisis from a New Interactive Dataset [Electronic resource] / L. Mühlich [et al.] // Global Development Policy Center. URL: <https://www.bu.edu/gdp/2020/11/30/the-global-financial-safety-net-trackerlessons-for-the-covid-19-crisis-from-a-new-interactive-dataset-2/>.
5. Зимовец А. В., Климачев Т. Д. Анализ и оценка сценариев социально-экономического развития России в условиях санкционной блокады и непредсказуемости глобальных трендов мировой экономики // Экономические отношения. 2023. Т. 13, № 1. С. 181–202. DOI: 10.18334/eo.13.1.117207.
6. Абалкин Л. И. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение // Вопросы экономики. 1994. № 12. С. 4–16. EDN SJOVDJ.
7. Глазьев С. Ю. Основы обеспечения экономической безопасности страны: альтернативный реформационный курс // Российский экономический журнал. 1997. № 2. С. 3–18.
8. Илларионов А. Н. Критерии экономической безопасности // Вопросы экономики. 1998. № 10. С. 35–58.
9. Сенчагов В. К. О сущности и основах стратегии экономической безопасности России // Вопросы экономики. 1995. № 1. С. 97–106. EDN ХРХJYT.
10. Нейтрализация современных угроз в сфере обеспечения экономической безопасности России / Н. Г. Гаджиев, А. М. Алкльчев, С. А. Коноваленко, М. Н. Трофимов, Р. А. Корнилович // Экономическая безопасность. 2022. Т. 5, № 2. С. 433–456. DOI: 10.18334/ecsec.5.2.114812.
11. Экономическая безопасность России в новой реальности / А. Е. Городецкий, И. В. Караваева, М. Ю. Лев [и др.]. М.: Институт экономики Российской академии наук, 2021. 325 с. ISBN 978-5-9940-0713-6.
12. Криворотов В. В., Калина А. В., Белик И. С. Пороговые значения индикативных показателей для диагностики экономической безопасности Российской Федерации на современном этапе // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2019. Т. 18, № 6. С. 892–910. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.6.043. EDN JRQDEP.
13. Гутман Г. В., Лапыгин Ю. Н., Прилепский А. И. Экономическая безопасность региона: Теория и практика / Рос. акад. наук. М.: Наука, 1996. 114 с.
14. Акбердина В. В., Смирнова О. П. Экономическая безопасность региона: оценка и перспективы // Региональная экономика: теория и практика. 2018. Т. 16, № 8. С. 1506–1517. <https://doi.org/10.24891/re.16.8.1506>.
15. Новоселов С. В., Панихидников С. А. Системная оценка экономической безопасности региона // Уголь. 2018. № 12 (1113). С. 48–53. DOI 10.18796/0041-5790-2018-12-48-53. EDN YPFYZN.
16. Сюпова М. С., Бондаренко Н. А. Система индикаторов экономической безопасности региона // Вестник тихоокеанского государственного университета. 2019. № 4 (55). С. 67–80.
17. Татаркин А. И., Куклин А. А. Изменение парадигмы исследований экономической безопасности региона // Экономика региона. 2012. № 2. С. 25–39. DOI 10.17059/2012-2-2. EDN OYTLR.
18. Foray D., David P. A., Hall B. Smart Specialization: the concept // Knowledge for growth. Prospects for science, technology, and innovation: selected papers from research commissioner Janez Potochnk's Expert Group. Belgium: Expert Group. 2009. P. 20–24.
19. Frenken K., Oort F. V. & Verburg T. N. Related variety, unrelated variety and regional economic growth // Regional Studies. 2007. 41 (5). P. 685–697. <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>.
20. Kucera D., Jiang X. Structural transformation in emerging economies: Leading sectors and the balanced growth hypothesis // Oxford Development Studies. 2019. Vol. 47. P. 188–204.
21. Зюзин А. В., Демидова О. А., Долгопятова Т. Г. Локализация и диверсификация российской экономики: региональные и отраслевые особенности // Пространственная экономика. 2020. Т. 16, № 2. С. 39–69. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2020.2.039-06>.
22. Котов А. В. Пространственный анализ структурных сдвигов как инструмент исследования динамики экономического развития макрорегионов России // Экономика региона. 2021. Т. 17, вып. 3. С. 755–768. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-3-3>.

23. Проблемы экономической безопасности: от структурной адаптации к экономическому росту: монография / под ред. А. В. Карпушкиной. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2023. 399 с.
24. Елхина И. А. Структурные сдвиги и структурные различия хозяйственных систем в России // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2014. № 4 (53). С. 38–41.

References

1. Sonnenfeld J., Tian S., Sokolowski F., Wyrebkowski M., Kasprowicz M. Business retreats and sanctions are crippling the Russian economy. SSRN, July 19, 2022. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4167193.
2. Congress.gov / Legislation / 115th Congress / H.R.3364 – Countering America's Adversaries Through Sanctions Act. Available at: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/3364/text>.
3. Dadparvar S., Azizi S. Geo-economics of the Republic of Azerbaijan and its economic security. *Open Journal of Political Science*, 2022, Vol. 12, No. 1, pp. 14–27. DOI: 10.4236/ojps.2022.121002.
4. Mühlich L., Fritz B., Kring W., Gallagher K. P. The global financial safety net tracker: Lessons for the COVID-19 crisis from a new interactive dataset. Global Development Policy Center. Available at: <https://www.bu.edu/gdp/2020/11/30/the-global-financial-safety-net-trackerlessons-for-the-covid-19-crisis-from-a-new-interactive-dataset-2/>.
5. Zimovets A. V., Klimachev T. D. Analiz i otsenka stsensarijev sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii v usloviyakh sanktsionnoi blokady i nepredskazuemosti global'nykh trendov mirovoi ekonomiki [Analysis and assessment of scenarios for Russia's socio-economic development under the sanctions embargo and unpredictable global economic trends]. *Ekonomicheskie otnosheniya* [Journal of International Economic Affairs], 2023, Vol. 13, No. 1, pp. 181–202. DOI: 10.18334/eo.13.1.117207. (In Russ.).
6. Abalkin L. I. Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: ugrozy i ikh otrazhenie [Russia's economic security: Threats and responses]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], 1994, No. 12, pp. 4–16. (In Russ.).
7. Glaz'ev S. Yu. Osnovy obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti strany: al'ternativnyi reformatsionnyi kurs [Fundamentals of ensuring the country's economic security: An alternative reform path]. *Rossiiskii ekonomicheskii zhurnal* [Russian Economic Journal], 1997, No. 2, pp. 3–18. (In Russ.).
8. Illarionov A. N. Kriterii ekonomicheskoi bezopasnosti [Economic security criteria]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], 1998, No. 10, pp. 35–58. (In Russ.).
9. Senchagov V. K. O sushchnosti i osnovakh strategii ekonomicheskoi bezopasnosti Rossii [On the essence and fundamentals of Russia's economic security strategy]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], 1995, No. 1, pp. 97–106. (In Russ.).
10. Gadzhiev N. G., Alklychev A. M., Konovalenko S. A., Trofimov M. N., Kornilovich R. A. Neutralizatsiya sovremennykh ugroz v sfere obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti Rossii [Neutralization of modern threats to Russia's economic security]. *Ekonomicheskaya bezopasnost'* [Economic Security], 2022, Vol. 5, No. 2, pp. 433–456. DOI: 10.18334/ecsec.5.2.114812. (In Russ.).
11. *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii v novoi real'nosti* [Russia's economic security in the new reality]. Moscow, Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, 2021, 325 p. (In Russ.).
12. Krivorotov V. V., Kalina A. V., Belik I. S. Porogovye znacheniya indikativnykh pokazatelei dlya diagnostiki ekonomicheskoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na sovremennom etape [Threshold values of indicators for diagnostics of economic security of the Russian Federation at the present stage]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Ural Federal University. Series: Economics and Management], 2019, Vol. 18, No. 6, pp. 892–910. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.6.043. EDN JRQDEP. (In Russ.).
13. Gutman G. V., Lapygin Yu. N., Prilepskii A. I. *Ekonomicheskaya bezopasnost' regiona: Teoriya i praktika* [Regional economic security: Theory and practice]. Moscow, Nauka, 1996, 114 p. (In Russ.).
14. Akberdina V. V., Smirnova O. P. Ekonomicheskaya bezopasnost' regiona: otsenka i perspektivy [Economic security of the region: Assessment and prospects]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice], 2018, Vol. 16, No. 8, pp. 1506–1517. <https://doi.org/10.24891/re.16.8.1506>. (In Russ.).
15. Novoselov S. V., Panihidnikov S. A. Sistemnaya otsenka ekonomicheskoi bezopasnosti regiona [Systematic assessment of economic security of the region]. *Ugol'* [Coal], 2018, No. 12 (1113), pp. 48–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-12-48-53. EDN YPFYZN. (In Russ.).
16. Syupova M. S., Bondarenko N. A. Sistema indikatorov ekonomicheskoi bezopasnosti regiona [System of regional economic security indicators]. *Vestnik tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Pacific State University], 2019, No. 4 (55), pp. 67–80. (In Russ.).
17. Tatarkin A. I., Kuklin A. A. Izmenenie paradigmy issledovaniya ekonomicheskoi bezopasnosti regiona [Changing the paradigm of region's economic security research]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2012, No. 2, pp. 25–39. DOI: 10.17059/2012-2-2. EDN OYYTLR. (In Russ.).
18. Foray D., David P. A., Hall B. Smart specialization: The concept. *Knowledge for Growth. Prospects for Science, Technology, and Innovation: Selected Papers from Research Commissioner Janez Potochnk's Expert Group*. Belgium: Expert Group, 2009, pp. 20–24.

19. Frenken K., Oort F. V., Verburg T. N. Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 2007, Vol. 41 (5), pp. 685–697. Available at: <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>.
20. Kucera D., Jiang X. Structural transformation in emerging economies: Leading sectors and the balanced growth hypothesis. *Oxford Development Studies*, 2019, Vol. 47, pp. 188–204.
21. Zyuzin A. V., Demidova O. A., Dolgopyatova T. G. Lokalizatsiya i diversifikatsiya rossiiskoi ekonomiki: regional'nye i otraslevye osobennosti [Localization and diversification of Russian economy: Regions' and industries' peculiarities]. *Prostranstvennaya ekonomika* [Spatial Economics], 2020, Vol. 16, No. 2, pp. 39–69. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2020.2.039-06>. (In Russ.).
22. Kotov A. V. Prostranstvennyi analiz strukturnykh sdvigoov kak instrument issledovaniya dinamiki ekonomicheskogo razvitiya makroregionov Rossii [Spatial shift-share analysis as a tool for studying the economic development of Russia's macroregions]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2021, Vol. 17, No. 3, pp. 755–768. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-3-3>. (In Russ.).
23. *Problemy ekonomicheskoi bezopasnosti: ot strukturnoi adaptatsii k ekonomicheskomu rostu* [Economic security issues: From structural adaptation to economic growth]. Chelyabinsk, SUSU Publishing Center, 2023, 399 p. (In Russ.).
24. Yelhina I. A. Strukturnye sdvigi i strukturnye razlichiya khozyaistvennykh sistem v Rossii [Structural shifts and structural differences of economic systems in Russia]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Social and Economic University], 2014, No. 4 (53), pp. 38–41. (In Russ.).

Об авторе:

Г. В. Кобылинская — канд. экон. наук, доц., зав. отделом формирования финансовой политики северных регионов, зам. директора по научной деятельности.

About the author:

G. V. Kobylinkaya — PhD (Economics), Associate Professor, Head of the Department for Financial Policy Development in Northern Regions, Deputy Director for Research.

Статья поступила в редакцию 15 августа 2025 года.

Статья принята к публикации 20 октября 2025 года.

The article was submitted on August 15, 2025.

Accepted for publication on October 20, 2025.

Научная статья

УДК: 332.1, 336.5

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.006

ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ В ПРОГРАММНЫХ РАСХОДАХ БЮДЖЕТОВ СЕВЕРНЫХ И ОСТАЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Евгений Николаевич Тимушев^{1, 2}

¹Центр региональной политики Института прикладных экономических исследований Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Россия, timushev-en@ranepa.ru, ORCID 0000-0002-5220-3841

²Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия

Аннотация. В работе устанавливается, насколько отличаются бюджетные расходы регионов в форме госпрограмм, направленные на поддержку реального сектора экономики, в северных регионах от остальных регионов России. Актуальность выбранной темы обусловлена значимостью бюджетной политики с точки зрения устойчивости структуры региональной экономики и общего социально-экономического развития. Новизна полученных результатов заключается в (1) сборе, упорядочении и анализе данных о расходах в разрезе государственных программ регионов; (2) оригинальной классификации программных расходов на базе официальных функциональных направлений и (3) демонстрации возможностей формального статистического инструментария оценки искомых различий. Установлено, что субъекты Российской Федерации существенно отличаются друг от друга по структуре государственных программ и объемам их финансирования. В то же время степень межрегиональной дифференциации размера расходов на поддержку реального сектора в общем объеме расходов невелика. Это объясняется тем, что бюджетная обеспеченность и отраслевая структура экономики регионов России не оказывают влияния на структуру бюджетных расходов с точки зрения доли средств, направляемых в форме госпрограмм на развитие реального сектора. Выявлено, что бюджетная поддержка реального сектора экономики на Севере в целом статистически ничем не отличается от остальных регионов России. Тем не менее, по отдельным направлениям — жилищно-коммунальное хозяйство и информационно-коммуникационные технологии — расходы бюджетов в форме госпрограмм на Севере статистически значимо выше, чем в остальных регионах. Теоретическая значимость работы заключается в расширении знаний об источниках и масштабах дифференциации расходов региональных бюджетов в условиях высокой межрегиональной дифференциации и в зависимости от отраслевой структуры экономики и пространственных факторов. Практическая значимость работы заключается в определении роли факторов бюджетной обеспеченности и отраслевой структуры экономики для формирования структуры расходов бюджетов субъектов Российской Федерации. В дальнейшем планируется выявить многолетние тенденции в изменении числа и композиции государственных программ в субъектах Российской Федерации, осуществить поиск общего и различий между регионами и определить особенности бюджетной поддержки реального сектора.

Ключевые слова: расходы бюджета, государственная программа, производительные расходы, реальный сектор экономики, бюджетная обеспеченность, северные регионы

Благодарности: работа подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации на 2025 год.

Для цитирования: Тимушев Е. Н. Оценка различий в программных расходах бюджетов северных и остальных регионов России // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 91–103. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.006.

Original article

DIFFERENCES IN PUBLIC FUNDING EXPENDITURES BETWEEN NORTHERN AND NON-NORTHERN RUSSIAN REGIONS

Evgeny N. Timushev^{1, 2}

¹Center for Regional Policy, Institute of Applied Economic Research, RANEPa, Moscow, Russia, timushev-en@ranepa.ru, ORCID 0000-0002-5220-3841

²Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Abstract. This paper investigates how regional government programs supporting the real sector of the economy differ between Russia's northern regions and other parts of the country. The study is motivated by the critical role of fiscal policy

in maintaining the stability of regional economic structures and promoting socio-economic development. The study makes a novel contribution through: (1) the collection, systematization, and analysis of expenditure data from regional government programs; (2) the development of an original classification of public funding expenditures based on official functional categories; and (3) the application of formal statistical tools to assess differences in expenditures. The findings indicate that Russian regions vary in both the structure of government programs and the scale of their funding. However, the level of interregional differentiation in expenditures supporting the real sector is relatively small. This suggests that regional fiscal capacity and the sectoral structure of the economy do not substantially affect the share of budget funds allocated to the real sector through government programs. The analysis further shows that overall budget support for the real sector in northern regions is statistically similar to that in other regions. Nevertheless, in certain sectors—particularly housing and utilities, as well as information and communication technologies—budget expenditures through government programs are significantly higher in the North. The theoretical significance of this study lies in advancing knowledge of the sources and magnitude of differentiation in regional budget expenditures under conditions of pronounced interregional disparities and diverse sectoral and spatial characteristics. Its practical significance stems from clarifying the role of fiscal capacity and economic structure in shaping regional budget expenditure patterns. Future research will focus on identifying long-term trends in the number and composition of government programs across Russian regions, exploring their similarities and differences, and highlighting distinctive features of budgetary support for the real sector.

Keywords: budget expenditures, government program, productive expenditures, real sector, fiscal capacity, northern regions

Acknowledgments: This paper was prepared based on the results of state-funded research conducted at RANEPА in 2025.

For citation: Timushev E. N. Differences in public funding expenditures between northern and non-northern Russian regions. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo porjadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 91–103. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.006.

Введение

Бюджетная политика государства решает множество важнейших задач — производство общественных благ, поддержка отраслей и направлений деятельности, преодоление экономического спада и смягчение его последствий. Величина и направления расходов воздействуют на факторы производства и тем самым определяют объем выпуска в экономике и его качественные характеристики. Следовательно, параметры бюджетной политики влияют на общее социально-экономическое развитие, отраслевую структуру экономики и ее устойчивость. В силу важности бюджетной политики и с учетом высоких межрегиональных различий в пространственном развитии России актуальным становится установление причин дифференциации структуры расходов бюджетов в разных регионах.

Цель данной работы — установить степень межрегиональной дифференциации программных расходов бюджетов северных¹ и остальных регионов России, направленных на поддержку реального сектора экономики. Таким образом, нас интересует то, насколько отличается структура расходов бюджетов разных групп регионов и каковы могут быть возможные причины отличий.

Для достижения цели выявления отличия между северными и остальными регионами России в части поддержки реального сектора экономики поставлены и решены следующие задачи: 1)

проанализировать структуру расходов бюджетов всех регионов на поддержку реального сектора экономики; 2) найти госпрограммы северных регионов по поддержке реального сектора с наибольшим объемом финансирования; 3) установить взаимосвязь расходов на поддержку реального сектора с бюджетной обеспеченностью регионов; 4) установить взаимосвязь расходов и отраслевой структуры валовой добавленной стоимости; 5) определить, отличается ли структура расходов на поддержку реального сектора у бюджетов северных регионов и остальных регионов.

Обзор литературы

В теории направления расходов бюджетов территорий в значительной степени определяются потребностями региональных налогоплательщиков, в том числе представителей корпоративного сектора [1]. Доказано, что усиление фискальной децентрализации может способствовать снижению межрегионального неравенства [2]. В регионах Севера, с одной стороны, в условиях острых демографических проблем [3] можно ожидать повышенных расходов на социальную политику. С другой стороны, в силу слабой транспортной доступности и для поддержки привлечения частных инвестиций, органы государственной власти, скорее всего, склонны отдавать приоритет таким статьям расходов, как жилищно-коммунальное и дорожное хозяйство [4], а также цифровизации социальной

¹ Регионы, территории которых полностью относятся к районам Крайнего Севера или приравненным к нему местностям в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.11.2021 № 1946: республики Карелия, Коми и Саха (Якутия), Камчатский край,

Архангельская, Магаданская, Мурманская и Сахалинская области, Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий, Ненецкий и Чукотский автономные округа.

сферы, что крайне актуально в северных условиях расселения [5].

На структуру расходов субнациональных бюджетов прямое влияние оказывает разграничение государственных полномочий. Например, в ряде работ эмпирически доказана закономерность роста производительных расходов, если соответствующие полномочия реализуются на региональном уровне, а не на федеральном [6]. Обычно рост расходов на образование и здравоохранение объясняется тем, что увеличивается спрос налогоплательщиков на такие общественные блага [7]. При этом органы региональной власти в условиях межтерриториальной конкуренции имеют стимулы финансировать их предоставление [8]. Однако финансирование производительных расходов через межбюджетные трансферты снижает их эффективность [9]. Долгосрочные мировые тенденции подтверждают постепенный рост производительных бюджетных расходов, хотя данные сильно дифференцированы в страновом разрезе [10].

В последние годы интерес федеральных органов государственной власти к вопросам развития северных регионов значительно увеличился. Об этом свидетельствуют рост государственных инвестиций, введение преференциального режима и налоговых льгот [11]. Несмотря на общность географического расположения и климатических условий, северные регионы России, включая входящие в Арктическую зону, весьма сильно дифференцированы по условиям ведения хозяйства. Это сказывается на налоговом потенциале и финансовых возможностях проведения бюджетной политики [12]. Существующая дифференциация позволяет предложить разные траектории государственной политики: расширение налоговых льгот для субъектов с высокой бюджетной обеспеченностью и инфраструктурная поддержка и субсидирование процентных ставок по инвестиционным кредитам — для менее обеспеченных регионов в целях привлечения частных инвестиций и наращивания собственных доходов [13]. В области стратегирования на уровне федеральной политики сохраняются значительные проблемы, такие как низкая согласованность между программными документами как на федеральном уровне, так и между федеральными и региональными программами [14].

При решении вопроса о тесноте взаимосвязи экономики и бюджетной политики ученых, как правило, интересуют мультипликаторы бюджетных

расходов. Но в большинстве случаев оценки даются на уровне Федерации в целом [15], а расходы анализируются по функциональным направлениям [16]. Таким образом, внимание редко привлекает структура расходов региональных бюджетов в разрезе государственных программ. Это придало нам мотивацию к анализу расходов именно в программном измерении. Программный анализ бюджетных расходов означает более трудоемкий подход к исследованию. Он требует кропотливой работы с материалами на региональном уровне, в отличие от анализа расходов исходя из функциональной структуры: Федеральное казначейство публикует отчетность по «функциональным» расходам в разрезе всех регионов в почти готовом виде.

На федеральном уровне программно-целевой принцип государственного управления в настоящее время продолжает совершенствоваться. Планируется уточнение критериев отнесения направлений деятельности к проектной или процессной частям государственных программ и закрепление возможности оперативного перераспределения бюджетных ассигнований на реализацию национальных проектов². Это делается в целях достижения оперативности и гибкости расходов федерального бюджета с учетом национальных целей развития и новых национальных проектов, утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309³. В федеральном бюджете на 2024–2026 гг. в 2024 г. была профинансирована реализация 49 госпрограмм на общую сумму 21,7 трлн рублей, что составляет более 59 % от общих расходов федерального бюджета. В федеральном бюджете на 2025–2027 гг. указанные расходы увеличились до 25,7 трлн рублей (62 %). Большинство действующих государственных программ Российской Федерации в текущей редакции имеют период реализации до 2030 г.

На региональном уровне программный принцип реализации бюджетной политики все еще находится в стадии становления [17]. В различных работах изучаются отдельные аспекты программно-целевого подхода в управлении государственными финансами субъектов Российской Федерации. Так, анализируются параметры госпрограмм регионов, направленные на развитие промышленности [18], поддержку и стимулирование занятости [19], развитие сельских территорий регионов [20]. В более точечных исследованиях рассматриваются конкретные направления государственной политики для

² Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов: утв. Минфином России. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

³ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309. Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

отдельных групп регионов. Часто целью таких работ является определение приоритетов региональной политики и способа их достижения. В качестве примера можно привести анализ политики охраны окружающей среды в регионах Дальневосточного федерального округа [21]. В то же время комплексный анализ всех государственных программ на уровне субъектов Российской Федерации, насколько нам известно, проведен не был. Речь идет об анализе госпрограмм на предмет их функциональной структуры и объема расходов по различным направлениям, включая оценку масштабов межрегиональной дифференциации. Это обуславливает методологическую и содержательную новизну данного исследования.

Метод

Данная работа имеет ряд методологических особенностей.

1. Расходы региональных бюджетов рассматриваются в разрезе государственных программ. Данные о

программных направлениях расходов основываются на региональных законах о региональном бюджете всех субъектов Российской Федерации на 2023–2025 гг. (в силу прогнозного характера параметры на 2024 и 2025 гг. в данной работе не используются). Для целей сопоставимости использовалась первая редакция соответствующих законов, то есть без учета внесенных изменений в течение 2023 г.

В рамках данного подхода сначала за основу берется официальная⁴ классификация расходов бюджета по функциональным направлениям — разделам и подразделам (табл. 1). Госпрограммы намного более разнообразны, чем разделы расходов, поэтому были созданы авторские направления расходов, такие как Занятость, Наука, Общее развитие и т. д. Затем все госпрограммы были классифицированы на (1) поддерживающие и (2) не поддерживающие развитие реального сектора в соответствии с принятым определением реального сектора, раскрытым далее в работе.

Таблица 1

Классификация госпрограмм регионов по критерию поддержки реального сектора

Направление расходов	Расходы поддерживают реальный сектор	Расходы не поддерживают реальный сектор
Соответствуют функциональной классификации расходов (в скобках — раздел и подраздел)	Национальная экономика (04 00) Топливо-энергетический комплекс (04 02) Сельское хозяйство и рыболовство (04 05) Водное хозяйство (04 06) Лесное хозяйство (04 07) Транспорт (04 08) Дорожное хозяйство (дорожные фонды) (04 09) Связь и информатика (04 10) Жилищно-коммунальное хозяйство (05 00)	Общегосударственные вопросы (01 00) Национальная оборона (02 00) Национальная безопасность и правоохранительная деятельность (03 00) Охрана окружающей среды (06 00) Образование (07 00) Молодежная политика и оздоровление (07 07) Культура, кинематография (08 00) Здравоохранение (09 00) Социальная политика (10 00) Физическая культура и спорт (11 00) Средства массовой информации (12 00)
Авторские направления	Занятость Наука Общее развитие Поддержка МСП Поддержка строительства	Гражданское общество Местное самоуправление Финансы региона

Примечание. Источник: составлено автором.

Иным классификационным признаком расходов бюджетов субъектов Российской Федерации является их деление на производительные и непроизводительные. К производительным расходам, в соответствии с устоявшимся подходом, относятся расходы на образование, здравоохранение и инфраструктуру [22]. Данные расходы увеличивают запасы факторов производства (физического и человеческого капитала) и совокупной факторной

производительности и тем самым повышают перспективы экономического роста.

2. Анализ реального сектора предполагает уточнение состава формирующих его видов деятельности. Будем считать, что реальный сектор составляют виды деятельности по производству материальных и нематериальных товаров и производственных услуг, не включающие (1) осуществления перераспределительных операций и

⁴ О Порядке формирования и применения кодов бюджетной классификации Российской Федерации, их структуре и принципах

назначения: Приказ Минфина России от 24.05.2022 № 82н (ред. от 13.11.2024).

(2) производство иных услуг, связанных с размещением, операциями с активами, досугом и развлечением, а также (3) отрасли государственного управления и социальной сферы, такие как образование и здравоохранение [23]. В целях сбора сведений об отраслевой структуре валовой добавленной стоимости субъектов Российской Федерации используются данные Росстата. Наиболее свежие данные доступны за 2022 г.

3. Для решения задачи сравнения отличий в направлениях расходов в рамках госпрограмм в северных и остальных регионах России применяется статистический инструментальный анализ различий между двумя выборками данных. Сравняются средние величины удельных весов расходов по выделенным направлениям двумя методами: (1) t-тест Уэлча на двух образцах (two-sample Welch t-test) — тест, основанный на t-распределении Стьюдента, который используется для сравнения средних значений двух независимых выборок с целью определения равенства их средних; (2) критерий суммы рангов Уилкоксона (Wilcoxon Rank-Sum Test, известный также как U-тест Манна — Уитни) — непараметрическая альтернатива t-критерию Стьюдента. Его

преимуществом является то, что он подходит даже в случае распределения данных, отличного от нормального, и при низкой величине выборки [24]. Расчеты осуществляются с использованием вычислительной среды R, версия 4.0.4.

Помимо раскрытых подходов, в работе применяются общенаучные методы, метод группировки и расчет коэффициентов парной корреляции.

Результаты

1. Почти все расходы бюджетов регионов России осуществляются через государственные программы. Так, в среднем по всем северным регионам доля расходов в форме госпрограмм составляет 95,5 %, тогда как в целом по всем регионам России показатель равен 94,3 %. Наибольший объем поддержки реального сектора экономики связан с финансированием транспортных систем и ЖКХ (табл. 2). Также довольно велики расходы по госпрограммам, связанным с поддержкой строительной отрасли. Меньший объем расходов направляется на поддержку экономики в разрезе отраслей, поддержку занятости населения и малого и среднего предпринимательства.

Таблица 2

Структура расходов на поддержку реального сектора, все регионы в среднем, %

Направление	Доля от общих расходов
Всего расходы на поддержку реального сектора	27,6
Транспорт и дорожное хозяйство	11,6
Жилищно-коммунальное хозяйство	7,1
Поддержка строительства	4,9
Общее развитие	3,3
Сельское хозяйство и рыболовство (подраздел «04 05»)	3,0
Национальная экономика (04 00)	2,0
Водное хозяйство (04 06)	1,5
Топливо-энергетический комплекс (04 02)	1,1
Занятость	0,9
Связь и информатика (04 10)	0,8
Лесное хозяйство (04 07)	0,6
Поддержка малого предпринимательства	0,3
Наука	0,2

Примечание. Источник: расчеты автора.

Несмотря на схожесть, госпрограммы в регионах весьма сильно отличаются друг от друга по своей композиции.

Во-первых, во всех субъектах есть программы, направленные на развитие экономики, образования, здравоохранения, социальной политики и безопасности. Но направления расходов в регионах отличает то, что финансирование транспортной инфраструктуры, информационно-коммуникационных технологий и науки, выраженное через долю в общих расходах, растет

с ростом бюджетной обеспеченности региона, а сельского хозяйства, содействия занятости и поддержки малого предпринимательства — падает.

Во-вторых, государственные программы в сфере социальной политики очень часто идут в комплексе. Помимо базовой госпрограммы, во многих регионах существуют программы, направленные на обеспечение доступной среды (35 регионов), содействие добровольному переселению соотечественников, проживающих за рубежом (25

регионов), реализацию демографической политики (6 регионов), переселение граждан из аварийного жилищного фонда и поддержку социально ориентированных некоммерческих организаций (по четыре региона). Например, в северных регионах три и более госпрограммы в рамках социальной политики наблюдаются в Республике Карелия, Ненецком автономном округе, Камчатском крае и Магаданской области. В Ненецком автономном округе отдельная госпрограмма посвящена поддержке старшего поколения, в Камчатском крае — поддержке семьи и детей, в Магаданской области — строительству объектов социальной инфраструктуры.

В-третьих, даже в образовании и здравоохранении, где государственные программы не столь многочисленны, можно заметить различия. В части образования, как правило, в регионе реализуется лишь одна профильная программа (68 регионов). Но в 14 регионах можно насчитать две программы, в Новгородской и Нижегородской областях — три, а в Челябинской области — четыре программы. Помимо базовой, в регионах реализуются программы по созданию новых мест в общеобразовательных

организациях (9 регионов) и отдельно — по развитию дошкольного и профессионального образования, развитию инфраструктуры образовательных организаций, капитальному ремонту образовательных организаций. В Санкт-Петербурге реализуется программа «Экономика знаний в Санкт-Петербурге», в Республике Татарстан — «Стратегическое управление талантами в Республике Татарстан». Для сравнения: на Севере лишь в Магаданской области можно насчитать две госпрограммы в сфере образования (профильная и по созданию новых мест в общеобразовательных организациях).

2. В целом по всем регионам России наибольшие объемы финансирования направляются по госпрограммам, связанным с развитием транспортной системы. Это же характерно и для северных регионов, но в меньшей степени (рис. 1). Средние показатели обусловлены большой долей бюджетного финансирования госпрограмм в Ненецком АО, Ямало-Ненецком АО, Сахалинской области и Чукотском АО. Как правило, речь идет о финансировании транспортной инфраструктуры и жилищно-коммунального хозяйства.

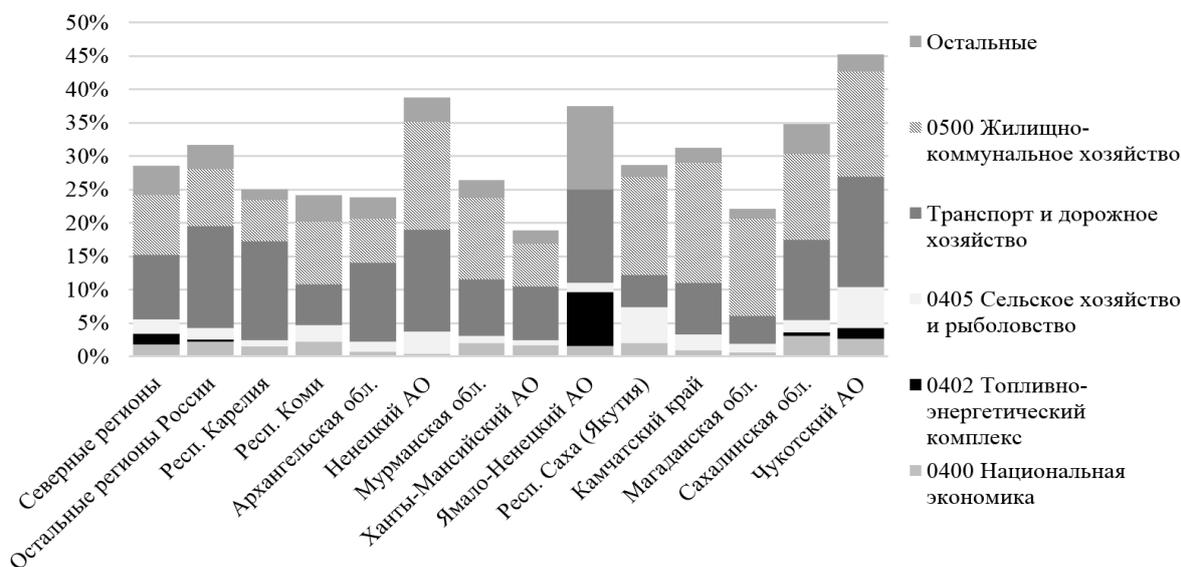


Рис. 1. Направления расходов региональных бюджетов на поддержку реального сектора в рамках госпрограмм, % от расходов. По данным на 2023 г. *Источник:* региональные законы о бюджете, расчеты автора

По объему программного финансирования жилищно-коммунального хозяйства северные регионы (8,8 % от совокупных расходов) опережают остальные регионы России (8,4 %). Например, в Ненецком АО функционируют сразу две профильные программы: «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан, проживающих в Ненецком автономном округе» и

«Модернизация жилищно-коммунального хозяйства Ненецкого автономного округа».

Наиболее объемные государственные программы, в рамках которых осуществляется поддержка реального сектора, в большинстве субъектов Российской Федерации направлены на развитие транспортной системы (табл. 3). Исключение — северные регионы Дальневосточного

федерального округа (кроме Сахалинской области и Чукотского автономного округа). Здесь программы с наибольшей величиной расходов направлены на поддержку жилищно-коммунального хозяйства. Кроме этого, в Мурманской области и Республике Коми приоритет отдан развитию городской среды и строительству соответственно.

Направления госпрограмм с наименьшим объемом финансирования более разнообразны — повышение энергоэффективности, содействие занятости, формирование современной городской среды, развитие рыбохозяйственного комплекса.

Таблица 3

Поддержка реального сектора в северных регионах в 2023 г.
(госпрограммы с наибольшим финансированием)

Регион	Госпрограмма	Доля в расходах, %	Направление
Чукотский АО	«Развитие транспортной инфраструктуры Чукотского автономного округа»	16,6	Транспорт и дорожное хозяйство
Ненецкий АО	«Развитие транспортной системы Ненецкого автономного округа»	15,3	
Республика Карелия	«Развитие транспортной системы»	14,8	
Ямало-Ненецкий АО	«Развитие транспортной инфраструктуры»	14,0	
Сахалинская область	«Развитие транспортной инфраструктуры и дорожного хозяйства Сахалинской области»	12,0	
Архангельская область	«Развитие транспортной системы Архангельской области»	11,8	
Ханты-Мансийский АО	«Современная транспортная система»	8,1	
Камчатский край	«Энергоэффективность, развитие энергетики и коммунального хозяйства, обеспечение жителей населенных пунктов Камчатского края коммунальными услугами»	15,6	Жилищно-коммунальное хозяйство, поддержка строительства
Магаданская область	«Комплексная программа модернизации коммунальной инфраструктуры Магаданской области»	11,9	
Республика Саха (Якутия)	«Обеспечение качественными жилищно-коммунальными услугами и развитие энергетики Республики Саха (Якутия)»	9,4	
Мурманская область	«Комфортное жилье и городская среда»	12,2	
Республика Коми	«Развитие строительства, обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан»	9,4	

Примечание. Источник: составлено по данным региональных законов о бюджете на 2023–2025 гг. (первая редакция).

3. Расходы на поддержку реального сектора в расчете на душу населения выше в наиболее обеспеченных субъектах Российской Федерации, в том числе входящих в группу северных (рис. 2). Речь идет о Ямало-Ненецком автономном округе (расходы в размере 227,7 тыс. рублей / чел. при бюджетной обеспеченности, равной 1,97 ед.), Москве (142,8 тыс. рублей / чел. и 2,51 ед.), Сахалинской области (110,4 тыс. рублей / чел. и 1,70 ед.) и Санкт-Петербурге (81,3 тыс. рублей / чел. и 2,03 ед.).

При этом парной корреляции между удельным весом таких расходов и бюджетной обеспеченностью не наблюдается (рис. 3). Это говорит о том, что такие расходы не растут опережающими темпами по сравнению с иными направлениями расходов, прежде всего социального характера.

Таким образом, доля расходов на поддержку реального сектора примерно одинакова как в мало-, так и в высокообеспеченных регионах России. Для сравнения: производительные расходы (50–70 % от общих расходов бюджетов субъектов) в расчете на душу

населения также выше в наиболее обеспеченных субъектах Российской Федерации. Но здесь доля таких расходов, в которых основную роль играют расходы социального характера, с ростом бюджетной обеспеченности имеет тенденцию падения.

4. Доля реального сектора в экономиках регионов Севера гораздо выше, чем в остальных регионах России (рис. 4). Это обусловлено высокой долей добывающей промышленности. В сравнении с отраслевой структурой экономики, бюджетная поддержка реального сектора на Севере мала. В среднем в 2023 г. она составила 28,6 %, тогда как в остальных регионах России — 31,7 % общих расходов бюджета. Это связано, прежде всего, с уклоном в сторону финансирования социальных статей расходов на Севере. Приоритет социальных статей обусловлен необходимостью поддержания соответствующей инфраструктуры в суровых климатических условиях. Да, на Севере высоко бюджетное финансирование транспортной инфраструктуры и жилищно-коммунального хозяйства. Но поддержка транспортной инфраструктуры, в том числе строительства и ремонта

автомобильных дорог, все равно выше в остальных регионах России, как и финансирование сельского хозяйства.

Таким образом, в северных регионах наблюдается сравнительно низкий уровень бюджетной поддержки реального сектора, несмотря на повышенный удельный вес данных отраслей в структуре валовой добавленной стоимости. Такая диспропорция объясняется тем, что отраслевая структура экономики с точки зрения доли средств, направляемых на развитие реального сектора, никак не взаимосвязана со структурой региональных бюджетных расходов (рис. 5).

5. Бюджеты северных регионов России существенно отличаются от бюджетов остальных регионов России по размеру совокупных расходов на душу населения. На Севере расходы объективно выше из-за удорожания

жизнедеятельности. В то же время по отдельным направлениям расходов разницы почти нет. В частности, средние доли расходов на поддержку реального сектора на Севере и в остальных регионах значимо не отличаются. Об этом свидетельствуют результаты формального анализа разницы в величинах по двум выборкам данных — по Северу и по остальным регионам России (табл. 4). Различия существуют лишь по отдельным направлениям расходов. Например, расходы северных регионов на информационно-коммуникационные технологии («Связь и информатика») и жилищно-коммунальное хозяйство выше, чем в остальных регионах России. Напротив, расходы на поддержку малого и среднего предпринимательства на Севере ниже, чем в остальных регионах.

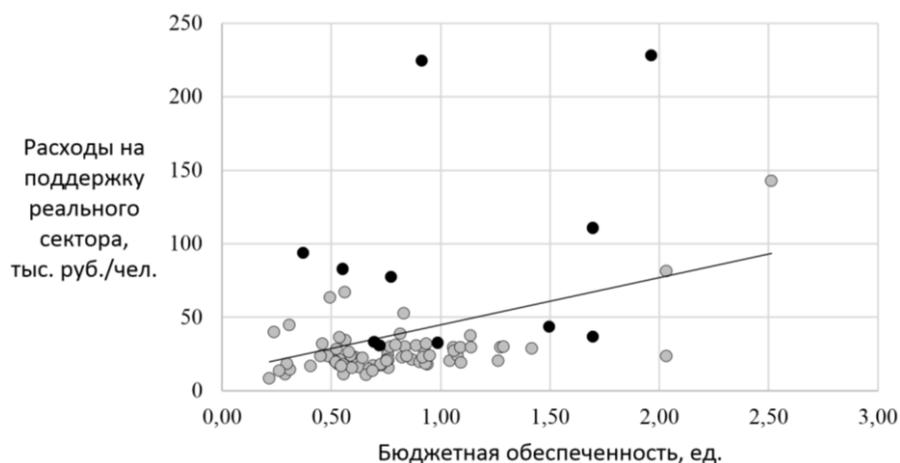


Рис. 2. Расходы бюджетов на поддержку реального сектора (тыс. рублей / чел.) и бюджетная обеспеченность регионов. По данным на 2023 г. Коэффициент корреляции: +0,25. Черной заливкой выделены северные регионы. Чукотский АО, имеющий anomalно высокие номинальные расходы (389,0 тыс. рублей / чел.) в силу особенно суровых климатических условий и высокой стоимости жизнедеятельности, не попал на рисунок.

Источник: региональные законы о бюджете, Минфин России, расчеты автора

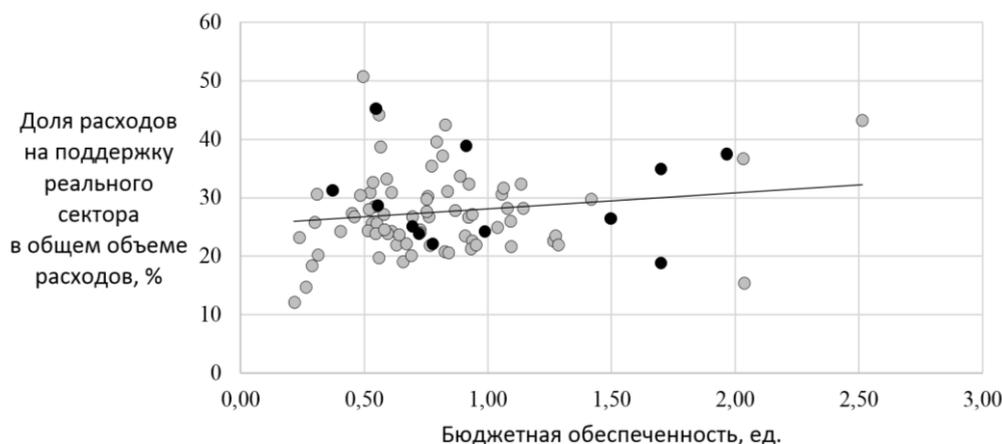


Рис. 3. Расходы бюджетов на поддержку реального сектора (%) и бюджетная обеспеченность регионов. По данным на 2023 г. Коэффициент корреляции: 0,00. Черной заливкой выделены северные регионы.

Источник: региональные законы о бюджете, Минфин России, расчеты автора

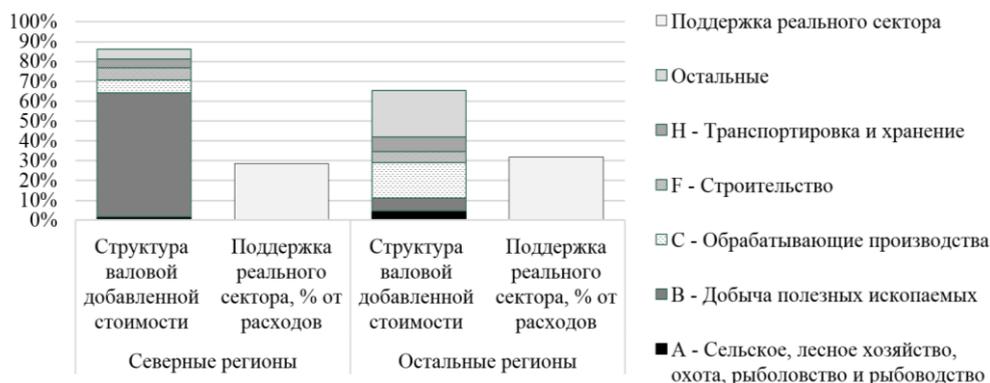


Рис. 4. Отраслевая структура валовой добавленной стоимости и расходы на поддержку реального сектора экономики. Структура валовой добавленной стоимости — по данным за 2022 г., объем поддержки реального сектора — по данным на 2023 г.
 Источник: Росстат, региональные законы о бюджете, расчеты автора

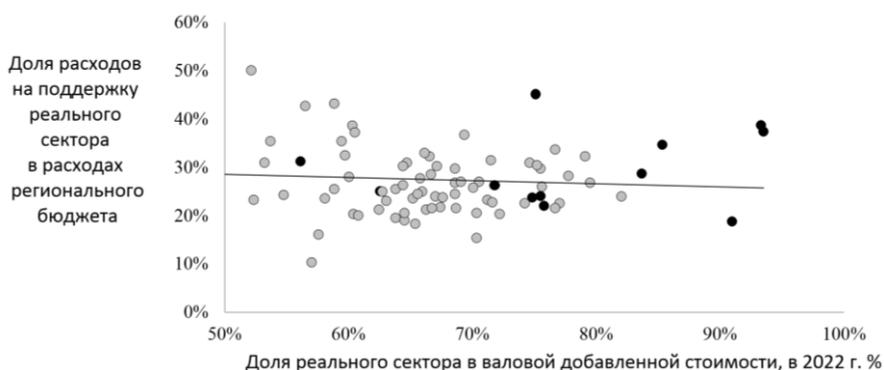


Рис. 5. Доля расходов, направленных на поддержку реального сектора экономики, все регионы, %. По данным на 2023 г. Коэффициент корреляции: «-0,09». Черной заливкой выделены северные регионы.
 Источник: региональные законы о бюджете, расчеты автора, Росстат

Таблица 4

Удельный вес расходов на поддержку реального сектора в 2023 г. (сравнительный анализ)

Направление расходов	Среднее значение, % от общих расходов		Вероятность достоверности гипотезы о равенстве средних, % ¹	Отличается ли объем расходов на Севере от других регионов? ²
	Северные регионы	Остальные регионы		
Расходы на поддержку реального сектора, <i>всего</i>	29,7	27,2	36	Нет
Национальная экономика (без разбивки на подразделы)	1,6	2,1	23	Нет
Топливо-энергетический комплекс	0,9	0,5	52	Нет
Сельское хозяйство и рыболовство	2,4	3,1	23	Нет
Транспорт и дорожное хозяйство	10,3	11,8	85	Нет
Сельское хозяйство и рыболовство	2,4	3,1	23	Нет
Водное хозяйство	0	0,3	12	Нет
Лесное хозяйство	0,4	0,3	76	Нет
Занятость	0,7	0,8	12	Нет
Поддержка строительства	0,9	0,7	61	Нет
Связь и информатика	1,2	0,6	2	Да
Жилищно-коммунальное хозяйство	11,0	6,4	1	Да
Поддержка малого предпринимательства	0	0,1	8	Да
<i>Справочно:</i> расходы производительные	55,1	60,3	11	Нет

Примечание. Источник: расчеты по данным региональных законов о бюджете на 2023–2025 гг. (первая редакция).

¹ Берется наименьшая оценка вероятности исходя из двух тестов: 1) t-теста Уэлча на двух образцах; 2) критериев суммы рангов Уилкоксона.

² На 10 %-м уровне значимости (при 90 %-м доверительном интервале).

Данный тезис подтверждается тем, что госпрограммы, посвященные развитию цифровизации государства и общественной сферы, функционируют лишь в 23 субъектах Российской Федерации, из которых сразу четыре⁵ входят в состав северных. При этом в северных регионах нет отдельных программ, посвященных малому и среднему предпринимательству, тогда как всего по России в целом в 16 регионах⁶ действуют такие программы.

Выводы

Научная новизна исследования заключается в установлении степени дифференциации программных расходов бюджетов северных и остальных регионов России, направленных на поддержку реального сектора экономики. Это стало возможным в результате сбора и упорядочения данных о направлениях бюджетных расходов в разрезе государственных программ регионов и анализа масштабов различий. Насколько нам известно, это выполнено впервые в литературе. Методологическая новизна обусловлена (1) оригинальной классификацией программных расходов на базе официальных функциональных направлений и (2) демонстрацией возможностей формального статистического инструментария оценки дифференциации удельных весов расходов — путем анализа различий в средних значениях в двух выборках данных.

Теоретическая значимость исследования заключается в доказательстве того, что доля бюджетных расходов регионов на поддержку реального сектора не зависит ни от уровня бюджетной обеспеченности региона, ни от отраслевой структуры его экономики. Установлено, что субъекты Российской Федерации в существенной степени отличаются друг от друга по структуре госпрограмм и объемам их финансирования. В отдельном регионе может быть несколько смежных госпрограмм, например, в сферах социальной политики и образования. Тем не менее, финансирование транспортной инфраструктуры является приоритетным направлением расходов. Но если бюджетная поддержка транспортных систем характерна для всех регионов, то на Севере расходы

на ЖКХ значимо выше. Во многом это связано с повышенными расходами на жилищно-коммунальное хозяйство из бюджетов северных регионов, расположенных на Дальнем Востоке.

В северных регионах расходы бюджетов на поддержку реального сектора экономики малы, если сравнивать с отраслевой структурой экономики. Они несколько ниже, чем в остальных регионах России, где доля таких расходов, по данным за 2023 г., составляет примерно треть от их общего объема. Однако формальный статистический анализ показал, что с вероятностью более 30 % общий объем финансовой поддержки реального сектора (в % от общего объема расходов) на Севере и в остальных регионах России одинаков. Тем не менее, по отдельным направлениям — жилищно-коммунальное хозяйство и информационно-коммуникационные технологии — расходы бюджетов в форме госпрограмм на Севере выше, чем в остальных регионах. Гораздо меньший объем бюджетной поддержки на Севере получают такие направления, как повышение энергоэффективности, содействие занятости, поддержка отдельных отраслей экономики или предпринимательства в целом, туризм, научная и инновационная деятельность.

Полученные результаты открывают перспективы дальнейших исследований. К их числу относятся сбор сведений о многолетних тенденциях в изменении числа и композиции государственных программ в субъектах Российской Федерации, поиск общего и различий между регионами; поиск факторов дифференциации доли расходов бюджетов на поддержку реального сектора в регионах; анализ взаимосвязи отдельных направлений государственной поддержки реального сектора и удельного веса соответствующих видов деятельности (отраслей), входящих в состав реального сектора экономики. Как и в рамках выполненной работы, поставленные задачи необходимо решать, анализируя данные как по всем регионам России, так и по северным регионам отдельно. Это позволит выделить основные тенденции финансовой поддержки реального сектора экономики со стороны бюджетов субъектов Российской Федерации, а также особенности бюджетной политики северных регионов России.

Список источников

1. Печенская-Полищук М. А. Влияние процессов централизации и децентрализации на формирование налогового потенциала территорий // Экономика региона. 2021. Т. 17, № 2. С. 658–672. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-22>.

⁵ Архангельская область, Ханты-Мансийский автономный округ, Республика Саха (Якутия), Камчатский край.

⁶ Владимирская область, Тульская область, Республика Северная Осетия — Алания, Республика Башкортостан, Самарская область, Ульяновская область, Курганская область, Тюменская область,

Челябинская область, Республика Тыва, Алтайский край, Красноярский край, Кемеровская область, Новосибирская область, Хабаровский край, г. Севастополь. В каждом регионе объем расходов по такой программе не превышает 1 % общих расходов бюджета субъекта.

2. Пьянкова С. Г., Комбаров М. А. Усиление фискальной децентрализации как один из способов ослабления гетерогенности экономического пространства России // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2023. № 16 (2). С. 52–68. <https://doi.org/10.15838/esc.2023.2.86.3>.
3. Фаузер В. В., Смирнов А. В., Фаузер Г. Н. Демографическая динамика и трансформация системы расселения на Севере России в координатах переписи населения 2021 года // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2023. № 1. С. 64–79. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2023.79.004>.
4. Гаджиев Ю. А. Инвестиции в основной капитал реального сектора экономики регионов севера России // *Вестник Коми республиканской академии государственной службы и управления. Теория и практика управления*. 2023. № 2 (40). С. 67–71. <https://elibrary.ru/BNAQFD>.
5. Дмитриева Т. Е., Куратова Л. А. Направления цифровой трансформации социосервисного пространства северного региона // *Экономика региона*. 2024. Т. 20, № 2. С. 492–505. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-10>.
6. Blomquist S., Christiansen V. The political economy of publicly provided private goods // *Journal of Public Economics*. 1999. No. 73 (1). P. 31–54. [https://doi.org/10.1016/S0047-2727\(99\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0047-2727(99)00002-X).
7. Del Granado F. J. A., Martinez-Vazquez J., McNab R. M. Decentralized Governance, Expenditure Composition, and Preferences for Public Goods // *Public Finance Review*. 2018. No. 46 (3). P. 359–388. <https://doi.org/10.1177/1091142116639127>.
8. Busemeyer M. R. The Impact of Fiscal Decentralisation on Education and Other Types of Spending // *Swiss Political Science Review*. 2008. No. 14 (3). P. 451–481. <https://doi.org/10.1002/j.1662-6370.2008.tb00109.x>.
9. Kappeler A. et al. Does fiscal decentralization foster regional investment in productive infrastructure? // *European Journal of Political Economy*. 2013. No. 31 (Supplement C). P. 15–25. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2013.03.003>.
10. The Quality of Public Expenditures in the EU. European Commission Occasional Papers, 2012.
11. Котов А. В. Развитие преференциального режима при реализации инвестиционных проектов промышленного освоения территории Арктической зоны Российской Федерации // *Арктика: экология и экономика*. 2023. Т. 13, № 2. С. 297–309. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2023-2-297-309>.
12. Кобылинская Г. В. и др. Финансово-инвестиционный потенциал регионов Крайнего Севера и Арктики Российской Федерации: методология оценки и управление. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2024. 193 с.
13. Дядик Н. В., Чапаргина А. Н. Траектории финансового развития регионов российской Арктики // *Арктика и Север*. 2022. № 47. С. 26–42. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2022.47.26>.
14. Казакова С. М., Климанов В. В. Трансформация целей развития Арктической зоны Российской Федерации // *Государственное и муниципальное управление. Ученые записки*. 2022. № 1. С. 96–110. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2022-1-1-96-110>.
15. Балаев А. И. Влияние структуры бюджетных расходов на экономический рост в России // *Экономическая политика*. 2018. № 6. С. 8–35. <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2018-6-8-35>.
16. Михайлова А. А., Климанов В. В., Сафина А. И. Влияние межбюджетных трансфертов на экономический рост и структуру региональной экономики // *Вопросы экономики*. 2018. № 1. С. 91–103. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-1-91-103>.
17. Кожина Е. В., Сергеева К. И. Доступность бюджетных инвестиций для регионов при программно-целевом подходе к формированию бюджетов (на примере муниципальных образований Архангельской области) // *Арктика и Север*. 2023. № 52. С. 87–99. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.52.87>.
18. Князева Е. Г., Самков К. Н. Финансирование и целеполагание государственных программ развития промышленности субъектов Российской Федерации // *Финансы*. 2021. № 3. С. 15–23. <https://elibrary.ru/NDPBVN>.
19. Локтюхина Н. В., Феоктистова О. А. Совершенствование организационной и финансовой моделей содействия занятости в России // *Финансовый журнал*. 2022. Т. 14, № 4. С. 29–45. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2022-4-29-45>.
20. Петриков А. В. Межрегиональные различия в качестве жизни сельского населения и пути их преодоления // *Федерализм*. 2024. Т. 29, № 1 (113). С. 55–76. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2024-1-55-76>.
21. Мирзеханова З. Г., Кольцова А. А. Экологическая политика регионов Дальневосточного федерального округа в контексте национальных стратегических целей // *Экономика региона*. 2024. Т. 20, № 1. С. 218–234. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-1-15>.
22. Semmler W. et al. Fiscal Policy, Public Expenditure Composition, and Growth: Theory and Empirics. World Bank Policy Research Working Paper. 2007. No. 4405.
23. Гаджиев Ю. А. Реальный сектор экономики Севера: содержание и особенности функционирования // *Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера — 2022: Сборник статей Восьмой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (21–23 сентября 2022 г., Сыктывкар): в 2 ч. Иркутск: ООО «Максима», 2022. Ч. II. С. 247–254.*
24. Stowell S. *Using R for Statistics*. Apress, 2014.

References

1. Pechenskaya-Polishchuk M. A. Vliyanie protsessov tsentralizatsii i detsentralizatsii na formirovanie nalogovogo potentsiala territorii [The influence of centralisation and decentralisation processes on regional tax potential]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2021, Vol. 17, No. 2, pp. 658–672. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-22>. (In Russ.).
2. Pyankova S. G., Kombarov M. A. Usilenie fiskal'noi detsentralizatsii kak odin iz sposobov oslableniya geterogenosti ekonomicheskogo prostranstva Rossii [Strengthening fiscal decentralization to reduce the heterogeneity of Russia's economic space]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2023, No. 16 (2), pp. 52–68. <https://doi.org/10.15838/esc.2023.2.86.3>. (In Russ.).
3. Fauzer V. V., Smirnov A. V., Fauzer G. N. Demograficheskaya dinamika i transformatsiya sistemy rasseleniya na Severe Rossii v koordinatakh perepisi naseleniya 2021 goda [Demographic trends and transformation of population distribution in the North of Russia: Insights from the 2021 Census]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo porjadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2023, No. 1, pp. 64–79. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2023.79.004>. (In Russ.).
4. Gadjev Yu. A. Investitsii v osnovnoi kapital real'nogo sektora ekonomiki regionov severa Rossii [Investments in fixed capital of the real sector of the economy of the regions of the North of Russia]. *Vestnik Komi respublikanskoi akademii gosudarstvennoi sluzhby i upravleniya. Teoriya i praktika upravleniya* [Vestnik of the Komi Republican Academy of State Service and Administration. Theory and Practice of Administration], 2023, No. 2 (40), pp. 67–71. <https://elibrary.ru/BNAQFD>. (In Russ.).
5. Dmitrieva T. E., Kuratova L. A. Napravleniya tsifrovoy transformatsii sotsioservisnogo prostranstva severnogo regiona [Directions of digital transformation of the social service space in a northern region]. *Ekonomika regiona* [Economy of Regions], 2024, No. 20 (2), pp. 492–505. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-10>. (In Russ.).
6. Blomquist S., Christiansen V. The political economy of publicly provided private goods. *Journal of Public Economics*, 1999, No. 73 (1), pp. 31–54. [https://doi.org/10.1016/S0047-2727\(99\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0047-2727(99)00002-X).
7. Del Granado F. J. A., Martinez-Vazquez J., McNab R. M. Decentralized governance, expenditure composition, and preferences for public goods. *Public Finance Review*, 2018, No. 46 (3), pp. 359–388. <https://doi.org/10.1177/1091142116639127>.
8. Busemeyer M. R. The impact of fiscal decentralisation on education and other types of spending. *Swiss Political Science Review*, 2008, No. 14 (3), pp. 451–481. <https://doi.org/10.1002/j.1662-6370.2008.tb00109.x>.
9. Kappeler A., Solé-Ollé A., Stephan A., Väilä T. Does fiscal decentralization foster regional investment in productive infrastructure? *European Journal of Political Economy*, 2013, No. 31 (Supplement C), pp. 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2013.03.003>.
10. The quality of public expenditures in the EU. European Commission Occasional Papers, 2012.
11. Kotov A. V. Razvitie preferentsial'nogo rezhima pri realizatsii investitsionnykh proektov promyshlennogo osvoeniya territorii Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii [Preferential treatment propagation in the implementation of investment projects for the industrial development of the Russian Arctic territory]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economy], 2023, Vol. 13, No. 2, pp. 297–309. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2023-2-297-309>. (In Russ.).
12. Kobylinskaya G. V., Fedoseev S. V., Barasheva T. I., Chapargina A. N., Badylevich R. V., Verbinenko E. A., Pochivalova G. P., Krapivin D. S. *Finansovo-investitsionnyi potentsial regionov Krainego Severa i Arktiki Rossiiskoi Federatsii: metodologiya otsenki i upravlenie* [Financial and investment potential of Russia's Far North and Arctic regions: Assessment methodology and management]. Apatity, KSC RAS, 2024, 193 p. (In Russ.).
13. Dyadik N. V., Chapargina A. N. Traektorii finansovogo razvitiya regionov rossiiskoi Arktiki [Financial development trajectories of the Russian Arctic regions]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2022, No. 47, pp. 26–42. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2022.47.26>. (In Russ.).
14. Kazakova S. M., Klimanov V. V. Transformatsiya tselei razvitiya Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii [Transformation of the development goals of the Russian Arctic]. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski* [State and Municipal Management. Scholar Notes], 2022, No. 1, pp. 96–110. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2022-1-1-96-110>. (In Russ.).
15. Balaev A. I. Vliyanie struktury byudzhetykh raskhodov na ekonomicheskii rost v Rossii [The impact of public expenditure structure on economic growth in Russia]. *Ekonomicheskaya politika* [Economic Policy], 2018, No. 6, pp. 8–35. <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2018-6-8-35>. (In Russ.).
16. Mikhaylova A. A., Klimanov V. V., Safina A. I. Vliyanie mezhyudzhetykh transfertov na ekonomicheskii rost i strukturu regional'noi ekonomiki [The impact of intergovernmental fiscal transfers on economic growth and the structure of the regional economy]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], 2018, No. 1, pp. 91–103. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-1-91-103> (In Russ.).
17. Kozhina E. V., Sergeeva K. I. Dostupnost' byudzhetykh investitsii dlya regionov pri programmno-tselevom podkhode k formirovaniyu byudzheta (na primere munitsipal'nykh obrazovaniy Arkhangel'skoi oblasti) [Availability of budget investments for regions under the program-targeted approach to budget formation (on the example of municipalities of the Arkhangelsk Oblast)]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, No. 52, pp. 87–99. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.52.87>. (In Russ.).

18. Knyazeva E. G., Samkov K. N. Finansirovanie i tselepolaganie gosudarstvennykh programm razvitiya promyshlennosti sub"ektov Rossiiskoi Federatsii [Financing and goal-setting in government programs for the development of industry in the subjects of the Russian Federation]. *Finansy* [Finance], 2021, No. 3, pp. 15–23. <https://elibrary.ru/NDPBBH>. (In Russ.).
19. Loktyukhina N. V., Feoktistova O. A. Sovershenstvovanie organizatsionnoi i finansovoi modelei sodeistviya zanyatosti v Rossii [Improving the organizational and financial models of employment assistance in Russia]. *Finansovyi zhurnal* [Financial Journal], 2022, No. 14 (4), pp. 29–45. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2022-4-29-45>. (In Russ.).
20. Petrikov A. V. Mezhregional'nye razlichiya v kachestve zhizni sel'skogo naseleniya i puti ikh preodoleniya [Differences in the quality of life of the rural population between regions and ways to overcome them]. *Federalizm* [Federalism], 2024, Vol. 29, No. 1 (113), pp. 55–76. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2024-1-55-76>. (In Russ.).
21. Mirzekhanova Z. G., Kol'tsova A. A. Ekologicheskaya politika regionov Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga v kontekste natsional'nykh strategicheskikh tselei [Regional environmental policy of the Far Eastern Federal District in the context of national strategic goals]. *Ekonomika regiona* [Economy of Regions], 2024, No. 20 (1), pp. 218–234. (In Russ.).
22. Semmler W., Greiner A., Diallo B., Rezai A., Rajaram A. Fiscal policy, public expenditure composition, and growth: Theory and empirics. World Bank Policy Research Working Paper. 2007, No. 4405.
23. Gadzhiev Yu. A. Real'nyi sektor ekonomiki Severa: sodержanie i osobennosti funktsionirovaniya [The real sector of the economy of the North: Functioning and features]. *Aktual'nye problemy, napravleniya i mekhanizmy razvitiya proizvoditel'nykh sil Severa—2022: Sbornik statei Vos'moi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem) (21–23 sentyabrya 2022 g., Syktyvkar): v 2 ch.* [Topical Issues, Directions and Mechanisms of Development of the Productive Forces of the North — 2022: Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference (with international participation) (September 21–23, 2022, Syktyvkar). Irkutsk, Maksima, 2022, Part. II, pp. 247–254. (In Russ.).
24. Stowell S. *Using R for statistics*. Apress, 2014.

Об авторе:

Е. Н. Тимушев — канд. экон. наук, старший научный сотрудник.

About the author:

E. N. Timushev — PhD (Economics), Senior Researcher.

Статья поступила в редакцию 24 марта 2025 года.

Статья принята к публикации 24 июля 2025 года.

The article was submitted on March 24, 2025.

Accepted for publication on July 24, 2025.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Научная статья

УДК 339.13

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.007

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ
ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОКУСАлексей Евгеньевич Череповицын¹, Ирина Андрияновна Мекерова²^{1,2}Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия¹alekseicherepov@inbox.ru, ORCID 0000-0003-0472-026X²s245078@stud.spmi.ru, ORCID 0009-0000-5097-3992

Аннотация. Актуальность работы объясняется тем, что металлы платиновой группы (МПГ) играют ключевую роль при производстве современных высокотехнологичных продуктов, включая каталитические нейтрализаторы для автомобилей, катализаторы для нефтепереработки, водородные топливные элементы и электронные компоненты, а также при производстве ювелирных изделий. Данные металлы становятся все более важными для развития устойчивых технологий и повышения эффективности промышленных процессов. Однако их добыча и использование связаны с серьезными экологическими проблемами, особенно в уязвимых регионах, включая Арктику, где требуется особый баланс между промышленным освоением и сохранением хрупких экосистем. Арктический регион России, обладающий крупными месторождениями МПГ, представляет собой стратегически важную территорию для обеспечения сырьевой независимости страны и устойчивого развития горнопромышленного комплекса. Целью данной работы является анализ перспективных направлений развития рынка МПГ в контексте их эффективного использования, вторичной переработки и интеграции в модель зеленой экономики. Исследование направлено на выявление ключевых тенденций, технологических возможностей и механизмов, способствующих устойчивому развитию отрасли, снижению экологической нагрузки и формированию замкнутых циклов обращения стратегически важных ресурсов. Для достижения цели использовались методы системного анализа, сравнительный анализ регулирования добычи и переработки МПГ, также оценен потенциал вторичного сырья в условиях растущего дефицита природных ресурсов. Научная новизна исследования состоит в комплексном рассмотрении взаимосвязи между развитием зеленых технологий и потребностью в стабильных поставках МПГ с акцентом на необходимость модернизации экологического регулирования и формирования эффективной системы вторичного извлечения. Представлены авторские выводы о необходимости стратегического управления в сфере развития производств и рынков МПГ, усиления роли государственной политики для обеспечения устойчивого развития горнопромышленного комплекса и расширения применения экологически безопасных технологий.

Ключевые слова: металлы платиновой группы, палладий, Арктика, автокатализаторы, устойчивое развитие, экологическое законодательство, переработка

Для цитирования: Череповицын А. Е., Мекерова И. А. К вопросу устойчивого развития производства металлов платиновой группы: экологический и экономический фокус // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 104–121. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.007.

INDUSTRIAL AND SECTORAL GROWTH IN THE RUSSIAN NORTH AND ARCTIC

Original article

TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN PLATINUM GROUP METALS PRODUCTION:
ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PERSPECTIVESAlexey E. Cherepovitsyn¹, Irina A. Mekerova²^{1,2}Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia¹alekseicherepov@inbox.ru, ORCID 0000-0003-0472-026X²s245078@stud.spmi.ru, ORCID 0009-0000-5097-3992

Abstract. The relevance of this study lies in the critical role that platinum group metals (PGMs) play in the production of modern high-tech products, including automotive catalytic converters, oil refining catalysts, hydrogen fuel cells, and electronic components, and in jewelry production. These metals are increasingly important for advancing sustainable technologies and improving industrial process efficiency. However, their extraction and use pose major environmental

challenges, particularly in sensitive regions such as the Arctic, where industrial development must be carefully balanced with the preservation of fragile ecosystems. The Russian Arctic, with its substantial PGM deposits, represents a strategically important territory for ensuring national resource independence and promoting sustainable development in the mining industry. This study aims to analyze promising directions for the development of the PGM market, focusing on efficient use, recycling, and integration into a green economy model. It seeks to identify key trends, technological opportunities, and mechanisms that support sustainable industry development, reduce environmental impacts, and establish closed-loop cycles for strategically important resources. To achieve these objectives, the study employs systems analysis and a comparative review of PGM production and processing regulations. The potential of secondary raw materials is also assessed in the context of growing resource scarcity. The scientific novelty of the study lies in its comprehensive examination of the relationship between green technology development and the need for stable PGM supplies, with particular emphasis on modernizing environmental regulations and establishing effective secondary recovery systems. The authors present conclusions highlighting the importance of strategic management in PGM production and markets, strengthening public policy to ensure sustainable development in the mining industry, and expanding the adoption of environmentally friendly technologies.

Keywords: platinum group metals, palladium, Arctic, automotive catalytic converters, sustainable development, environmental standards, recycling

For citation: Cherepovitsyn A. E., Mekerova I. A. Towards sustainable development in platinum group metals production: Environmental and economic perspectives. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 104–121. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.007.

Введение

Исследования в области вторичной переработки материалов вызывают все больший интерес к восстановлению металлов платиновой группы из отходов. Большинство существующих исследований сосредоточено на извлечении МПГ из использованных автомобильных каталитических нейтрализаторов, при этом вопрос повторного использования катализаторов в топливных элементах остается малоизученным. Развитие водородной энергетики, критически зависящей от металлов платиновой группы в электролизерах и топливных элементах, усиливает актуальность исследований по их устойчивому получению и вторичной переработке [1]. Однако процесс восстановления МПГ из автомобильных катализаторов связан с применением агрессивных химических веществ и энергозатратных методов, что может привести к загрязнению окружающей среды и увеличению выбросов углерода. Разработка новых технологий для зеленой экономики с минимальным экологическим следом требует комплексных подходов к оценке рисков и ресурсоэффективности [2]. Поиск решений, направленных на рациональное использование ресурсов и обеспечение безопасности горных работ, является обоснованным, устойчивым и перспективным направлением развития промышленности [3]. Современные вызовы требуют системного подхода к оценке и развитию отрасли с фокусом на экологическую и социально-экономическую устойчивость [4]. Глобальные усилия по декарбонизации и достижение целей устойчивого развития предполагают не только развитие зеленых технологий, но и ответственное управление ресурсами [5]. Целесообразность промышленного освоения ресурсов обусловлена потребностью увеличения объемов добычи полезных ископаемых, повышения степени комплексной переработки

сырья, а также улучшения экологической обстановки в регионах, где ведется горнодобывающая деятельность [6].

Металлы платиновой группы относятся к переходным элементам второго и третьего рядов группы 8В периодической таблицы Д. И. Менделеева. Однако вместе с золотом и серебром, которые расположены рядом с платиной и палладием соответственно, они образуют группу так называемых драгоценных, или благородных, металлов. Кроме того, МПГ имеют тесную геологическую связь с железом, кобальтом и никелем, которые также находятся в их ближайшем окружении в таблице.

Целью настоящего исследования выступает анализ перспективных направлений развития рынка металлов платиновой группы в контексте их эффективного использования, вторичной переработки и интеграции в модель зеленой экономики.

Исследовательские задачи настоящей статьи: обобщить свойства и сферы применения металлов платиновой группы на основе литературного обзора; определить современное состояние и потенциал месторождений МПГ в Арктическом регионе; выявить перспективы использования МПГ в условиях перехода к экологичным технологиям; обосновать более масштабное использование МПГ в рамках становления циркулярной экономики.

Материалы и методы

Информационной базой исследования служат данные, представленные на официальных сайтах Росстата РФ, Министерства экономического развития РФ, отчеты Международного энергетического агентства (IEA), Европейской комиссии, Zion Market Research, а также данные горнодобывающих компаний.

В работе использован ряд научных методов: анализ нормативных источников (при изучении

правового регулирования добычи и переработки металлов платиновой группы в контексте устойчивого развития); анализ научной литературы (при исследовании современных подходов к экологически безопасному и экономически эффективному производству платиноидов в России и за рубежом); синтез, анализ и обобщение (при выявлении ключевых экологических и экономических факторов устойчивого развития отрасли); сравнение и классификация (при оценке показателей эколого-экономической эффективности предприятий, производящих МПГ), системный анализ (рассмотрены взаимосвязи между добычей МПГ, экологическими последствиями и экономическими факторами).

Результаты

Свойства и применение МПГ

Несмотря на широкие области применения и высокий рыночный спрос, МПГ являются одними из самых редких элементов на Земле, их содержание в земной коре составляет менее 0,01 г/т.

Металлы платиновой группы обладают рядом уникальных свойств, которые делают их незаменимыми в различных отраслях, включая автомобильную промышленность, ювелирное дело, медицину и химическое производство [7]. МПГ обладают тугоплавкостью, химической стойкостью и высокой каталитической активностью, благодаря чему их можно использовать в химических процессах и производстве катализаторов, предотвращающих вредные выбросы оксидов углерода, оксидов азота и углеводородов [8].

Одним из способов применения данных металлов является использование в катализе как в процессах нефтепереработки, так и в широком спектре нефтехимических реакций, а также в системах контроля выбросов выхлопных газов. МПГ широко применяются в электронике для создания множества компонентов (жестких дисков компьютеров, конденсаторов и плазменных экранов). В электронной промышленности палладиевое покрытие играет ключевую роль. Такие компоненты, как разъемы, печатные платы и полупроводники, покрываются палладием для обеспечения надежности и долговечности [9].

В стоматологии и медицине биосовместимость палладия делает его идеальным материалом для зубных коронок, мостов. Он хорошо интегрируется с тканями человека и устойчив к коррозии, что обеспечивает долговечность протезов и медицинских устройств.

В статье [10] подчеркивается, что катализаторы на основе палладия (Pd) играют важнейшую роль в химической промышленности, особенно в производстве сложных молекул, таких как тонкие химикаты и фармацевтические препараты. В последние годы

все больше внимания уделяется разработке эффективных, экономичных и экологически безопасных нанокатализаторов на основе палладиевых наночастиц (PdNP), синтезированных с использованием зеленых методов [11]. Более того, PdNP демонстрируют высокую пригодность к вторичной переработке и повторному использованию, что, безусловно, является ключевым аспектом в области устойчивой химии, поскольку их способность сохранять каталитическую активность на протяжении множества циклов делает их крайне эффективными для крупномасштабного промышленного применения [12]. Нанокатализаторы Pd не только повышают синтетическую эффективность химического процесса, но и позволяют использовать более мягкие условия и разрабатывать более экологичную химию [13].

В статье [14] сообщается, что идеальный устойчивый катализатор должен соответствовать нескольким ключевым критериям. Во-первых, он должен производиться из вторичных источников, чтобы не истощать ограниченные первичные ресурсы. Во-вторых, такой катализатор должен эффективно функционировать при низком содержании палладия, что делает его более экономичным и экологически безопасным. Кроме того, важно, чтобы он работал в условиях минимального воздействия на окружающую среду и чтобы его было можно многократно использовать без потери эффективности.

В статье [15] сообщается, что растущая общественная обеспокоенность экологическими проблемами стимулировала активные исследования в области водородной энергетики, в частности, материалы на основе палладия могут использоваться не только для извлечения и очистки водорода, но и для его генерации с помощью мембранного катализа, который совмещает производство водорода с его глубокой очисткой, поэтому палладий рассматривается как эффективный катализатор для топливных элементов.

Палладий, как ключевой компонент катализатора, сыграл важную роль в процессах горения, продемонстрировав высокую активность в окислении метана, он также способствовал каталитическому воспламенению посредством использования водорода [16].

В статье [17] приводятся исследования, которые усилили интерес к роли палладия в разработке решений для памяти следующего поколения. Его электронные и магнитные свойства привлекли внимание специалистов в области магниторезистивной оперативной памяти (MRAM) и спинтронных устройств.

Экологичность и пригодность палладия к вторичной переработке органично вписываются в глобальные цели устойчивого развития, поскольку направлены на сохранение природных ресурсов и экологического баланса, что особенно актуально в контексте интенсивного промышленного роста

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

и постоянно увеличивающегося антропогенного воздействия на окружающую среду [18]. Поскольку водород закрепляет свою роль чистой энергии будущего, вклад палладия в безопасность и эффективность подчеркивает его статус незаменимого союзника в зеленой революции.

Коррозионная стойкость палладия и его устойчивость к высоким температурам критически важны в аэрокосмической и оборонной промышленности. Материалы, используемые, например, в космических кораблях и оборонных системах, должны выдерживать экстремальные условия. Способность палладия сохранять структурную целостность при таких требованиях делает его бесценным в компонентах самолетов, исследовании космоса и ракетных системах. В статье [19] описывается, что диселенид палладия представляет собой перспективное сырье, которое можно использовать в качестве самостоятельного материала для создания элементов солнечных панелей в космической отрасли.

Современное состояние и потенциал месторождений МПГ в Арктическом регионе

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) привлекает все больше внимания государств, частных инвесторов и горнодобывающих компаний как потенциально богатый источник полезных ископаемых [20]. Интерес объясняется огромным ресурсным потенциалом региона, включающим месторождения металлов платиновой группы, редкоземельных элементов, углеводородов и других стратегически важных полезных ископаемых. При этом постепенное освоение инфраструктуры Северного морского пути создает благоприятные условия для экономически эффективной разработки ресурсов и их последующего вывоза на мировые рынки.

Арктика играет ключевую роль в мировой добыче платины и палладия. Подавляющая часть российских запасов МПГ сосредоточена в Норильском промышленном районе, где в настоящее время реализуется масштабный проект по освоению Черногорского месторождения, одного из крупнейших в мире источников платины и палладия.

В Арктике открыты крупные малосульфидные месторождения МПГ, включая Масловское, Верхне-Талнахское, Норильское, Черногорское и Имангдинское в Норильском районе, а также Мончегорское и Гору Генеральскую на Кольском полуострове [21]. На Арктическую зону Российской Федерации приходится приблизительно 19 % общемировых запасов металлов платиновой группы [22]. На Талнахском месторождении функционирует рудник «Комсомольский», объединяющий три шахты (Маяк, Комсомольская и Скалистая). Октябрьское месторождение обрабатывается через рудники Октябрьский и Таймырский. Что касается

месторождения Норильск-1, его разработка осуществляется рудником Заполярный, включающим в себя карьер Медвежий Ручей и подземную шахту.

Более 95 % общероссийских запасов платиноидов (приблизительно 15 тыс. тонн) сконцентрированы в Норильском рудном районе Красноярского края. На Мурманскую область приходится лишь 3,7 % отечественных запасов (576,2 тонны), из которых 348 тонн представлены комплексными медно-никелевыми рудами с содержанием металлов платиновой группы месторождения Федорова Тундра, разработка которого ведется на протяжении более пятидесяти лет [23]. Данный объект является наглядным свидетельством долгосрочного промышленного присутствия в регионе и связанных с этим экологических последствий.

Минералогия платиноидов в норильских рудах характеризуется значительным разнообразием форм нахождения металлов — от твердых растворов в сульфидах до сложных интерметаллических соединений и самостоятельных минеральных видов (антимонидов, арсенидов, селенидов и сульфосолей) [24].

В настоящее время сложились благоприятные предпосылки для наращивания запасов и объемов добычи платиновых металлов как за счет интенсификации производства в действующих промышленных районах, так и путем освоения перспективных площадей. Открытие новых месторождений и выявление нетрадиционных типов платиносодержащих руд не только существенно увеличат ресурсную базу, но и дадут импульс к развитию горно-металлургических предприятий страны. Особую роль в этом процессе играет ПАО «ГМК «Норильский Никель», которое на протяжении десятилетий сохраняет лидирующие позиции на мировом рынке в производстве МПГ и освоении новых месторождений.

Однако развитие отрасли сталкивается с рядом существенных ограничений. Более 90 % разведанных запасов МПГ сосредоточено в труднодоступных районах Заполярья с недостаточно развитой инфраструктурой. Существенной проблемой становится постепенное снижение содержания платиновых металлов в рудах норильских месторождений по мере выработки богатых рудных тел. Дополнительные сложности создают недостаточная эффективность технологий извлечения платиноидов из комплексных и нетрадиционных типов рудного сырья, а также хронический дефицит инвестиций в геологоразведку и разработку новых месторождений.

Для обеспечения устойчивого развития и долгосрочного воспроизводства минерально-сырьевой базы платиновых металлов необходимо решение нескольких ключевых задач. В первую очередь требуются расширение ресурсной базы традиционных

платинодобывающих регионов — Норильского, Карело-Кольского и Уральского, а также создание новых центров добычи в Центральной России (Курско-Воронежский район), Южной Сибири (Восточно-Саянский регион) и на Дальнем Востоке за счет разведки и постановки на баланс вновь открываемых месторождений.

Особое значение имеет качественное обновление минерально-сырьевой базы МПГ через освоение новых типов платиносодержащего сырья. К перспективным направлениям относится разработка малосульфидных руд расслоенных массивов Мончегорского, Имандровского и Федорово-Панского месторождений, платино-хромитовых руд Полярного и Среднего Урала, Карелии и Кольского полуострова, титано-магнетитовых месторождений типа Пудожгорского и Чинейского, а также россыпных месторождений и черносланцевых комплексов Таймыра, Байкало-Патомского нагорья и Северо-Востока России. Дополнительный резерв представляют техногенные месторождения.

Важнейшей задачей является развитие современных технологий прогнозирования и поиска крупных месторождений МПГ, что требует разработки научно обоснованной концепции организации геолого-разведочных работ. Это позволит существенно повысить эффективность поисковых мероприятий и сократить сроки ввода в эксплуатацию новых месторождений. Северные регионы, в которых раньше освоение считалось нерентабельным из-за экстремальных условий и высоких эксплуатационных затрат, становятся экономически привлекательными для разработки новых месторождений МПГ.

Влияние экологических норм на рынок МПГ

В ряде стран, включая Соединенные Штаты (США) и страны Европейского союза (ЕС), автопроизводители обязаны соблюдать установленные стандарты выбросов для выпускаемых ими транспортных средств. В ЕС действует система экологических норм «Евро», устанавливающая предельно допустимые уровни выбросов вредных веществ автомобилями. Эти стандарты последовательно ужесточаются: от первоначального Euro 1 до современного Euro 6d, который представляет собой наиболее строгий на данный момент регламент ЕС по ограничению транспортных выбросов.

В Соединенных Штатах контроль за установлением и соблюдением стандартов выбросов транспортных средств осуществляет Агентство по охране окружающей среды (EPA). Эти стандарты распространяются на легковые автомобили, грузовики и другие виды транспорта с двигателями внутреннего сгорания. EPA разработало серию норм, известных как стандарты Tier, которые регулируют уровень выбросов

загрязняющих веществ. Концепция стандартов Tier схожа с европейскими нормами Euro и направлена на сокращение объемов вредных выбросов в атмосферу.

Наиболее строгим на данный момент является стандарт Tier 3, введенный в 2017 г. Он устанавливает более низкие предельные значения по всем категориям загрязняющих веществ, в частности оксидам азота (NOx) и твердым частицам (PM). Кроме того, стандарт Tier 3 включает проведение испытаний на выбросы в реальных дорожных условиях, что повышает точность измерений и способствует более эффективному контролю за соблюдением экологических требований.

Тестирование RDE (Real Driving Emissions) играет ключевую роль в стандартах Euro, направленных на обеспечение соответствия транспортных средств установленным нормам выбросов не только в контролируемых лабораторных условиях, но и в реальных дорожных ситуациях. В рамках RDE выбросы измеряются непосредственно во время движения автомобиля с использованием портативной системы измерения выбросов (PEMS), устанавливаемой на транспортное средство. Тестирование RDE обеспечивает точные данные о реальных выбросах, поскольку учитывает влияние различных факторов, таких как стиль вождения, дорожные условия, температурный режим.

Глобальный спрос на МПГ значительно превышает предложение природных ресурсов. Этот дисбаланс усугубляется рядом факторов, таких как неравномерное распределение ресурсов, высокие затраты на производство и серьезные экологические риски, связанные с добычей и переработкой. В связи с этим все больше внимания уделяется переработке МПГ из отработанных автомобильных катализаторов (SAC), которые становятся важным источником вторичного сырья, поскольку уникальной особенностью платиноидов является их способность к практически неограниченной переработке, т. е. каждый грамм МПГ, использованный в производстве продукции, теоретически может быть восстановлен и повторно переработан [25].

Устойчивый процесс переработки предполагает эффективное извлечение металлических ценных компонентов с минимальным потреблением энергии и использованием токсичных реагентов, а также незначительным воздействием на окружающую среду [26]. Вторичное производство МПГ может значительно минимизировать воздействие на окружающую среду благодаря сокращению выбросов и экономии энергии, учитывая, вместе с тем, тот факт, что 98 % содержания МПГ в отработанных автомобильных катализаторах можно повторно восстановить с использованием современных технологий центров переработки [27].

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

В статье [28] отмечается, что в связи с постоянным ужесточением международных экологических стандартов использование каталитических нейтрализаторов в автомобилях стало обязательным. Однако, учитывая ограниченность запасов этих металлов на мировом рынке, значительная часть спроса на МПГ, необходимых для производства трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов, удовлетворяется за счет их извлечения из отработанных автомобильных катализаторов, поэтому переработка и повторное использование драгоценных металлов становятся важным этапом в обеспечении устойчивого развития и снижения зависимости от первичной добычи.

Смещение акцента в текущем законодательстве на прагматичный подход, включающий внедрение стандартов обработки и системы сертификации по всей цепочке переработки, может значительно повысить показатели извлечения МПГ, которые содержатся в небольших количествах. Таким образом, такой подход способен не только оптимизировать процессы, но и сделать их более эффективными и экологически устойчивыми [29]. Извлечение одного килограмма палладия (Pd) из отработанных катализаторов позволяет сэкономить примерно 45 % затрат на электроэнергию и снизить потребление воды на 400 м³ по сравнению с процессом добычи из первичных руд, что подчеркивает значимость переработки вторичных ресурсов не только с точки зрения экономической эффективности, но и с позиции снижения экологической нагрузки [30].

Основным драйвером устойчивого рыночного спроса на палладий выступает усиление экологического регулирования в сфере автомобилестроения, что, в свою очередь, ведет к увеличению объемов использования палладия. В этой связи во многих странах сегодня выхлопные газы как бензиновых, так и дизельных двигателей активно очищаются с использованием набора передовых каталитических технологий [31]. Важно подчеркнуть, что в этих условиях государственная поддержка критически важна для масштабирования экологически чистых технологий, разработки стратегии по уменьшению воздействия на окружающую среду, увеличения инвестиционной привлекательности сектора и стимулирования технологического прогресса [32–35].

В статье [36] подчеркивается, что российский палладий иллюстрирует одну из ключевых геополитических проблем, связанных с поставками критически важных минералов. Россия является крупнейшим производителем палладия, а альтернативные поставщики, такие как Южная Африка (второй по величине производитель), сталкиваются с проблемами (забастовки шахтеров, политическая нестабильность и трудовые споры), которые могут привести к росту цен на палладий из-за ограниченной доступности металла.

Платиноиды часто относят к категории «критически важных металлов», и это связано с несколькими ключевыми факторами [37]. Во-первых, доминирующая роль Южной Африки в их поставках создает значительную зависимость от этого региона. Во-вторых, платиноиды играют фундаментальную роль в современных технологиях, что подчеркивает их стратегическую важность. Однако поставки этих металлов из Южной Африки сопряжены с рисками из-за ряда потенциальных проблем. Например, технологические сложности, такие как большая глубина добычи, могут ограничивать производство. Инфраструктурные проблемы, включая ненадежное энергоснабжение рудников, также оказывают влияние. Социальные факторы, такие как забастовки на шахтах, дополнительно усложняют ситуацию. Таким образом, сочетание этих факторов делает поставки платиноидов особенно чувствительными к различным рискам [38].

Высокая стоимость драгоценных металлов и непрерывно растущий спрос на них обуславливают необходимость внедрения эффективных технологий переработки. Такие технологии могут способствовать снижению негативного воздействия добычи и поставок металлов на окружающую среду, что особенно важно в контексте борьбы с изменением климата [39].

Перспективы использования МПГ в условиях перехода к экологичным технологиям

Европейский союз (ЕС) активно продвигает новые цели по сокращению выбросов CO₂ и других вредных веществ, подчеркивая стремление к достижению климатической нейтральности и снижению негативного воздействия транспорта на окружающую среду [40; 41].

Прогноз производства автотранспортных средств в РФ демонстрирует значительный рост с 2023 по 2035 г. (рис. 1). Наблюдается два этапа динамики развития.

Первая фаза (2023–2026): резкий начальный рост производства с 7 тыс. штук в 2023 г. до 71 тыс. штук в 2026 г., что указывает на восстановление и развитие автомобильной промышленности после возможного спада. Вторая фаза (2026–2035): постепенный стабильный рост производства до 506 тыс. штук в 2035 г., что свидетельствует о консолидации позиций отрасли и достижении более высоких уровней производства.

Общий объем производства увеличивается почти в 72 раза за период с 2023 по 2035 г., что говорит о перспективах развития отрасли и увеличении производственных мощностей в долгосрочной перспективе. Данный тренд обусловлен как внутренними факторами (модернизация производств, государственная поддержка), так и внешними (увеличение спроса, развитие технологий).

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ



Рис. 1. Прогноз производства автотранспортных средств в Российской Федерации, тыс. шт. Источник: [42]

В рамках реализации стратегической цели Китая по достижению «углеродного пика и углеродной нейтральности», стоит отметить, что водород, как возобновляемый, чистый и эффективный источник энергии, обладает множеством преимуществ, поскольку его «внедрение решает проблему национальной энергетической безопасности за счет энергетической устойчивости и безопасности, а также декарбонизации экономики» [43].

В статье [44] подчеркивается, что на автомобильном рынке в настоящее время преобладают транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), работающие на ископаемом топливе. Однако для достижения углеродной нейтральности к 2050 г. необходимо постепенно отказаться от традиционного ископаемого топлива в различных секторах экономики. Учитывая, что средний срок службы автомобиля составляет около 15 лет, можно предположить, что источник металлов платиновой группы из каталитических нейтрализаторов будет оставаться востребованным как минимум до 2050 г. для автомобилей с бензиновым двигателем. Тем не менее каталитические нейтрализаторы, которые представляют собой устройства, контролирующее выбросы выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания путем преобразования токсичных выхлопных газов в менее токсичные вещества, по-прежнему будут использоваться в подключаемых гибридных автомобилях [45].

Даже в случае полного отказа автомобильной промышленности от ископаемого топлива, наследие ДВС сохранит свое влияние на протяжении еще нескольких десятилетий. Переход к низкоуглеродной экономике будет постепенным и потребует учета долгосрочных последствий новых технологий, управленческих решений посредством консолидации усилий стейкхолдеров, направленных на создание устойчивой минерально-сырьевой базы [46]. Ключевым условием получения общественного одобрения зеленых инициатив является развитие экологической ответственности у населения [47].

В условиях внешних вызовов баланс достигается через гибкую реструктуризацию и вовлечение ключевых заинтересованных сторон — от регуляторов до местных сообществ — в процесс устойчивого освоения минеральных ресурсов [48]. Расширение круга участников процесса принятия решений позволяет учитывать долгосрочное воздействие на экосистемы, находить компромиссы между экономической выгодой и сохранением природного капитала, повышать легитимность экологически чувствительных проектов [49].

Выбросы от стационарных источников (рис. 2) оставались относительно стабильными, с незначительными колебаниями в пределах 16 952–17 477 тыс. тонн. Выбросы от передвижных источников (см. рис. 2) значительно сократились: с 13 973 тыс. тонн в 2015 г. до 5 024 тыс. тонн в 2023 г.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ



Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, тыс. тонн

Источник: составлено на основе [50]

Наиболее резкое снижение произошло в 2019 г., когда объем выбросов уменьшился более чем в два раза (с 15 259 тыс. тонн в 2018 г. до 5 440 тыс. тонн в 2019 г.). В последующие годы снижение продолжилось, но уже более медленными темпами.

За рассматриваемый период наблюдается существенное сокращение выбросов от передвижных источников, что связано с внедрением более строгих экологических стандартов, использованием более чистых видов топлива и развитием электротранспорта.

В статье [51] сообщается, что для бензиновых двигателей проблема твердых частиц менее актуальна, и основная задача выхлопного фильтра заключается в устранении CO, NOx и несгоревших углеводородов. Эту задачу решают с помощью так называемых «трехкомпонентных» катализаторов, в основе которых благородные металлы — платина (Pt), палладий (Pd) и родий (Rh). Каждый из этих металлов выполняет свою функцию: родий отвечает за восстановление, палладий — за окисление, а платина способна катализировать оба процесса.

Крайне важно, чтобы использование энергетических ресурсов и сырья осуществлялось рационально. Это снизит чрезмерное образование отходов и предотвратит истощение природных ресурсов, особенно в горнодобывающей промышленности. При этом прогнозируется, что спрос на эти минералы будет неуклонно расти в ближайшие годы «из-за строгих стандартов ЕС по контролю выбросов, налагаемых на автопроизводителей» [52].

Однако этот рост спроса создает серьезные вызовы для отрасли, поскольку природные ресурсы ограничены, а негативное воздействие на окружающую среду становится все более ощутимым из-за чрезмерного образования отходов в процессе добычи и переработки.

По представленным данным о выбросах углекислого газа (CO₂) (рис. 3), в период с 2010 по 2019 г. наблюдался устойчивый рост выбросов CO₂, что свидетельствует об увеличении количества автомобилей на дорогах и отсутствии значительных мер по снижению выбросов. За этот период выбросы выросли с 3,14 до 3,61 млрд тонн. В 2020 г. произошло заметное снижение выбросов до 3,2 млрд тонн. Это связано с глобальными ограничениями, вызванными пандемией COVID-19, которые привели к сокращению транспортной активности и снижению спроса на топливо. После спада в 2020 г. выбросы возобновились, достигнув 3,48 млрд тонн в 2021 г. и 3,53 млрд тонн в 2022 г. Однако, несмотря на временное снижение в 2020 г., общий тренд за 12 лет показывает рост выбросов CO₂, свидетельствуя о том, что меры по переходу на более экологичные виды транспорта и по снижению углеродного следа пока недостаточно эффективны для достижения глобальных климатических целей. Для достижения углеродной нейтральности возникает острая необходимость усиления экологической политики в условиях растущей глобальной обеспокоенности изменением климата.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

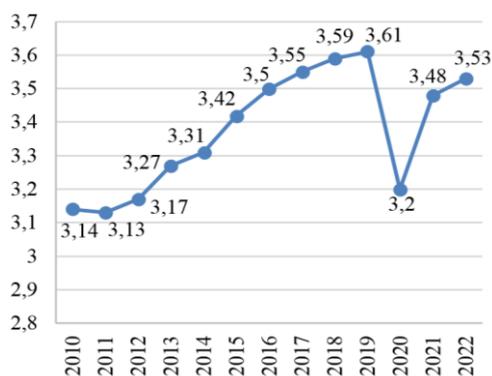


Рис. 3. Удаление углекислого газа (CO₂) из легких автомобилей и фургонов в мире с 2010 по 2022 г., млрд метрических тонн.

Источник: составлено на основе [53]

Становление циркулярной экономики как возможность более масштабного использования МПГ

Циркулярная экономика (ЦЭ) способна сыграть важную роль в поддержке горнодобывающей и перерабатывающей промышленности МПГ [54]. В последние годы наблюдается постепенный сдвиг от традиционных источников энергии в сторону возобновляемых, поэтому, как следствие, меняется структура спроса на полезные ископаемые: одни ресурсы теряют актуальность, тогда как другие, такие как литий или кобальт, становятся все более востребованными. При этом ужесточаются экологические и социальные стандарты, что напрямую влияет на реализацию проектов в добывающей отрасли. Термин «климатическая эффективность» используется для оценки результативности мер, которые, с одной стороны, направлены на снижение или предотвращение выбросов парниковых газов, а с другой — на увеличение их поглощения (в пересчете на удельные показатели) [55]. В статье [56] авторы убеждены в том, что достижение нулевого уровня выбросов (Net Zero) через сокращение углекислого газа является ключевым аспектом в борьбе с изменением климата, однако этот переход потребует значительных усилий как в адаптации существующих технологий, так и в замене их на новые, а также в обеспечении необходимыми материальными ресурсами, способствующими успешной реализации данной стратегии.

В статье [57] сообщается, что политика использования минеральных ресурсов стран — членов ЕС основывается на принципах циркулярной экономики, что предполагает переход к замкнутой системе производства и потребления. В статье [58] акцентируется внимание на том, что переработка автомобилей ежегодно генерирует около пяти миллионов тонн автомобильного средерного отхода

по всему миру, что составляет примерно 5 % от общего объема промышленных отходов, однако большая часть этих отходов либо отправляется на свалки, либо подвергается термической обработке. Источниками лома МПГ являются отработанные катализаторы, электронный лом, лом ювелирного производства и лом из других областей применения (экструзионные матрицы и тигли, используемые в производстве стекла и других областях) [59].

В статье [60] циркулярная экономика определяется как модель, в которой ценность продуктов, материалов и ресурсов сохраняется в экономической системе максимально долго, при этом минимизируется образование отходов. Для промышленных предприятий это означает не только экологическую ответственность, но и создание положительного имиджа, а также дает дополнительные социально-экономические преимущества [61]. Стремление к переходу на устойчивое развитие становится актуальным из-за растущего давления на природные ресурсы, поэтому в мире активизируются процессы, связанные с энергетическим переходом: активно развивается производство экологически чистых технологий, разрабатываются стратегии по уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, а также планируются меры по рациональному использованию ресурсов.

Крупные корпорации предпринимают ряд активных мер, направленных на снижение экологического воздействия: модернизируют оборудование для сокращения выбросов, повышают энергоэффективность производственных процессов [62]. В частности, внимание исследователей все чаще привлекают отходы электрического и электронного оборудования (WEEE), а также отслужившие свой срок транспортные средства. В этой связи обращение и устойчивая переработка WEEE требуют разработки

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

современных стратегий сбора и обработки, а также новых технологий извлечения металлов, учитывающих их специфический состав [63].

Многие страны активно внедряют нормативы, направленные на повышение эффективности утилизации каталитических нейтрализаторов и других изделий, содержащих МПГ. Директива ЕС об отходах электронного и электротехнического оборудования включает требования по извлечению драгоценных металлов из отработанных катализаторов и электроники. EU Circular Economy Action Plan (План действий по замкнутому циклу экономики) поддерживает развитие систем вторичного извлечения ценных металлов, включая МПГ, и ставит задачу повысить эффективность переработки отработанных автокомпонентов. В США программа Responsible Recycling (“R2”) сертифицирует компании по переработке электроники и катализаторов, гарантируя экологическую безопасность.

В Российской Федерации основополагающим документом в сфере охраны окружающей среды является Федеральный закон №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который устанавливает правовые и организационные основы природопользования и экологической безопасности и предусматривает обязательную классификацию отходов по степени опасности, а также лицензирование деятельности по обращению с ними. Федеральный закон № 89-ФЗ

«Об отходах производства и потребления» регулирует вопросы обращения с отходами, устанавливает правовые основы обращения с отходами на всех этапах их жизненного цикла — от образования до утилизации.

Как следует из Zion Market Research, с точки зрения выручки объем мирового рынка переработки отходов электрического и электронного оборудования (WEEE) к 2032 г., как ожидается, достигнет 550 млн долл. США [64].

Наиболее ценные металлы, такие как медь, железо и золото, имеют экономическую стоимость более 10 млрд долл. США каждый (рис. 4), что подчеркивает важность вторичного использования электронных отходов как источника драгоценных и промышленных металлов. Медь (19 млрд долл.), железо (16 млрд долл.) и золото (15 млрд долл.) занимают лидирующие позиции по экономической стоимости среди всех перечисленных металлов (см. рис. 4). Это связано с их широким применением в современной электронике и высоким объемом содержания в электронных отходах. Несмотря на меньшие объемы содержания, драгоценные металлы, такие как палладий (8 млрд долл.) и родий (2,3 млрд долл.), также имеют существенную экономическую ценность. Это объясняется их высокой рыночной стоимостью и важностью в различных отраслях, включая производство катализаторов, электронику и ювелирное дело.

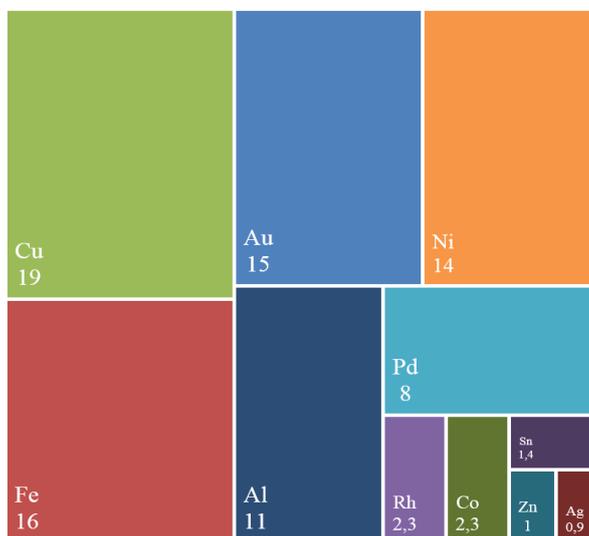


Рис. 4. Экономическая стоимость металлов из электронных отходов, млрд долл. США (2022 г.).

Источник: составлено на основе [65]

В статье [66] основное внимание уделяется тому, что в условиях роста населения и повышения спроса на высокотехнологичные продукты наблюдается значительное увеличение объемов электронных

отходов, которые, несмотря на потенциальную опасность, являются богатым источником вторичных ресурсов, включая важные стратегические металлы, однако такие темпы накопления отработанной

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

электроники стали серьезной глобальной проблемой из-за негативного воздействия на почву, водные ресурсы и здоровье человека. Данная ситуация, как сообщается в статье [67], стала серьезной проблемой как для производства электронного оборудования, так и для утилизации отходов.

Согласно данным Международного энергетического агентства, китайские автопроизводители активно расширяют продажи электромобилей с увеличенным запасом хода (EREV), использующих электродвигатель в качестве основной силовой установки, но они также оснащены двигателем внутреннего сгорания, который может подзаряжать батарею при необходимости [68].

Согласно прогнозу на рис. 5, в краткосрочной

перспективе (2024–2026 гг.) ожидается дальнейшее снижение спроса на палладий до уровня около 7 000 тыс. унций, что может быть связано с переходом автомобильной промышленности на альтернативные технологии, например электромобили, которые меньше зависят от палладия в производстве катализаторов. Однако в долгосрочной перспективе (2027–2035 гг.) прогнозируется постепенный рост спроса, который к 2035 г. может достичь 10 913 тыс. унций. Этот рост может быть обусловлен увеличением производства гибридных автомобилей, а также ужесточением экологических стандартов, требующих более эффективных каталитических систем.

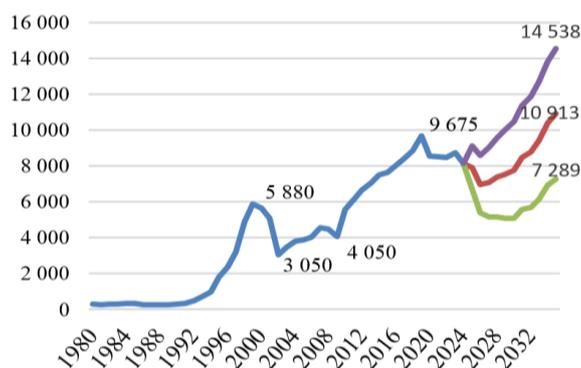


Рис. 5. Прогноз спроса на палладий со стороны автомобильной промышленности, тыс. унций

Источник: составлено на основе данных отчета [69]

Обсуждение

Таким образом, несмотря на краткосрочные колебания, долгосрочный прогноз указывает на устойчивый рост спроса на палладий со стороны автомобильной промышленности, что подчеркивает его важность как стратегического сырья в условиях перехода к более экологичным технологиям. Роль палладия в автомобильной промышленности связана с усилением мирового внимания к сокращению выбросов углерода и улучшению качества воздуха. Кроме того, учитывая, что новые экологические нормы по всему миру требуют от автопроизводителей дальнейшего снижения выбросов транспортных средств, зависимость от палладия и других металлов платиновой группы в производственных процессах, вероятно, будет только усиливаться. Этот растущий спрос делает палладий ключевым элементом в автомобильной промышленности, влияет как на производственные процессы, так и на стратегии разработки автомобилей.

Заключение

Металлы платиновой группы обладают значительным потенциалом для развития устойчивых технологий будущего, играя ключевую роль

в глобальном переходе к низкоуглеродной экономике. Их уникальные каталитические и физико-химические свойства открывают широкие возможности для применения в экологически чистых технологических решениях. Водородная энергетика — одно из наиболее перспективных направлений использования МПГ. Платина и палладий выступают незаменимыми компонентами в производстве зеленого водорода, где они используются в электролизерах для эффективного расщепления воды с использованием возобновляемой энергии. В транспортном секторе МПГ сохраняют свою актуальность, несмотря на развитие электромобилизации. Они остаются востребованными в гибридных транспортных средствах, где продолжают использоваться двигатели внутреннего сгорания.

Современные методы переработки позволяют извлекать драгоценные металлы из отработанных катализаторов и электронных отходов, что значительно снижает экологическую нагрузку на первичные ресурсы. В энергетическом секторе МПГ находят применение в технологиях улавливания и хранения углерода, где они выступают катализаторами ключевых химических процессов. Перспективным направлением является их использование в системах преобразования углекислого газа в полезные химические соединения, что открывает

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

возможности для создания замкнутых углеродных циклов. Проведенное исследование обосновывает критическую необходимость перехода к стратегическому управлению возможностями развития производств и рынков МПГ. Реализация эффективной государственной политики должна способствовать экологической безопасности, социальной ответственности и долгосрочной экономической жизнеспособности добычи и переработки МПГ.

Особое внимание следует уделить высокому потенциалу ресурсной базы МПГ в Арктическом регионе. Благодаря наличию крупных месторождений, таких как Черногорское, Талнахское и Норильск-1, Арктическая зона Российской Федерации является стратегическим районом для развития отрасли. Дальнейшее освоение малоизученных территорий, модернизация горнодобывающих мощностей и привлечение инвестиций не только значительно увеличат объемы добычи, но и укрепят позиции России на мировом рынке МПГ. Учитывая растущий спрос на платиноиды в зеленой энергетике и высокотехнологичных отраслях, своевременная реализация проектов в Арктике станет важнейшим фактором обеспечения сырьевой безопасности страны и устойчивого развития горнопромышленного комплекса.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии комплексного подхода к анализу взаимосвязи между нарастающим использованием зеленых технологий и необходимостью обеспечения устойчивых поставок металлов платиновой группы. Рассматривается роль МПГ в энергетическом переходе

с акцентом на экологическое регулирование и вторичную переработку. Работа дополняет существующую научную базу исследованиями по применению принципов циркулярной экономики к горнодобывающей отрасли, а также расширяет понимание стратегического значения минерально-сырьевой базы России в условиях глобальной декарбонизации и учитывает роль арктического макрорегиона.

Практическая значимость выражается в возможности использования полученных результатов государственными органами, горнодобывающими компаниями и научными организациями при разработке долгосрочных программ развития горнопромышленного комплекса и рынков критических технологий. Предложенные подходы к модернизации экологического регулирования и организации системы вторичного извлечения МПГ могут быть использованы при формировании национальной стратегии по обеспечению сырьевой независимости и устойчивому развитию отрасли.

В дальнейших исследованиях целесообразно сосредоточиться на детальном изучении ряда возможностей, связанных с развитием рынка МПГ. Необходимо расширить анализ роли МПГ в водородной энергетике и других новых зеленых технологиях. Научное обоснование указанных направлений позволит более полно раскрыть потенциал использования МПГ в условиях глобального энергетического перехода для обеспечения устойчивого развития горнопромышленного комплекса в долгосрочной перспективе.

Список источников

1. Galevskiy, S., Qian, H. Developing and Validating Comprehensive Indicators To Evaluate The Economic Efficiency Of Hydrogen Energy Investments // *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*. 2024. № 7. pp. 188–207. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15093154>.
2. Semenova T., Sokolov I. Theoretical Substantiation of Risk Assessment Directions in the Development of Fields with Hard-to-Recover Hydrocarbon Reserves // *Resources*. 2025; 14(4):64. <https://doi.org/10.3390/resources14040064>.
3. Linh, N. K., Dinh, D. V., Gabov, V. V., Phuc, L. Q., Thang, N. V. Enhancing the equipment adaptability for removing frame supports in the mine workings // *Ugol*. 2024. 9. P. 81–86. doi:10.18796/0041-5790-2024-9-81-86.
4. Marinina, O. A., Ilyushin, Y. V., Kildiushov, E. V. Comprehensive Analysis and Forecasting of Indicators of Sustainable Development of Nuclear Industry Enterprises // *International Journal of Engineering*. 2025. 38 (11). P. 2527–2536. <https://doi.org/10.5829/ije.2025.38.11b.05>.
5. Semenova, T., Churrana, N. Assessment of the Projects' Prospects in the Economic and Technological Development of the Oil and Gas Complex in the Republic of Mozambique // *Resources*. 2025. 14. P. 106. <https://doi.org/10.3390/resources14070106>.
6. Александрова Т. Н., О'Коннор С. Переработка платинометалльных руд в России и Южной Африке: состояние и перспективы // *Записки Горного института*. 2020. Т. 244. С. 462–473. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.9.
7. Zheng, H., Ding, Y., Wen, Q., Liu, B., & Zhang, S. Separation and purification of platinum group metals from aqueous solution: Recent developments and industrial applications // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. 167. P. 105417. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.1054>.
8. Mudd, G. M. Key trends in the resource sustainability of platinum group elements // *Ore Geology Reviews*. 2012. 46. P. 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2012.02.005>.
9. Chicardi, E., Lopez-Paneque, A., García-Orta, V. H. G., Sepúlveda-Ferrer, R. E., & Gallardo, J. M. Enrichment Methods for Metal Recovery from Waste from Electrical and Electronic Equipment: A Brief Review // *Metals*. 2025. 15 (2). P. 140. <https://doi.org/10.3390/met15020140>.

10. Piermatti, O. Green synthesis of Pd nanoparticles for sustainable and environmentally benign processes // *Catalysts* (Basel). 2021. 11 (11). P. 1258. <https://doi.org/10.3390/catal11111258>.
11. Ayogu, J. I., Elahi, N., & Zeinalipour-Yazdi, C. D. Emerging Trends in Palladium Nanoparticles: Sustainable Approaches for Enhanced Cross-Coupling Catalysis // *Catalysts*. 2025. 15 (2). P. 181. <https://doi.org/10.3390/catal15020181>.
12. Aksoy, M., Kilic, H., Nişancı, B., & Metin, Ö. Recent advances in the development of palladium nanocatalysts for sustainable organic transformations // *Inorganic Chemistry Frontiers*. 2021. 8. P. 499–545. <https://doi.org/10.1039/DOQ101283A>.
13. Khan, M., Kuniyil, M., Shaik, M. R., Khan, M., Adil, S. F., Al-Warthan, A., Alkhatlan, H. Z., Tremel, W., Tahir, M. N., & Siddiqui, M. R. H. Plant Extract Mediated Eco-Friendly Synthesis of Pd@Graphene Nanocatalyst: An Efficient and Reusable Catalyst for the Suzuki-Miyaura Coupling // *Catalysts*. 2017. 7 (1). P. 20. <https://doi.org/10.3390/catal7010020>.
14. McCarthy, S., Braddock, D. C., & Wilton-Ely, J. D. E. T. Strategies for sustainable palladium catalysis // *Coordination Chemistry Reviews*. 2021. 442. P. 213925. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.213925>.
15. Alentiev, D. A., Bermeshev, M. V., Volkov, A. V., Petrova, I. V., Yaroslavtsev, A. B. Palladium Membrane Applications in Hydrogen Energy and Hydrogen-Related Processes // *Polymers*. 2025. 17. P. 743. <https://doi.org/10.3390/polym17060743>.
16. Mordarski, G., Skowron, K., Duraczyńska, D., Drabczyk, A., & Socha, R. P. Development of a Multi-Bed Catalytic Heat Generator Utilizing a Palladium-Based Hydrogen Combustion System // *Energies*. 2025. 18 (6). P. 1348. <https://doi.org/10.3390/en18061348>.
17. Palladium's Technological Triumph: Applications Range from AI to Aerospace. URL: <https://tacticalinvestor.com/palladiums-technological-triumph/> (accessed 20.02.2025).
18. Пашкевич М. А., Данилов А. С. Экологическая безопасность и устойчивое развитие // *Записки Горного института*. 2023. Т. 260. С. 153–154. EDN ICGPGI.
19. Scientists have proposed a way to increase the efficiency of solar batteries. URL: https://nauka.tass.ru/nauka/6562901?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru07/18/2019 (accessed 17.02.2025).
20. Кондратьев В. Б. Минеральные ресурсы и будущее Арктики // *Горная промышленность*. 2020. № 1. С. 87–96. DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-87-96. EDN OBRRTF.
21. Бортников Н. С., Лобанов К. В., Волков А. В., Галямов А.Л., Викентьев И.В., Тарасов Н.Н., Дистлер В. В., Лаломов А. В., Аристов В. В., Мурашов К. Ю., Чижова И.А., Чефранов Р.М. Месторождения стратегических металлов Арктической зоны // *Геология рудных месторождений*. 2015. Т. 57, № 6. С. 479. DOI 10.7868/S0016777015060027. EDN VCPJOX.
22. Опалев, А. С., Марчевская В. В. Разработка инновационных технологий обогащения полезных ископаемых Арктической зоны России // *Горная промышленность*. 2023. № 1. С. 63–70. DOI 10.30686/1609-9192-2023-1-63-70. EDN DKGKYG.
23. Корчак Е. А. и др. Социально-экономическая динамика и перспективы развития российской Арктики с учетом геополитических, макроэкономических, экологических и минерально-сырьевых факторов: монография / под научной редакцией Т. П. Скуфиной, Е. А. Корчак. Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2021. 209 с.
24. Канимбур Л. С., Таловина И. В. Платинометалльное оруденение Норильского района: история и перспективы изучения // *Известия Уральского государственного горного университета*. 2022. № 4 (68). С. 56–63. DOI 10.21440/2307-2091-2022-4-56-63. EDN MQNCXK.
25. Ruii, A., Li, W. S. J., Senila, M., Bouilhac, C., Foix, D., Bauer-Siebenlist, B., Seauudeau-Pirouley, K., Jänisch, T., Böringer, S., & Lacroix-Desmazes, P. Recovery of precious metals: A promising process using supercritical carbon dioxide and CO₂-soluble complexing polymers for palladium extraction from supported catalysts // *Molecules*. 2023. 28 (17). P. 6342. <https://doi.org/10.3390/molecules28176342>.
26. Mir, S., & Dhawan, N. A comprehensive review on the recycling of discarded printed circuit boards for resource recovery // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. 178. P. 106027. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106027>.
27. Saidani, M., Kendall, A., Yannou, B., Leroy, Y., & Cluzel, F. Closing the loop on platinum from catalytic converters: Contributions from material flow analysis and circularity indicators // *Journal of Industrial Ecology*. 2019. (In Press). <https://hal-02094798>.
28. Ilie, S., Miutescu, A., Stoianovici, M., & Mitran, G. Recovery of Precious Metals from Catalytic Converters of Automobiles by Hydrometallurgical Solid-Liquid Extraction Processes // *Advanced Materials Research*. 2013. 837. P. 105–109. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.837.105>.
29. Hagelüken, B. C. Recycling the Platinum Group Metals: A European Perspective // *Platinum Metals Review*. 2012. 56 (1). P. 29–35. <https://doi.org/10.1595/147106712x611733>.
30. Mudd, G. M., & Glaister, B. J. The environmental costs of platinum-PGM mining: an excellent case study in sustainable mining // *Proceedings of the 48th Annual Conference of Metallurgists*. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum. 2009.
31. Choi, J.-S., & Kočí, P. Automotive emission control catalysts // *Catalysts* (Basel). 2016. 6 (10). P. 155. <https://doi.org/10.3390/catal6100155>.
32. Nguyen, M. P., & Ponomarenko, T. State Incentives for Solar Energy in the Context of Energy Transition in Developed and Developing Countries // *Energies*. 2025. 18 (5). P. 1227. <https://doi.org/10.3390/en18051227>.
33. Пашкевич Н. В., Хлопонина В. С., Поздняков Н. А., Аверичева А. А. Анализ проблем воспроизводства минерально-сырьевой базы дефицитных стратегических полезных ископаемых // *Записки Горного института*. 2024. Т. 270. С. 1004–1023. EDN HNTQBF.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

34. Невская М. А., Беляев В. В., Пастернак С. Н., Виноградова В. В., Шагидулина Д. И. Оценка потенциального ущерба почвам от аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории Арктического региона // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2024. № 3. С. 107–122. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2024.85.007.
35. Doan, D. B., & Bond, A. R. Russia's platinum-group metals: A current survey // *International Geology Review*. 1994. 36 (1). P. 92–100. <https://doi.org/10.1080/00206819409465451>.
36. Kohnert, D. Prospects and challenges for EU rare earth imports from Russia: The case of Germany, France and Italy. 2024.
37. Ruiu, A., Bauer-Siebenlist, B., Senila, M., Li, W. S. J., Seaudeau-Pirouley, K., Lacroix-Desmazes, P., & Jänisch, T. Supercritical CO₂ Extraction of Palladium Oxide from an Aluminosilicate-Supported Catalyst Enhanced by a Combination of Complexing Polymers and Piperidine // *Molecules*. 2021. 26 (3). P. 684. <https://doi.org/10.3390/molecules26030684>.
38. Mudd, G. M., Jowitt, S. M., & Werner, T. T. Global platinum group element resources, reserves and mining—A critical assessment // *Science of the Total Environment*. 2018. P. 622–623, 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.350>.
39. Sandig-Predzymirska, L., Barreiros, T. V., Thiere, A., Weigelt, A., Vogt, D., Stelter, M., & Charitos, A. Recycling Strategy for the Extraction of PGMs from Spent PEM Electrodes. Recycalyse EU. 2021. <https://recycalyse.eu/wp-content/uploads/Paper-Sandig-Predzymirska-Lesia.pdf>.
40. Литвиненко В. С., Цветков П. С., Двойников М. В., Буслаев Г. В. Барьеры реализации водородных инициатив в контексте устойчивого развития глобальной энергетики // Записки Горного института. 2020. Т. 244. С. 428–438. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.5.
41. The European Union's ban on the sale of new petrol and diesel cars from 2035 explained. URL: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20221019STO44572/eu-ban-on-sale-of-new-petrol-and-diesel-cars-from-2035-explained> (accessed 17.02.2025).
42. Appendix No. 2. Target indicators for the implementation of the Strategy for the Development of the Automotive Industry of the Russian Federation until 2035. URL: <http://government.ru/docs/all/145481/> (accessed 10.02.2025).
43. Dyanty-Gwanya, N., Giwa, S. O., Ncanywa, T., & Taziwa, R. T. Exploring Economic Expansion of Green Hydrogen Production in South Africa // *Sustainability*. 2025. 17 (3). P. 901. <https://doi.org/10.3390/su17030901>.
44. Grilli, M. L., Slobozeanu, A. E., Larosa, C., Paneva, D., Yakoumis, I., & Cherkezova-Zheleva, Z. Platinum Group Metals: Green Recovery from Spent Auto-Catalysts and Reuse in New Catalysts—A Review // *Crystals*. 2023. 13 (4). P. 550. <https://doi.org/10.3390/cryst13040550>.
45. Koliopoulos, G., Balomenos, E., Giannopoulou, I., Yakoumis, I., & Panias, D. Behavior of Platinum Group Metals during Their Pyrometallurgical Recovery from Spent Automotive Catalysts // *Open Access Library Journal*. 2014. 1. e736. <https://doi.org/10.4236/oalib.1100736>.
46. Dmitrieva, D., & Solovyova, V. Taxonomy of Projects for the Development of Mineral Resources in the Arctic: A Path to Sustainable Financing? // *Sustainability*. 2024. 16 (11). P. 4867. <https://doi.org/10.3390/su16114867>.
47. Васильев Ю. Н., Цветкова А. Ю., Быкова Е. Н. Исследование распространенности в социальных сетях информации о проектах улавливания и захоронения углекислого газа // Вестник университета. 2023. № 2. С. 101–109. DOI 10.26425/1816-4277-2023-2-101-109. EDN IKUIHG.
48. Dmitrieva, D., Chanysheva, A., & Solovyova, V. A Conceptual Model for the Sustainable Development of the Arctic's Mineral Resources Considering Current Global Trends: Future Scenarios, Key Actors, and Recommendations // *Resources*. 2023. 12 (6). P. 63. <https://doi.org/10.3390/resources12060063>.
49. Komendantova, N. Transferring awareness into action: A meta-analysis of the behavioral drivers of energy transitions in Germany, Austria, Finland, Morocco, Jordan and Iran // *Energy Research & Social Science*. 2021. 71. P. 101826. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101826>.
50. Federal State Statistics Service Rosstat Emissions of the most common air pollutants from stationary and mobile sources. URL: <http://rosstat.gov.ru/> (accessed 10.02.2025).
51. Bardi, U., & Caporali, S. Precious metals in automotive technology: An unsolvable depletion problem? // *Minerals (Basel)*. 2014. 4 (2). P. 388–398. <https://doi.org/10.3390/min4020388>.
52. Yakoumis, I., Moschovi, A., Panou, M., Panias, D. Single-step hydrometallurgical method for the platinum group metals leaching from commercial spent automotive catalysts // *Journal of Sustainable Metallurgy*. 2020. 6. P. 549–558. <https://doi.org/10.1007/s40831-020-00272-9>.
53. Statista Carbon dioxide (CO₂) emissions from cars and vans worldwide from 2010 to 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/1388092/carbon-dioxide-emissions-cars-vans-transport/> (accessed 14.02.2025).
54. Ишин Л. А., Череповицын А. Е., Лебедев А. П. Преимущества и недостатки экономики замкнутого цикла: путь к экологически чистому производству // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2024. Т. 15, № 3. С. 135–153. DOI 10.18287/2542-0461-2024-15-3-135-153. EDN KBRAVD.
55. Шевелева Н. А. Разработка и обоснование подхода к эколого-экономической оценке проектов декарбонизации нефтегазовой компании // Записки Горного института. 2024. Т. 270. С. 1038–1055. EDN GAOTZW.
56. Holdsworth, A., Eccles, H., Sharrad, C.; George, K. Spent Nuclear Fuel—Waste or Resource? The Potential of Strategic Materials Recovery during Recycle for Sustainability and Advanced Waste Management // *Waste*. 2023. 1 (1). P. 249–263. <https://doi.org/10.3390/waste1010016>.

57. Ponomarenko, T., Nevskaya, M., & Jonek-Kowalska, I. Mineral resource depletion assessment: Alternatives, problems, results // *Sustainability*. 2021. 13 (2). P. 862. <https://doi.org/10.3390/su13020862>.
58. Mallampati, S. R., Lee, B. H., Mitoma, Y., & Simion, C. Sustainable recovery of precious metals from end-of-life vehicles shredder residue by a novel hybrid ball-milling and nanoparticles enabled froth flotation process // *Journal of Cleaner Production*. 2018. 171. P. 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.279>.
59. Hughes, A. E., Haque, N., Northey, S. A., & Giddey, S. Platinum Group Metals: A Review of Resources, Production and Usage with a Focus on Catalysts // *Resources*. 2021. 10 (9). P. 93. <https://doi.org/10.3390/resources10090093>.
60. Hagelüken, C., & Goldmann, D. Recycling and circular economy—towards a closed loop for metals in emerging clean technologies // *Mineral Economics*. 2022. 35. P. 539–562. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00319-1>.
61. Ilinova, A. A., Romasheva, N. V., & Stroykov, G. A. Prospects and social effects of carbon dioxide sequestration and utilization projects // *Journal of Mining Institute*. 2020. 244. P. 493–502. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.12>.
62. Marinina, O., Nechitailo, A., Stroykov, G., Tsvetkova, A., Reshneva, E., & Turovskaya, L. Technical and Economic Assessment of Energy Efficiency of Electrification of Hydrocarbon Production Facilities in Underdeveloped Areas // *Sustainability*. 2023. 15 (12). P. 9614. <https://doi.org/10.3390/su15129614>.
63. İşildar, A., Rene, E. R., van Hullebusch, E. D., & Lens, P. N. L. Electronic waste as a secondary source of critical metals: Management and recovery technologies // *Resources, Conservation and Recycling*. 2018. 135. P. 296–312. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.031>.
64. Zion Market Research. WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) Recycling Market By Type (Electrical Equipment And Electronic Equipment), By Application (Energy Power, Metal Smelting, Chemical Extraction, And Environmental Protection), And By Region—Global And Regional Industry Overview, Market Intelligence, Comprehensive Analysis, Historical Data, And Forecasts 2024–2032. URL: <https://www.zionmarketresearch.com/report/weee-waste-electrical-electronic-equipment-recycling-market> (accessed 14.02.2025).
65. The Global E-waste Monitor 2024. URL: <https://globalewaste.org/> (accessed 14.02.2025).
66. Saffaj, S., Mantovani, D., & Kolliopoulos, G. Sustainable leaching of Cu, Ni, and Au from waste printed circuit boards using choline chloride-based deep eutectic solvents // *Metals*. 2025. 15 (1). P. 82. <https://doi.org/10.3390/met15010082>.
67. Burat, F., Ding, N. İ., Dursun, H. N., & Ulusoy, U. The role of particle size and shape on the recovery of copper from different electrical and electronic equipment waste // *Minerals (Basel)*. 2023. 13 (7). P. 847. <https://doi.org/10.3390/min13070847>.
68. International Energy Agency Global EV Outlook 2024. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024> (accessed 20.02.2025).
69. Johnson Matthey. PGM Market Report – May 2024. 2024. URL: <https://matthey.com/products-and-markets/pgms-and-circularity/pgm-markets/pgm-market-reports> (accessed 15.02.2025).

References

1. Galevskiy S., Qian H. Developing and validating comprehensive indicators to evaluate the economic efficiency of hydrogen energy investments. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2024, No. 7, pp. 188–207. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15093154>.
2. Semenova T., Sokolov I. Theoretical substantiation of risk assessment directions in the development of fields with hard-to-recover hydrocarbon reserves. *Resources*, 2025, 14 (4), pp. 64. <https://doi.org/10.3390/resources14040064>.
3. Linh N. K., Dinh D. V., Gabov V. V., Phuc L. Q., Thang N. V. Enhancing the equipment adaptability for removing frame supports in the mine workings. *Ugol*, 2024, (9), pp. 81–86. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-9-81-86.
4. Marinina O. A., Ilyushin Y. V., Kildiushov E. V. Comprehensive analysis and forecasting of indicators of sustainable development of nuclear industry enterprises. *International Journal of Engineering*, 2025, 38 (11), pp. 2527–2536. <https://doi.org/10.5829/ije.2025.38.11b.05>.
5. Semenova T., Churrana N. Assessment of the projects' prospects in the economic and technological development of the oil and gas complex in the Republic of Mozambique. *Resources*, 2025, 14, p. 106. <https://doi.org/10.3390/resources14070106>.
6. Aleksandrova T. N., O'Connor C. Obrabotka rud platinovoi gruppy v Rossii i Yuzhnoi Afrike: sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Processing of platinum group metal ores in Russia and South Africa: Current state and prospects]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2020, Vol. 244, pp. 462–473. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.9>. (In Russ.).
7. Zheng H., Ding Y., Wen Q., Liu B., Zhang S. Separation and purification of platinum group metals from aqueous solution: Recent developments and industrial applications. *Resources, Conservation and Recycling*, 2021, 167, p. 105417. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.1054>.
8. Mudd G. M. Key trends in the resource sustainability of platinum group elements. *Ore Geology Reviews*, 2012, 46, pp. 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2012.02.005>.
9. Chicardi E., Lopez-Paneque A., García-Orta V. H. G., Sepúlveda-Ferrer R. E., Gallardo J. M. Enrichment methods for metal recovery from waste from electrical and electronic equipment: A brief review. *Metals*, 2025, 15 (2), p. 140. <https://doi.org/10.3390/met15020140>.
10. Piermatti O. Green synthesis of Pd nanoparticles for sustainable and environmentally benign processes. *Catalysts (Basel)*, 2021, 11 (11), p. 1258. <https://doi.org/10.3390/catal11111258>.

11. Ayogu J. I., Elahi N., Zeinalipour-Yazdi C. D. Emerging trends in palladium nanoparticles: Sustainable approaches for enhanced cross-coupling catalysis. *Catalysts*, 2025, 15 (2), p. 181. <https://doi.org/10.3390/catal15020181>.
12. Aksoy M., Kilic H., Nişancı B., Metin Ö. Recent advances in the development of palladium nanocatalysts for sustainable organic transformations. *Inorganic Chemistry Frontiers*, 2021, 8, pp. 499–545. <https://doi.org/10.1039/DOQ101283A>.
13. Khan M., Kuniyil M., Shaik M. R., Khan M., Adil S. F., Al-Warthan A., Alkathlan H. Z., Tremel W., Tahir M. N., Siddiqui M. R. H. Plant extract mediated eco-friendly synthesis of Pd@graphene nanocatalyst: An efficient and reusable catalyst for the Suzuki-Miyaura coupling. *Catalysts*, 2017, 7 (1), p. 20. <https://doi.org/10.3390/catal7010020>.
14. McCarthy S., Braddock D. C., Wilton-Ely J. D. E. T. Strategies for sustainable palladium catalysis. *Coordination Chemistry Reviews*, 2021, 442, p. 213925. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.213925>.
15. Alentiev D. A., Bermeshev M. V., Volkov A. V., Petrova I. V., Yaroslavtsev A. B. Palladium membrane applications in hydrogen energy and hydrogen-related processes. *Polymers*, 2025, 17, p. 743. <https://doi.org/10.3390/polym17060743>.
16. Mordarski G., Skowron K., Duraczyńska D., Drabczyk A., Socha R. P. Development of a multi-bed catalytic heat generator utilizing a palladium-based hydrogen combustion system. *Energies*, 2025, 18 (6), p. 1348. <https://doi.org/10.3390/en18061348>.
17. Palladium's technological triumph: Applications range from AI to aerospace. Available at: <https://tacticalinvestor.com/palladiums-technological-triumph/> (accessed 20.02.2025).
18. Pashkevich M. A., Danilov A. S. Ekologicheskaya bezopasnost' i ustoichivost' [Ecological security and sustainability]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2023, Vol. 260, pp. 153–154. EDN ICGPGI. (In Russ.).
19. Scientists have proposed a way to increase the efficiency of solar batteries. Available at: https://nauka.tass.ru/nauka/6562901?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru 07/18/2019 (accessed 17.02.2025).
20. Kondratiev V. B. Mineral'nye resursy i budushchee Arktiki [Mineral resources and future of the Arctic]. *Gornaya promyshlennost'* [Mining Industry], 2020, No. 1, pp. 87–96. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-1-87-96. EDN OBRRTF. (In Russ.).
21. Bortnikov N. S., Lobanov K. V., Volkov A. V., Galyamov A. L., Vikent'ev I. V., Tarasov N. N., Distler V. V., Lalomov A. V., Aristov V. V., Murashov K. Y., Chizhova I. A., Chefranov R. M. Mestorozhdeniya strategicheskikh metallov Arkticheskoi zony [Strategic metal deposits of the Arctic Zone]. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of Ore Deposits], 2015, Vol. 57, No. 6, p. 479. DOI: 10.7868/S0016777015060027. EDN VCPJOX. (In Russ.).
22. Opalev A. S., Marchevskaya V. V. Razrabotka innovatsionnykh tekhnologii obogashcheniya poleznykh iskopaemykh Arkticheskoi zony Rossii [Development of innovative technologies of ore mineral resources concentration from the Russian Arctic zone]. *Gornaya promyshlennost'* [Mining Industry], 2023, No. 1, pp. 63–70. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-1-63-70. EDN DKGKYG. (In Russ.).
23. Korchak E. A., Skufina T. P., Korchak E. A. (Eds.). *Sotsial'no-ekonomicheskaya dinamika i perspektivy razvitiya rossiiskoi Arktiki s uchetom geopoliticheskikh, makroekonomicheskikh, ekologicheskikh i mineral'no-syr'evykh faktorov* [Socio-economic dynamics and development prospects of the Russian Arctic, taking into account geopolitical, macroeconomic, environmental and mineral resource factors]. Apatity, KSC RAS, 2021, 209 p. (In Russ.).
24. Canhimbue L. S., Talovina I. V. Platinometall'noe orudenie Noril'skogo raiona: istoriya i perspektivy izucheniya [Platinum-metal mineralization of the Norilsk district: History and prospects of research]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], 2022, No. 4 (68), pp. 56–63. DOI: 10.21440/2307-2091-2022-4-56-63. EDN MQNCXK. (In Russ.).
25. Ruii A., Li W. S. J., Senila M., Bouilhac C., Foix D., Bauer-Siebenlist B., Seaudeau-Pirouley K., Jänisch T., Böringer S., Lacroix-Desmazes P. Recovery of precious metals: A promising process using supercritical carbon dioxide and CO₂-soluble complexing polymers for palladium extraction from supported catalysts. *Molecules*, 2023, 28 (17), p. 6342. <https://doi.org/10.3390/molecules28176342>.
26. Mir S., Dhawan N. A comprehensive review on the recycling of discarded printed circuit boards for resource recovery. *Resources, Conservation and Recycling*, 2021, 178, p. 106027. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106027>.
27. Saidani M., Kendall A., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. Closing the loop on platinum from catalytic converters: Contributions from material flow analysis and circularity indicators. *Journal of Industrial Ecology*, 2019. <https://hal-02094798>.
28. Ilie S., Miuşescu A., Stoianovici M., Mitran G. Recovery of precious metals from catalytic converters of automobiles by hydrometallurgical solid-liquid extraction processes. *Advanced Materials Research*, 2013, 837, pp. 105–109. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.837.105>.
29. Hagelüken B. C. Recycling the platinum group metals: A European perspective. *Platinum Metals Review*, 2012, 56 (1), pp. 29–35. <https://doi.org/10.1595/147106712x611733>.
30. Mudd G. M., Glaister B. J. The environmental costs of platinum-PGM mining: An excellent case study in sustainable mining. *Proceedings of the 48th Annual Conference of Metallurgists*. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2009.
31. Choi J.-S., Kočí P. Automotive emission control catalysts. *Catalysts (Basel)*, 2016, 6 (10), p. 155. <https://doi.org/10.3390/catal6100155>.
32. Nguyen M. P., Ponomarenko T. State incentives for solar energy in the context of energy transition in developed and developing countries. *Energies*, 2025, 18 (5), p. 1227. <https://doi.org/10.3390/en18051227>.

33. Pashkevich N. V., Khloponina V. S., Pozdnyakov N. A., Avericheva A. A. Analiz problem vosproizvodstva mineral'no-syr'evoi bazy defitsitnykh strategicheskikh poleznykh iskopaemykh [Analysing the problems of reproducing the mineral resource base of scarce strategic minerals]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2024, 270, pp. 1004–1023. EDN HNTQBF. <https://doi.org/10.31897/PMI.2024.27>. (In Russ.).
34. Nevskaya M. A., Belyaev V. V., Pasternak S. N., Vinogradova V. V., Shagidulina D. I. Otsenka potentsial'nogo ushcherba pochvam ot avariinykh razlivov nefiti i nefteproduktov na territorii Arkticheskogo regiona [Accidental oil spills in the Arctic: An assessment of potential soil damage]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2024, No. 3, pp. 107–122. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2024.85.007. (In Russ.).
35. Doan D. B., Bond A. R. Russia's platinum-group metals: A current survey. *International Geology Review*, 1994, 36 (1), pp. 92–100. <https://doi.org/10.1080/00206819409465451>.
36. Kohnert D. Prospects and challenges for EU rare earth imports from Russia: The case of Germany, France and Italy, 2024.
37. Ruiu A., Bauer-Siebenlist B., Senila M., Li W. S. J., Seaudeau-Pirouley K., Lacroix-Desmazes P., Jänisch T. Supercritical CO₂ extraction of palladium oxide from an aluminosilicate-supported catalyst enhanced by a combination of complexing polymers and piperidine. *Molecules*, 2021, 26 (3), p. 684. <https://doi.org/10.3390/molecules26030684>.
38. Mudd G. M., Jowitt S. M., Werner T. T. Global platinum group element resources, reserves and mining—A critical assessment. *Science of the Total Environment*, 2018, pp. 622–623, 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.350>.
39. Sandig-Predzymirska L., Barreiros T. V., Thiere A., Weigelt A., Vogt D., Stelter M., Charitos A. Recycling strategy for the extraction of PGMs from spent PEM electrodes. *Recycalyse EU*, 2021. <https://recycalyse.eu/wp-content/uploads/Paper-Sandig-Predzymirska-Lesia.pdf>.
40. Litvinenko V. S., Tsvetkov P. S., Dvoynikov M. V., Buslaev G. V. Bar'ery realizatsii vodorodnykh initsiativ v kontekste ustoichivogo razvitiya global'noi energetiki [Barriers to implementation of hydrogen initiatives in the context of global energy sustainable development]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2020, 244, pp. 428–438. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.5>. (In Russ.)
41. The European Union's ban on the sale of new petrol and diesel cars from 2035 explained. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20221019STO44572/eu-ban-on-sale-of-new-petrol-and-diesel-cars-from-2035-explained> (accessed 17.02.2025).
42. Appendix No. 2. Target indicators for the implementation of the Strategy for the Development of the Automotive Industry of the Russian Federation until 2035. Available at: <http://government.ru/docs/all/145481/> (accessed 10.02.2025).
43. Dyantyi-Gwanya N., Giwa S. O., Ncanywa T., Taziwa R. T. Exploring economic expansion of green hydrogen production in South Africa. *Sustainability*, 2025, 17 (3), p. 901. <https://doi.org/10.3390/su17030901>.
44. Grilli M. L., Slobozeanu A. E., Larosa C., Paneva D., Yakoumis I., Cherkezova-Zheleva Z. Platinum group metals: Green recovery from spent auto-catalysts and reuse in new catalysts—A review. *Crystals*, 2023, 13 (4), p. 550. <https://doi.org/10.3390/cryst13040550>.
45. Kolliopoulos G., Balomenos E., Giannopoulou I., Yakoumis I., Panias D. Behavior of platinum group metals during their pyrometallurgical recovery from spent automotive catalysts. *Open Access Library Journal*, 2014, 1, e736. <https://doi.org/10.4236/oalib.1100736>.
46. Dmitrieva D., Solovyova V. Taxonomy of projects for the development of mineral resources in the Arctic: A path to sustainable financing? *Sustainability*, 2024, 16 (11), 4867. <https://doi.org/10.3390/su16114867>.
47. Vasilev Yu. N., Tsvetkova A. Y., Bykowa E. N. *Issledovanie rasprostranennosti v sotsial'nykh setyakh informatsii o proektakh ulavlivaniya i zakhroneniya uglekislogo gaza* [Social media prevalence study of information about carbon dioxide capture and storage projects]. *Vestnik Universiteta* [University Bulletin], 2023, 2, pp. 101–109. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-2-101-109>. (In Russ.).
48. Dmitrieva D., Chanysheva A., Solovyova V. A conceptual model for the sustainable development of the Arctic's mineral resources considering current global trends: Future scenarios, key actors, and recommendations. *Resources*, 2023, Vol. 12, No. 6. DOI: 10.3390/resources12060063.
49. Komendantova N. Transferring awareness into action: A meta-analysis of the behavioral drivers of energy transitions in Germany, Austria, Finland, Morocco, Jordan and Iran. *Energy Research & Social Science*, 2021, Vol. 71, Art. 101826. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101826>.
50. The Federal State Statistics Service (Rosstat). Emissions of the most common air pollutants from stationary and mobile sources. Available at: <http://rosstat.gov.ru/> (accessed 10.02.2025).
51. Bardi U., Caporali S. Precious metals in automotive technology: An unsolvable depletion problem? *Minerals (Basel)*, 2014, 4 (2), pp. 388–398. <https://doi.org/10.3390/min4020388>.
52. Yakoumis I., Moschovi A., Panou M., Panias D. Single-step hydrometallurgical method for the platinum group metals leaching from commercial spent automotive catalysts. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2020, 6, pp. 549–558. <https://doi.org/10.1007/s40831-020-00272-9>.
53. Statista. Carbon dioxide (CO₂) emissions from cars and vans worldwide from 2010 to 2022. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1388092/carbon-dioxide-emissions-cars-vans-transport/> (accessed 14.02.2025).

54. Ishin L. A., Cherepovitsyn A. E., Lebedev A. P. Preimushchestva i nedostatki ekonomiki zamknutogo tsikla: put' k ekologicheski chistomu proizvodstvu [Advantages and disadvantages of a closed-loop economy: The path to environmentally friendly production]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Samara University. Economics and Management], 2024, 15 (3), pp. 135–153. <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2024-15-3-135-153>. (In Russ.).
55. Sheveleva N. A. Razrabotka i validatsiya podkhoda k ekologo-ekonomicheskoi otsenke proektov dekarbonizatsii v neftegazovoi otrasli [Development and validation of an approach to the environmental and economic assessment of decarbonization projects in the oil and gas sector]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2024, 270, pp. 1038–1055. EDN GAOZTW. <https://doi.org/10.31897/PMI.2024.27>. (In Russ.).
56. Holdsworth A., Eccles H., Sharrad C., George K. Spent nuclear fuel—waste or resource? The potential of strategic materials recovery during recycle for sustainability and advanced waste management. *Waste*, 2023, 1 (1), pp. 249–263. <https://doi.org/10.3390/waste1010016>.
57. Ponomarenko T. V., Nevskaya M. A., Jonek-Kowalska I. Mineral resource depletion assessment: Alternatives, problems, results. *Sustainability*, 2021, Vol. 13, No. 2, Art. 862. <https://doi.org/10.3390/su13020862>.
58. Mallampati S. R., Lee B. H., Mitoma Y., Simion C. Sustainable recovery of precious metals from end-of-life vehicles shredder residue by a novel hybrid ball-milling and nanoparticles enabled froth flotation process. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 171, pp. 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.279>.
59. Hughes A. E., Haque N., Northey S. A., Giddey S. Platinum group metals: A review of resources, production and usage with a focus on catalysts. *Resources*, 2021, 10 (9), p. 93. <https://doi.org/10.3390/resources10090093>.
60. Hagelüken C., Goldmann D. Recycling and circular economy—towards a closed loop for metals in emerging clean technologies. *Mineral Economics*, 2022, 35, pp. 539–562. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00319-1>.
61. Ilinova A. A., Romasheva N. V., Stroykov G. A. Perspektivy i sotsial'nye efekty proektov sekvstratsii i utilizatsii uglekislogo gaza [Prospects and social effects of carbon dioxide sequestration and utilization projects]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2020, Vol. 244, pp. 493–502. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.12>. (In Russ.).
62. Marinina O., Nechitailo A., Stroykov G., Tsvetkova A., Reshneva E., Turovskaya L. Technical and economic assessment of energy efficiency of electrification of hydrocarbon production facilities in underdeveloped areas. *Sustainability*, 2023, 15, p. 9614. <https://doi.org/10.3390/su15129614>.
63. İşıldar A., Rene E. R., Van Hullebusch E. D., Lens P. N. L. Electronic waste as a secondary source of critical metals: Management and recovery technologies. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 135, pp. 296–312. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.031>.
64. Zion Market Research. WEEE (Waste electrical and electronic equipment) recycling market by type (electrical equipment and electronic equipment), by application (energy power, metal smelting, chemical extraction, and environmental protection), and by region—global and regional industry overview, market intelligence, comprehensive analysis, historical data, and forecasts 2024–2032. Available at: <https://www.zionmarketresearch.com/report/weee-waste-electrical-electronic-equipment-recycling-market> (accessed 14.02.2025).
65. The Global E-waste Monitor 2024. Available at: <https://globalewaste.org/> (accessed 14.02.2025).
66. Saffaj S., Mantovani D., Koliopoulos G. Sustainable leaching of Cu, Ni, and Au from waste printed circuit boards using choline chloride-based deep eutectic solvents. *Metals*, 2025, 15 (1), p. 82. <https://doi.org/10.3390/met15010082>.
67. Burat F., Dinç N. I., Dursun H. N., Ulusoy U. The role of particle size and shape on the recovery of copper from different electrical and electronic equipment waste. *Minerals (Basel)*, 2023, 13 (7), p. 847. <https://doi.org/10.3390/min13070847>.
68. International Energy Agency. Global EV Outlook 2024. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024> (accessed 20.02.2025).
69. Johnson Matthey. (2024). PGM Market Report—May 2024. Available at: <https://matthey.com/products-and-markets/pgms-and-circularity/pgm-markets/pgm-market-reports> (accessed 15.02.2025).

Об авторах:

А. Е. Череповицын — докт. экон. наук, проф.;

И. А. Мекерова — аспирант.

About the authors:

A. E. Cherepovitsyn — DSc (Economics), Professor;

I. A. Mekerova — Postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 29 мая 2025 года.

Статья принята к публикации 5 сентября 2025 года.

The article was submitted on May 29, 2025.

Accepted for publication on September 5, 2025.

Обзорная статья

УДК 330.131

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.008

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Вера Васильевна Юрак^{1, 2, 3}, Маргарита Николаевна Игнатьева^{1, 2},**Ольга Геннадьевна Комарова¹, Борис Валерьевич Французов⁴**¹Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия²Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия³Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия⁴Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Москва, Россия¹vera_yurak@mail.ru, ORCID 0000-0003-1529-3865²rinis@mail.ru, ORCID 0000-0001-9014-905X³ief.etp@ursmu.ru⁴bfrantsuzov@mnr.gov.ru

Аннотация. Истощение минерально-сырьевой базы и рост антропогенной нагрузки на окружающую среду обуславливают актуальность проблемы освоения техногенных месторождений (ТМ). Наличие богатого техногенного минерального потенциала и объективная необходимость сокращения экономического ущерба, обусловленного в первую очередь последствиями загрязнения атмосферы и водных ресурсов, превращают проблему отходов в одну из первоочередных проблем недропользования. Перевод техногенных минеральных образований (ТМО) в разряд ТМ предусматривает подтверждение целесообразности этого перевода необходимым экономическим обоснованием. Цель исследования — выявление изменений в отечественных методиках оценки эколого-экономической эффективности освоения ТМ и обоснование направлений совершенствования последних; определение особенностей северных территорий. Методы исследования — системный подход, метод аналогий, сопоставлений, прогнозирования, группировки. Анализируемый период — с 70-х гг. XX в. по настоящее время. Новизна работы заключается в идентификации базовых направлений совершенствования оценки эколого-экономической эффективности освоения ТМ и в выявлении особенностей такой оценки для условий северных регионов. В процессе анализа многочисленных исследований было выявлено, что основные направления совершенствования экономического обоснования перевода ТМО в ТМ связаны с определением величины экономического ущерба, обусловленного экологическими последствиями; обоснованием критериальных показателей; фактором времени; инвестиционными рисками. Для северных регионов выявлены особенности оценки эффективности освоения ТМ, которая (оценка) должна учитывать: 1) при определении экологического аспекта — «хрупкость» и низкий ассимиляционный потенциал северных экосистем; 2) при расчете социального аспекта — последствия освоения ТМ как для самих коренных малочисленных народов Севера (КМНС), так и для их видов традиционного природопользования; 3) при оценке природно-географического аспекта — влияние освоения ТМ на криолитозону (вечную мерзлоту). Практическая значимость исследования заключается в выявлении «узких мест» и точек роста для создания актуальных методических рекомендаций по оценке эколого-экономической эффективности освоения ТМ, разработка которых представляет собой научную проблему, требующую проведения дальнейших исследований. *Ключевые слова:* эколого-экономическая эффективность, оценка, техногенные месторождения, отходы, оценка, затраты, предотвращаемый экономический ущерб, фактор времени, инвестиционные риски, северные регионы

Для цитирования: Методическое обеспечение оценки эколого-экономической эффективности освоения техногенных месторождений: ретроспективный анализ, особенности северных регионов / В. В. Юрак [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 122–137. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.008.

Original article

A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF MINING ANTHROPOGENIC DEPOSITS: A RETROSPECTIVE ANALYSIS FOCUSED ON NORTHERN REGIONS

Vera V. Yurak^{1, 2, 3}, Margarita N. Ignatieva^{1, 2}, Olga G. Komarova¹, Boris V. Frantsuzov⁴¹Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia²Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia³Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia

⁴Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹vera_yurak@mail.ru, ORCID 0000-0003-1529-3865

²rinis@mail.ru, ORCID 0000-0001-9014-905X

³ief.etp@ursmu.ru

⁴bfrantsuzov@mnr.gov.ru

Abstract. The depletion of mineral reserves and the growing anthropogenic impact on the environment highlight the urgency of developing anthropogenic deposits (ADs). The significant mineral potential contained in ADs, together with the pressing need to reduce economic losses caused primarily by air and water pollution, makes waste utilization one of the most critical issues in resource use. Reclassifying mining wastes as ADs requires demonstrating the feasibility of such a transition. This study aims to trace the evolution of Russian methodologies for assessing the environmental and economic efficiency of mining ADs, to identify avenues for their improvement, and to determine the specific factors relevant to northern regions. The research draws on systems analysis, analogy, comparative methods, forecasting, and grouping, covering the period from the 1970s to the present. The novelty of this research lies in identifying key directions for improving the assessment of the environmental and economic efficiency of mining ADs and in determining the regional characteristics that must be considered under northern conditions. Analysis of numerous studies shows that improvements in the economic justification for converting wastes into ADs are concentrated around four issues: estimating economic damage from environmental impacts; substantiating evaluation criteria; incorporating the time factor; and accounting for investment risks. The study identifies several region-specific considerations for assessing AD development in the North. These include: (1) the fragility and low assimilative capacity of northern ecosystems in evaluating environmental impacts; (2) the consequences of AD development for indigenous peoples of the North and their traditional land-use practices in assessing social impacts; and (3) the effects of AD development on permafrost areas when analyzing natural and geographical factors. The practical significance of this work lies in identifying bottlenecks and opportunities that can inform the development of methodological guidelines for assessing the environmental and economic efficiency of AD development, an area that remains a scientific challenge and requires further research.

Keywords: environmental and economic efficiency, assessment, evaluation, anthropogenic deposits, waste, costs, preventable economic damage, time factor, investment risks, northern regions

For citation: Yurak V. V., Ignatieva M. N., Komarova O. G., Frantsuzov B. V. A methodological framework for assessing the environmental and economic efficiency of mining anthropogenic deposits: A retrospective analysis focused on northern regions. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 122–137. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.008.

Введение

Количество ТМО, образующихся ежегодно в процессе добычи и переработки, в современных условиях сопоставимо с природными образованиями отдельных видов минерального сырья [1; 2]. Объяснение такой ситуации в том, что лишь около 5–7 % добываемых ресурсов переходит в конечную продукцию, а остальная масса — в ТМО [3; 4]. Наличие богатого техногенного минерального потенциала [5; 6] и объективная необходимость сокращения экономического ущерба [7], обусловленного в первую очередь последствиями загрязнения атмосферы и водных ресурсов [8; 9], превращают проблему отходов в одну из первоочередных проблем недропользования [10]. Такая тенденция особенно актуальна для северных территорий.

Большинство образующихся и накопленных ТМО обладают полезными для производства свойствами и могут стать сырьем для изготовления продукции стройиндустрии или источником извлечения полезных компонентов [11; 12]. Параллельно с переработкой ТМО и расширением на их основе минерально-сырьевой базы реализуется возможность полного прекращения или снижения интенсивности

отрицательного воздействия ТМО на окружающую среду [13].

Объективная неизбежность появления ТМО во все больших объемах и наличие предпосылок их использования актуализируют проблему оценки эколого-экономической эффективности использования ТМО [14]. Несомненный интерес (*цель исследования*) для совершенствования методического оценочного инструментария имеют ретроспективный анализ отечественного методического обеспечения, выявление специфики его изменений и причин, их обусловивших.

Научная новизна работы отражена в идентификации базовых направлений совершенствования оценки эколого-экономической эффективности освоения ТМ и в выявлении особенностей такой оценки для условий северных регионов.

Практическая значимость исследования заключается в определении «узких мест» и точек роста для создания актуальных методических рекомендаций по оценке эколого-экономической эффективности освоения ТМ.

Теоретико-методологическую и методическую базу текущего исследования составили: системный подход, а также методы аналогий, сопоставлений, прогнозирования, группировки. Детальному анализу подлежал период с 70-х гг. XX в. по настоящее время.

Результаты**Анализ методического обеспечения оценки эффективности освоения ТМ**

Первые методические рекомендации, касающиеся оценки эффективности использования отходов, были разработаны во второй половине 1970-х гг. Их объектом стали предприятия угольной промышленности, а авторами — Институт экономики промышленности АН УССР и ВНИИОС уголь (г. Пермь)¹ [15]. В тот же период под руководством Я. А. Рекитара вышла монография, посвященная оценке эффективности использования отходов в строительстве². Однако официальная методика расчета экономической эффективности использования твердых отходов производства и потребления появилась только через десять лет³. До этого публиковались различные методические материалы, основанные на положениях⁴, которые рассматривали подходы к оценке экономической эффективности использования конкретных видов отходов: например, твердых отходов угольной промышленности⁵, шламов в качестве удобрений сельскохозяйственных земель⁶ и т. д.

В первом случае экономический эффект рекомендуется определять разницей в приведенных затратах:

$$\mathcal{E}_{\text{ф (год.)}} = [(C_1 + E_n^1 \times K_1) - (C_2 + E_n^2 \times K_2)] \times \text{ВП}_{(\text{год.})} + \mathcal{E}_{\text{склад}} \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ф (год.)}}$ — годовой экономический эффект; C_1, C_2 — себестоимость единицы продукции при традиционной технологии и с использованием отходов, руб.; K_1, K_2 — удельные капитальные вложения в производственные фонды при традиционной технологии и при использовании отходов, руб.; E_n^1, E_n^2 — нормативные коэффициенты эффективности капвложений: при традиционной технологии — 0,12, при применении новой технологии — 0,10; $\text{ВП}_{(\text{год.})}$ — выпуск продукции за год при использовании отходов в натуральных единицах; $\mathcal{E}_{\text{склад}}$ — экономия от сокращения затрат на транспортировку и складирование отходов, руб.:

$$\mathcal{E}_{\text{склад}} = Z_{\text{склад}} \times O_{\text{исп.}} \quad (2)$$

где $Z_{\text{склад}}$ — удельные затраты на транспортирование складских отходов в отвал, руб.; $O_{\text{исп.}}$ — объем используемых отходов, т.

В рекомендациях не учитываются предотвращаемый экономический ущерб от снижения негативного воздействия на окружающую среду и социально-экономическая выгода от создания новых рабочих мест.

Укрупненная экономико-математическая модель оценки экономического эффекта от применения шлама в качестве удобрения в сельском хозяйстве имеет вид:

$$\sum_{i=1}^Y C_i - \sum_{m=1}^M \mathcal{E}_m = \mathcal{E}_{\text{ф}}, \quad (3)$$

где C_i — удельные затраты i -вида; \mathcal{E}_m — экономический эффект m -го вида.

$$\sum_{i=1}^Y C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (4)$$

где C_1 — удельные затраты на загрузку шлама в вагоны, руб.; C_2 — удельные затраты на железнодорожную перевозку до станции получателя, руб.; C_3 — удельные затраты на перегрузку и доставку автотранспортом до места, руб.; C_4 — удельные затраты на внесение шлама в почву, руб.

$$\sum_{m=1}^M \mathcal{E}_m = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5, \quad (5)$$

где \mathcal{E}_1 — удельный эффект от повышения урожайности, руб.; \mathcal{E}_2 — экономия на содержании действующего хвостохранилища, руб.; \mathcal{E}_3 — экономия за счет отказа от строительства нового хвостохранилища, руб.; \mathcal{E}_4 — снижение удельных затрат из-за уменьшения изъятия земель под хвостохранилища, руб.; \mathcal{E}_5 — сокращение удельных расходов на ликвидацию последствий загрязнения окружающей среды, руб.

Оценка вышеназванных эффектов может быть представлена с точки зрения различных аспектов. Использование шлама в качестве удобрения приведет к снижению отрицательной нагрузки на окружающую среду, снижению загрязнения почвы, воды способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур (в рекомендациях отражена зависимость величины эффекта при увеличении урожайности на различное количество процентов от разного расстояния транспортировки). Социальные эффекты, связанные с обработкой шламоотвалов, очевидны: население территории, на которую распространялось загрязнение, начнет меньше болеть, снизится смертность, вследствие чего возможно снижение соответствующих затрат и страховых выплат; увеличится рабочее время, что приведет к росту объемов производства.

¹ Белашов Л. А., Сардюков И. А., Служиченко В. К. и др. Рациональное использование нарушенных земель и твердых отходов угольного производства (Методические рекомендации). Ворошиловград: ИЭП АН УССР, 1978. 46 с.

² Эффективность использования промышленных отходов в строительстве // под ред. Я. А. Рекитара. М.: Стройиздат, 1975. 183 с.

³ Методика по оценке экономической эффективности использования твердых отходов производства и потребления. М., 1985. 56 с.

⁴ Определение эффективности новой техники // Экономическая газета. 1977. 10. 2 марта; Типовая методика определения эффективности капитальных вложений. М.: Экономика, 1969. 16 с.

⁵ Рациональное использование минеральных отходов угольной промышленности Украины (Методические рекомендации). Ворошиловград: Ворошиловградский филиал ИЭП АН УССР, 1980. 62 с.

⁶ Методические рекомендации по экономической оценке использования шламов в качестве удобрений сельскохозяйственных угодий. Донецк: ИЭП АН УССР, Минчермет УССР, 1985. 64 с.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Существенного эффекта можно достичь и относительно используемых основных фондов, как активной, так и пассивной их части: снижение затрат на ремонт (текущий и капитальный), увеличение фондоотдачи оборудования, увеличение срока полезного использования.

Чтобы с высокой степенью достоверности и объективности оценить воздействие загрязнения

окружающей среды, вызванного техногенными отходами, на человека, показатели его жизни, использовать только вышеприведенные формулы недостаточно, нужны дополнительные исследования.

Действующая с 1985 г. официальная методика оценки экономической эффективности использования твердых отходов остается актуальной. Ее основные характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Общая характеристика методики 1985 г.

Утверждающие органы	Государственный плановый комитет СССР, Государственный комитет СССР по материально-техническому снабжению, Государственный комитет СССР по науке и технике
Нормативная база	Методики за период с 1977 по 1983 г.*
Основные рекомендации	По оценке видов эффектов, получаемых от использования отходов — народнохозяйственного и хозрасчетного; по определению абсолютной эффективности, по учету элементов, которые создают народнохозяйственный эффект

* Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1980. 38 с.; Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: Экономика, 1977. 45 с.; Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. URL: <https://www.legalacts.ru/doc/vremennaja-tipovaja-metodika-opredelenija-ekonomicheskoi-effektivnosti-osushchestvenija-prirodookhrannykh-meroprijatii>.

$$\mathcal{E}_3 = (D_1 - D_2) \times P_{\text{отх}} + Q_{\text{отх}} \times D_{\text{отх}}, \quad (6)$$

где D_1 , D_2 — экономические ущербы, наносимые окружающей среде выбросом отходов при производстве единицы продукции из первичного и вторичного сырья; $P_{\text{отх}}$ — объем продукции, произведенной из отходов; $Q_{\text{отх}}$ — количество использованных отходов в процессе производства продукции $P_{\text{отх}}$; $D_{\text{отх}}$ — экономический ущерб, наносимый окружающей среде выбросом единицы отходов ($Q_{\text{отх}}$), в условиях, когда отходы не утилизируются.

Удельный экономический ущерб D_1 , причиняемый единицей вторичного сырья (отходов), учитывает следующие аспекты:

$$D_1 = C_{\text{уз}} + D_{\text{терр}} + D_{\text{вод}} + D_{\text{атм}} + D_{\text{сх}}, \quad (7)$$

где $C_{\text{уз}}$ — затраты на удаление и захоронение 1 т отходов; $D_{\text{терр}}$ — ущерб, нанесенный в результате того, что определенная территория занимает 1 т отходов и не может использоваться в производственных или других целях; $D_{\text{вод}}$ — вред, наносимый 1 т отходов водной среде; $D_{\text{атм}}$ — ущерб, наносимый 1 т отходов атмосфере; $D_{\text{сх}}$ — вред, который наносит 1 т отходов сельскохозяйственной отрасли.

Величину экономических ущербов, причиняемых загрязнением окружающей среды, предлагается оценивать согласно Временной типовой методике⁷.

⁷ Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. URL: <https://www.legalacts.ru/doc/>

Поскольку данная методика не опирается на рекомендации⁸, где ущербы, возникающие вследствие загрязнения окружающей среды, определяются в условных значениях, игнорирование определенных показателей может существенно повлиять на достоверность оценки такого ущерба для атмосферы, говорится в методических указаниях⁹. ТМ может располагаться рядом с источником воды, следовательно, этот факт также окажет воздействие на качество оценки ущербов [16].

Хозрасчетный экономический эффект предприятия складывается из эффектов, получаемых на каждой стадии использования отходов:

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_1 + \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_2 + \sum_{k=1}^p \mathcal{E}_3 + \sum_{L=1}^g \mathcal{E}_4, \quad (8)$$

где $\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_1$ — эффект, получаемый от реализации продукции из отходов; $\sum_{j=1}^m \mathcal{E}_2$ — эффект, получаемый от реализации отходов; $\sum_{k=1}^p \mathcal{E}_3$ — эффект, получаемый от замены первичного сырья отходами при производстве продукции; $\sum_{L=1}^g \mathcal{E}_4$ — эффект, получаемый от сокращения отрицательного воздействия отходов на окружающую среду за счет снижения затрат на транспортировку и содержание отходов в отвале.

Рассматривая элементы, составляющие совокупный эффект, следует отметить некоторые моменты: 1) отрицательный — из приведенного расчета следует,

vremennaja-tipovaja-metodika-opredelenija-ekonomicheskoi-effektivnosti-osushchestvenija-prirodookhrannykh-meroprijatii.

⁸ Там же.

⁹ Там же.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

что если при отработке ТМ будет возникать экономия вследствие снижения расходов на перемещение и содержание отходов, то обязательно будет снижаться отрицательная нагрузка на окружающую среду; 2) положительный — в методике, помимо расчета экономического эффекта, уделяется внимание определению абсолютной экономической ликвидности, расчеты которой приведены на макро- и микроуровнях (нормативное значение данного показателя 0,08).

Следующим этапом в развитии методического обеспечения оценки экономической эффективности разработки отходов становится появление отраслевых документов, в частности в сфере цветной металлургии¹⁰. В данных рекомендациях основой при принятии инвестиционных решений относительно отработки отходов выступает народнохозяйственный эффект (в нем, правда, не учитывается эффект, вызванный снижением социального ущерба), который формируется за весь срок проекта:

$$R = \mathcal{E}_{\text{комп.}} + \mathcal{E}_{\text{вмещ.}} + \mathcal{E}_{\text{ос.}}, \quad (9)$$

где R — совокупный народнохозяйственный эффект; $\mathcal{E}_{\text{комп.}}$ — эффект, получаемый от использования полезных компонентов, содержащихся в добываемом техногенном сырье; $\mathcal{E}_{\text{вмещ.}}$ — эффект от использования вмещающих пород; $\mathcal{E}_{\text{ос.}}$ — эффект, получаемый вследствие снижения негативной нагрузки на окружающую среду.

Дальнейшее развитие рекомендаций по оценке эффективности отработки отходов и, прежде всего, по тому, что является критерием, на основании которого принимаются инвестиционные решения, нашло отражение в трудах О. С. Шабанова¹¹, В. Т. Зельниченко [17]. Их рекомендации имеют направленность, в первую очередь, на недропользователей, а не на других участников экономики, так как определяют коммерческий эффект, связанный с производством и реализацией продукции, полученной в результате добычи и переработки техногенного сырья.

В Методических рекомендациях 1994 г.¹² предложено разрабатывать технико-экономическое обоснование освоения ТМ при их экологи-

экономической оценке, в котором эффект определяется как сумма прибыли и предотвращенного экологического ущерба с учетом затрат, необходимых для реализации проекта:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 - Z, \quad (10)$$

где \mathcal{E}_1 — выручка, полученная от реализации продукции; \mathcal{E}_2 — экономическая оценка экологического эффекта от реализации проекта; Z — затраты на реализацию проекта.

Оценить экологический эффект можно двумя способами: прямым счетом и экспертной оценкой. Также эту величину можно использовать¹³ для оценки ущерба от нарушения и отчуждения земли, а также загрязнения атмосферы и водных ресурсов. Следует отметить, что данные Методические рекомендации сложно использовать на практике¹⁴.

Инвестиции в освоение ТМ осуществляются поэтапно: первоначально проводят разведку полезных ископаемых, содержащихся в ТМО, затем идут этапы проектирования и строительства необходимых для добычи объектов и, наконец, заключительный этап — отработка запасов полезных ископаемых ТМ. По сути, оценка эффективности освоения ТМ представляет собой экономическую оценку инвестиций в их отработку, и для осуществления процедуры оценки используются Методические указания¹⁵. В. В. Чайников [18] адаптирует эти рекомендации для оценки ТМ и рассматривает несколько разновидностей самой оценки: геологическую, горно-техническую, экономическую, экологическую, социальную.

Коммерческая эффективность, как и любой вид эффективности, определяется путем сопоставимых результатов и затрат за расчетный период с использованием следующих показателей: чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма доходности (ВНД), индекс доходности (ИД), срок возврата капитала. Инвестирование в проект целесообразно, если $\text{ЧДД} > 0$, $\text{ВНД} > \text{ставки дисконтирования}$. При оценке освоения ТМ выделяют три вида деятельности: инвестиционную, операционную

¹⁰ Временные отраслевые методические рекомендации по оценке техногенных ресурсов предприятий цветной металлургии. М., 1990. 80 с.

¹¹ Шабанова О. С. Экономическая оценка эффективности утилизации минерально-техногенного сырья в отраслях строительной индустрии. М., ВИЭМС. 1992. 24 с.

¹² Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. URL: <https://www.legalacts.ru/doc/vremennaja-tipovaja-metodika-opredelenija-ekonomicheskoi-effektivnosti-osushchestvlenija-prirodookhrannykh-meroprijatii>.

¹³ Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий

и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. URL: <https://www.legalacts.ru/doc/vremennaja-tipovaja-metodika-opredelenija-ekonomicheskoi-effektivnosti-osushchestvlenija-prirodookhrannykh-meroprijatii>; Пособие по составлению раздела проекта (рабочего проекта) «Охрана окружающей природной среды» К СНИП 1.02.01.85. Госстрой СССР, ЦНИИПРОЕКТ. М., 1989. 189 с.

¹⁴ Методические рекомендации по изучению и эколого-экономической оценке техногенных месторождений. М., 1934. 51 с.

¹⁵ Методические указания по оценке эффективности инвестиционных проектов и отбору их для финансирования // под ред. А. Г. Шахназарова. М., 1994. 76 с.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

и финансовую. В рамках каждого вида деятельности формируются приток и отток денежных средств. Результирующая величина — финансовый поток, который определяется как:

$$\Phi_i = \sum_{i=1}^3 (P_i - O_i), \quad (11)$$

где P_i , O_i — потоки и оттоки денежных средств; i — вид деятельности ($i = 1...3$).

Оценка результативности проектов по освоению ТМ не должна ограничиваться только их коммерческой эффективностью. Не менее значимыми являются экологические и социальные последствия, а также мультипликативный эффект для смежных отраслей. Все эти аспекты поддаются количественной оценке как в натуральных, так и в стоимостных показателях¹⁶. Методика 1994 г. констатирует возможное влияние разработки ТМ на социальную сферу региона: повышение качества жизни населения; решение актуальных социальных проблем; влияние на занятость и условия труда.

Однако конкретные механизмы учета этих факторов в методике отсутствуют.

Позднее в исследованиях В. В. Чайникова [18] социальный эффект связывается с двумя ключевыми индикаторами: ростом занятости населения и улучшением демографической ситуации в регионе.

Годовой экологический эффект, полученный от того, что в результате отработки ТМ высвобождается земля, он представляет следующим образом:

$$\Delta_{\text{экол.}} = \Delta_{\text{высв.}} + \Delta_{\text{загр.}} + [(Y_a + Y_b) - (Y_a' + Y_b')] \text{ ОП}_t, \quad (12)$$

где $\Delta_{\text{экол.}}$ — годовой экологический эффект; $\Delta_{\text{высв.}}$ — эффект от возврата земель в хозяйственный оборот; $\Delta_{\text{загр.}}$ — эффект от снижения экологического ущерба за счет уменьшения площади загрязнения; Y_a , Y_a' — удельные ущербы на 1 руб. товарной продукции атмосфере при переработке природного и техногенного сырья; Y_b , Y_b' — удельные ущербы на 1 руб. товарной продукции водным ресурсам при переработке природного и техногенного сырья; ОП — объем производства продукции в году t .

В данной модели можно выделить две группы проблем, связанных с ее практическим применением: первая группа связана с методическими сложностями, вторая — с оценкой социальных последствий.

Конечный экономический эффект определяется по формуле разницы народнохозяйственного результата ($P_{\text{нх}}$) и затрат ($Z_{\text{нх}}$):

$$\Delta_{\text{нх}} = P_{\text{нх}} - Z_{\text{нх}} = P_{\text{ком}} + P_{\text{экол}} + P_{\text{соц}} + P_{\text{фин}} + P_{\text{кз}} + P_{\text{кос}} - Z_{\text{тек}} - Z_{\text{ед}}, \quad (13)$$

где $P_{\text{ком}}$ — коммерческий результат; $P_{\text{экол}}$ — экологический результат; $P_{\text{соц}}$ — социальный результат; $P_{\text{фин}}$ — прямой финансовый результат; $P_{\text{кз}}$ — кредиты и займы; $P_{\text{кос}}$ — косвенный финансовый результат; $Z_{\text{тек}}$ — текущие затраты; $Z_{\text{ед}}$ — единовременные затраты.

Косвенный эффект складывается из эффекта в геологоразведке ($\Delta_{\text{гр}}$) и строительстве ($\Delta_{\text{ст}}$). $\Delta_{\text{гр}}$ возникает в результате сокращения затрат на поиски и разведку месторождений, $\Delta_{\text{ст}}$ характеризует сокращение затрат на строительство.

Интересный посыл имеет место в работе [19]. Ее авторы предлагают при выборе направления использования отходов на первом этапе определять коэффициент экологичности замены первичного сырья вторичным (K_3):

$$K_3 = \frac{\Delta_y^2 - \Delta_y^0}{\Delta_y^1 \cdot K_3}, \quad (14)$$

где Δ_y^2 — ущерб наносимый окружающей среде при производстве продукции с использованием вторичного сырья, рассчитывается в тех же направлениях, что и Δ_y^1 , Δ_y^0 — ущерб, причиняемый окружающей среде при производстве продукции из первичного сырья; Δ_y^0 — ущерб, причиняемый окружающей среде размещением отходов; K_3 — коэффициент замены сырья.

Технологии, связанные с переработкой сырья должны быть экологически эффективны, что показывает специальный коэффициент — коэффициент экологичности. Расчеты по оценке экономической эффективности базируются на специально разрабатываемых методиках. В 1999 г. была издана вторая, дополненная и исправленная версия Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов¹⁷. В этом документе также четко не определяются экологический и социальные эффекты, так как они считаются неэкономическими, но в отличие от первого издания¹⁸, в котором внимание акцентируется на экономической эффективности, центром становится общественная эффективность. Экологический и социальные эффекты очень важны, особенно в инвестиционных проектах по использованию отходов, должен осуществляться их полноценный учет, причем делать это можно разными способами — как количественным, так и экспертным [20]. Несмотря на важность, соответствующие методики не были разработаны.

¹⁶ Методические указания по оценке эффективности инвестиционных проектов и отбору их для финансирования // под ред. А. Г. Шахназарова. М., 1994. 76 с.

¹⁷ Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция, исправления

и дополнения): утв. Минэкономики РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21.06.1999 № ВК 477.

¹⁸ Там же.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

В 2003 г. авторы работы [21], учитывая экологический аспект при оценке эффективности инвестиций, подразделяют проекты на три группы и приводят формулы для расчета показателей эффективности: производственные проекты с перманентным негативным влиянием на окружающую среду; производственные проекты с возможностью возникновения аварийных ситуаций; природоохранные проекты, результатом которых выступает предотвращаемый экономический ущерб (при этом, как оценивать экономический ущерб, не указывается).

Данные рекомендации [21] важны для разработки более оптимального и целесообразного методического обеспечения оценки эффективности производственных инвестиционных проектов, но, с другой стороны, для оценки эффективности инвестиций по переработке техногенного сырья их использовать нельзя.

В качестве официального документа, регламентирующего расчет экономического ущерба, обусловленного загрязнением окружающей среды, использовалась Временная типовая методика... (1986 г.)¹⁹, проект которой был подготовлен еще в 1982 г.²⁰, а позднее — Методика определения предотвращенного экологического ущерба, утвержденная председателем Госкомитета РФ по охране окружающей среды РФ 30.11.1999 г.²¹. В Методиках при выполнении расчетов использовались показатели удельных экономических ущербов, наносимых выбросами, сбросами, размещением отходов, а также удельные экономические ущербы почвам и земельным ресурсам. Приведенные значения ущербов в Методике (1999 г.) дифференцированы лишь по экономическим регионам, т. е. усреднены еще в большей степени, чем во Временной типовой методике, к которой продолжают обращаться, хотя период действия временных методик ограничивается пятью годами. Отсутствие официальных методических материалов по оценке эффективности освоения ТМ активизировало как индивидуальные [22–25], так и коллективные [26; 27] исследования в этом направлении.

Распространенной практикой в отношении оценки результативности освоения техногенного сырья является построение экономико-математических моделей. Например, О. А. Генева [28] предложила использовать для вовлечения в хозяйственный оборот низкосортных углей Восточного Донбасса модель, основанную на таком критерии результативности, как

максимальная эколого-экономическая эффективность. Положительный момент — в составе издержек есть экологические. Отрицательные аспекты модели: ограничения, которые не раскрывают сущность некоторых элементов модели, не учитываются социальные и экологические последствия, отсутствие практического использования модели.

Важным критерием результативности является ценность извлекаемого вторичного сырья из ТМ, что легло в основу модели, предложенной Д. Р. Каплуновым и В. А. Юковым [29], при этом выгода от реализации проекта по разработке ТМ должна превышать понесенные затраты. Положительным моментом модели можно считать ее многовариантность, так как авторы учитывали, что при переработке ТМ могут использоваться различные технологии, да и горно-геологические условия ТМО могут быть различными. Модель прошла апробацию для условий медно-колчеданного месторождения, содержащего металлы, являющиеся отходами процессов добычи и обогащения, но в таком количестве, что их отработка имеет промышленное значение.

В модели, разработанной Д. Р. Каплуновым и В. А. Юковым [29], критерием эффективности выступает превышение полученной ценности продуктов над затратами на их извлечение. Затраты, связанные с реализацией модели, авторы делят на элементы в зависимости от типа процесса (действия): хранение и складирование отходов; добыча отходов, полезных ископаемых из них и полезных компонентов; транспортировка отходов и полезных пород; подготовка к переработке и собственно переработка отходов, впоследствии — полезных компонентов, полученных из отходов; восстановление поверхности земли, освобожденной от техногенных отходов (в модели они очень высокие, причем авторы не объясняют причину).

Также в модели детализируются результаты, полученные от ее реализации:

— извлечение металлов дает возможность получить медный концентрат для того, чтобы его можно было повторно использовать в производстве, как в технологических процессах, так и в качестве продукции, поскольку продукты утилизации хвостов обогащения становятся сырьем для производства товарных продуктов;

— добыча полезных пород из отвалов позволяет увеличить сырьевую базу и обеспечивает экономику

¹⁹ Временная типовая методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика, 1986. 95 с.

²⁰ Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий

и оценки экономического ущерба, причиненного народному хозяйству загрязнением окружающей среды (проект). М.: Экономика, 1982. 93 с.

²¹ Методика определения предотвращенного экологического ущерба, утв. Председателем Госкомитета РФ по охране окружающей среды от 30.11.1999 г.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

материалами для различных сфер и видов деятельности;

— очень важным итогом реализации модели является то, что снижается вред, который причиняли отходы: освобождаются земли, занимаемые отвалами, уменьшается отрицательная нагрузка на окружающую среду). Правда, при оценке ущерба есть несколько существенных недостатков: авторы, выделяя ущерб от загрязнения окружающей среды и ущерб от потерь продукции сельского производства, не объясняют их несоразмерность, не учитывают косвенный эффект, который обязательно возникает в связанных отраслях.

Следует отметить, что, хотя срок реализации модели составляет 10 лет, дисконтирование при оценке эффективности отработки ТМ не используется.

Затем появляются модели, в которых выделяются всё новые и новые параметры в качестве критериев оценки эффективности освоения ТМ:

— учитывая, что рыночная среда нестабильна и рыночные факторы могут изменяться и влиять на принятие решений, большое внимание уделяется влиянию устойчивости цен и объемов производства (для конкретного техногенного сырья — форстерита из отходов обогащения при производстве удобрения) [30];

— величина и особенности формирования прибыли, полученной от добычи и переработки техногенного сырья, а также экономический, экологический и социальный эффекты [31];

— показатель, представляющий собой результат сопоставления полученных доходов с произведенными затратами [32]. Детальный расчет показателей, которые используются при оценке эффективности инвестиций (чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и др.), пока не приводится;

— реализация инвестиционных проектов по разработке ТМ всегда, как любые инвестиции, сопровождается рисками. В работе [33] автор в качестве критерия оценки называет интегральную величину риска ($P_{\text{инт}}$), которая служит поправкой на риск нормы дисконта. Эта интегральная величина включает в себя: экологический ($P_{\text{экол}}$), ценовой ($P_{\text{цен}}$), технологический ($P_{\text{техн}}$) и геологический ($P_{\text{геол}}$) риски:

$$P_{\text{инт}} = \sqrt{P_{\text{экол}} + P_{\text{цен}} + P_{\text{техн}} + P_{\text{геол}}}, \quad (15)$$

составляющие интегрального риска — в процентах;

— при разработке инвестиционных проектов эксплуатации ТМ должен использоваться эколого-экономический подход, который предполагает «оценку, учет, интеграцию и включение в затраты и результаты и экономических, и экологических его последствий» [20, с. 211]. Экономический эффект должен подлежать стоимостной оценке, хотя это в определенной степени сложно и не полностью отражает действительно существующую ситуацию, но

подчеркивают, что в зависимости от характера инвестиционного проекта этот риск нужно учитывать по-разному: как результат, если проект направлен на защиту окружающей среды; как затраты, если проект направлен на производство продукции.

Чтобы определить результативность отработки ТМ, можно использовать, как считают исследователи этой проблематики, разнообразные показатели:

— В. М. Бусырев, О. Е. Чуркин [34] таким показателем считают прибыль, причем ее величину можно оценить, учитывая либо все затраты, либо прибыль от реализационной и прочей деятельности в совокупности;

— В. М. Бусырев и Н. Н. Мельников [35–37] при оценке эффективности освоения ТМ также основным показателем считают прибыль, но при этом указывают на необходимость учета стоимости запасов полезных компонентов во вторичном сырье;

— определять степень эффективности разработки ТМ нужно по величине прироста чистого дисконтированного дохода, считает М. К. Пешкова [38]. При этом нужно обращать внимание и на то, что риски увеличиваются по мере увеличения продолжительности проекта.

Важное значение при оценке эколого-экономической эффективности освоения ТМ играет создание моделей, в которых должен быть выделен наиболее оптимальный критерий эффективности инвестиционных проектов:

— О. А. Генева, А. Л. Новоселов, И. В. Петров в разное время занимались моделированием использования вторичных минеральных ресурсов [28; 39], но все они оптимальным показателем, который выступает критерием эффективности освоения техногенных отходов, считают прибыль, полученную от использования ТМО. Разработанные ими модели основаны на том, что при освоении ТМ снижается загрязнение окружающей среды, освобождаются земли, на которых складировались отходы, что, несомненно, снижает ущерб и способствует увеличению эффекта от переработки ТМ, так как земля снова может быть использована в производственных целях (но, к сожалению, сам эффект от этого в модели не рассматривается). В предложенных моделях также указывается, что ускорение использования ТМО будет способствовать тому, что те полезные ископаемые и полезные компоненты, находящиеся в них, которые составляют отвалы, не потеряют свои полезные свойства, что произошло бы неизбежно при их длительном хранении и способствовало бы увеличению затрат на их переработку;

— В. Н. Валиев и О. В. Косолапов, моделируя процесс освоения ТМО [40], предлагают использовать критерий снижения природных характеристик месторождений, которые находятся не территориях, где проживает небольшое количество

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

людей и тяжелые природные условия. И этот критерий предлагается использовать в качестве сравнительного показателя при оценке степени результативности отработки природных и техногенных месторождений;

— модель, предложенная О. А. Романовой и Д. В. Сиротиним [41], построена на том, насколько технологические решения, используемые при отработке ТМО, являются стратегически гибкими и целесообразными;

— модель, разработанная целым рядом авторов [42–44], включает в процесс оценки эффективности освоения ТМ использование реальных опционов, так как они позволяют принимать гибкие решения и быстро адаптироваться в условиях неопределенности внешней среды.

На основании вышеизложенного можно выделить четыре этапа (поколения) методик оценки эффективности освоения ТМ (табл. 2).

Таблица 2

Этапы (поколения) методического обеспечения оценки эффективности освоения ТМ

Временной период этапа (поколения)	Преобладание моделей оценки (подходов)	Основные аспекты оценки
1970–1985 гг.	Затратные модели	Сравнение приведенных затрат Учет только прямых производственных издержек Основной критерий — минимум затрат на единицу продукции
1986–2000 гг.	Инвестиционные модели	Введение дисконтированных денежных потоков Использование показателей: ЧДД — чистая приведенная стоимость, ВНД — внутренняя норма доходности, ИД — индекс доходности Недостаток — игнорирование внешних эффектов (экстерналий)
2001–2015 гг.	Комплексные модели	Использование методов, предполагающих оценку общей ожидаемой стоимости проекта и сравнение ее с ожидаемыми выгодами Монетизация экологического ущерба Включение в оценку социальных параметров
2016 г. — настоящее время	Современные подходы	Применение при оценке инвестиционных проектов метода реальных опционов Использование геоинформационных систем для учета локальных эффектов Интеграция экологических, социальных и управленческих факторов при оценке эффективности (ESG-факторов)

Особенности оценки эффективности освоения ТМ в условиях северных регионов

Таким образом, анализ методического обеспечения оценки эффективности освоения ТМ продемонстрировал, что первые методические рекомендации разных организаций и ведомств 1970-х гг., как и последующие уже 1990-х гг., не учитывают предотвращаемый экономический ущерб, обусловленный снижением негативного воздействия на окружающую среду, а также социальные эффекты и фактор времени. Отдельные работы [18; 40] при оценке эффективности освоения ТМ демонстрируют попытку расширения учитываемых аспектов за счет включения (помимо экономических) рыночных, геологических, горнотехнических, экологических и социальных аспектов, но их оценка достаточна сложна и не прозрачна для полноценной верификации расчетов. Также исследователи достаточно фрагментарно и не совсем обосновано подходят к выбору учитываемых аспектов оценки. Экономика природопользования знает не так много работ по развитию теоретико-методологической базы системной оценки природных ресурсов, в том числе минеральных [45; 46]. Одной из фундаментальных

можно признать работу [47], где дается четкий теоретический аппарат оценки и представлена ее структура и архитектура. Тем не менее и в этой работе присутствуют некоторая путаница и дублирование в дефинициях социальной оценки [47, с. 12], но общая структура учитывает максимальный спектр оценок. Так, с целью выявления особенностей анализа эффективности освоения ТМ в условиях северных регионов предлагается выделять вертикальную и горизонтальную структуру оценок. Вертикальная структура в основном определяется степенью геологической изученности и хозяйственной освоенности, а горизонтальная — числом учитываемых факторов.

Так, вертикальный срез структуры системной оценки включает в себя подразделение по следующим критериям:

— по уровню планирования:

Планово-перспективная
Кадастровая
Текущая

— по стоимостному подходу:

Затратная
Доходная

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Сравнительная

— по уровню комплексности:

Поэлементная

Комплексная

— по количеству критериев:

Однокритериальная

Многокритериальная

— по углубленности и широте охвата:

Общая

Совокупная

Специальная

— по динамическим свойствам:

С учетом фактора времени

Без учета фактора времени

— по степени достоверности:

Вероятностная

Детерминированная.

Горизонтальный срез подразделяет оценку минеральных ресурсов по сферам деятельности человека:

— на природно-географическую оценку:

Географическая

Геологическая

Экологическая

— технико-технологическую оценку:

Оценка уровня НТП, а также использование заменителей минеральных ресурсов и их стоимость

— социальную оценку

— экономическую оценку (как в стоимостной, так и в нестоимостной формах).

Таким образом, любой вид оценки горизонтального среза может быть развернут по вертикальной структуре, а значит, горизонтальная структура оценки первична, вертикальная — вторична. Анализ, представленный выше в первом блоке результатов, продемонстрировал, что если экономическая оценка минеральных ресурсов и эффективности их освоения как для природных месторождений полезных ископаемых, так и ТМ не вызывает особых проблем, то оценка экологического и социального аспекта — это поле неопределенности. Для северных регионов эта проблема осложняется объективными экологическими и социально-экономическими предпосылками. Первые обусловлены высокой уязвимостью, низкой устойчивостью северных экосистем, а также плохим потенциалом к восстановлению биотической составляющей природной среды. То есть экономический ущерб от негативных экологических последствий, обусловленных отработкой ТМ, будет значительно выше для условий северных экосистем. Вторые — ухудшением условий жизни человека на Севере, обусловленных высокой деградацией природной среды, связанной с интенсивным промышленным освоением Севера.

В большей степени негативным последствиям подвержены КМНС, для которых природные ресурсы являются важнейшим, если не единственным, источником существования их традиционного образа жизни, обычаев, нравов, а также традиционных видов природопользования (оленоводческо-промысловые хозяйства, рыболовные и др.). Так, согласно этнологам, традиционно у народов Арктики выделяют четыре базовых хозяйственно-культурных типа: 1) арктические охотники на морских зверей (эскимосы, береговые чукчи, кереки); 2) оленеводы тундры и лесотундры (ненцы, энцы, нганасаны, долганы, чукчи, эвены, эвенки, северные ханты и манси); 3) оседлые рыболовы бассейнов рек Обь, Енисей, Лена и др. (ханты, манси); 4) охотники и оленеводы северной тайги (эвенки, эвены, долганы, лесные ненцы, юкагиры, ханты, манси). Все эти народности ведут традиционный культурно-хозяйственный тип природопользования, для которого, согласно Т. М. Красовской, характерно «биосфероцентрическое мировоззрение, наличие сознательных стимулов к ограничению потребления ресурсов, ориентация на минимизацию трудозатрат в природопользовании, определяющую экстенсивные формы освоения и общинный характер хозяйственной культуры» [48, с. 101–102]. Представляется логичным, что деятельность по добыче и обогащению полезных ископаемых, в том числе при отработке ТМ, будет негативно влиять на все четыре этногруппы путем загрязнения природных экосистем Севера, то есть посредством ухудшения условий реализации традиционного природопользования, а также будет изменять присущее КМНС мировоззрение за счет привнесения новых товаров в хозяйственный оборот и неосознанной трансляции идеологии общества потребления.

Также для северных регионов при реализации природно-географической оценки освоения ТМ в текущих условиях глобального потепления немаловажным представляется учет и криогенного фактора, а именно необходима оценка экономического ущерба, обусловленного нанесением вреда криолитозоне при отработке ТМ полезных ископаемых, и последствий ее деградации. Динамика вечной мерзлоты, вызванная освоением ТМ, будет оказывать влияние на окружающий ландшафт и экосистемы. Возможные последствия: изменения гидрологического режима, эрозия, термокарсты и другие геоморфологические явления, обусловленные деградацией криосферы [49; 50; 51].

Заключение

Анализ методического обеспечения оценки эффективности освоения ТМ дал возможность выявить следующие аспекты:

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

— первые исследования по эффективности использования ТМО относятся к середине 1970-х гг. и касаются угледобычи (использования ТМО для производства строительных материалов);

— до середины 1990-х гг. основным методом оценки экономической эффективности использования ТМО выступает сравнительная оценка, учитывающая производство продукции из техногенного и природного сырья с использованием приведенных затрат, что подтверждает и официальная Методика (1985 г.). Оценка экологического эффекта фактически отсутствует, учету подлежит лишь эффект от сокращения затрат на транспортировку и складирование отходов. При использовании ТМО для получения нового продукта оценочными критериями выступает интегральный эффект;

— согласно Методике (1985 г.), расчету подлежит хозяйственная и народнохозяйственная эффективность, предусматривающая в числе эффектов отражение эффекта производителя, потребителя и предотвращаемый экономический эффект. При оценке последнего рекомендуется обращение к Временной типовой методике (1986 г.);

— с середины 1990-х гг. оценка эффективности освоения ТМ осуществляется с позиции формирования инвестиционных проектов и присущих им показателей эффективности. Основную роль играет чистый дисконтированный доход (ЧДД), учитывающий ценность денежных потоков, ожидаемых в будущем. В отдельных случаях рекомендуется в качестве оценочного критерия использовать прирост ЧДД. Наряду с ЧДД предусматривается использование в качестве критерия чистой прибыли или прироста чистой прибыли;

— совершенствование методического инструментария оценки эколого-экономической эффективности освоения ТМ осуществляется в основном за счет детализации определения эффектов (результатов): учета социальных эффектов, косвенных финансовых результатов, различных составляющих предотвращаемого экономического ущерба и др.; влияния устойчивости цен и объемов производства в рыночных условиях, учета экономического и экологического рисков.

В целом, как показал анализ, дальнейшее развитие методического обеспечения оценки эколого-экономической эффективности освоения ТМ предполагает, во-первых, подготовку методических рекомендаций с позиции инвестиционного проектирования, во-вторых, уточнение расчета эффектов (результатов) общественной (народнохозяйственной) эффективности, в-третьих, обоснование процедуры дисконтирования и рискованности инвестирования в освоение ТМ.

При установлении особенностей оценки эффективности освоения ТМ в условиях северных регионов была выявлена архитектура оценки, включающая в себя вертикальный и горизонтальный срезы. Вертикальная оценка в основном определяется степенью геологической изученности и хозяйственной освоенности, а горизонтальная — числом учитываемых факторов. При исследовании видов горизонтальной оценки для условий северных регионов были выявлены следующие особенности:

— оценка экологического и социального аспектов для северных регионов осложняется экологическими и социально-экономическими предпосылками. Экономический ущерб от негативных экологических последствий, обусловленных отработкой ТМ, будет значительно выше для северных экосистем. Также необходимо в социальной оценке учитывать негативные последствия от добычной деятельности при освоении ТМ как для КМНС, так и для их традиционных видов природопользования;

— при реализации природно-географической оценки необходимо учитывать криогенный фактор.

Так, результаты анализа в части обособления как направлений развития методического обеспечения оценки эколого-экономической эффективности освоения ТМ, так и особенностей оценки эффективности освоения ТМ в условиях северных регионов отражают новизну текущего исследования. Для практики результаты данной научной работы важны в части выявления «узких мест» и точек роста для создания актуальных методических рекомендаций по оценке эколого-экономической эффективности освоения ТМ, разработка которых представляет собой научную проблему, требующую проведения дальнейших исследований.

Список источников

1. Liu W. Y., Lee D. R., Wang S.-Y. S. et al. Assessing the ecological loss of mining areas in Taiwan // *Environ Monit. Assess.* 2023. No. 195. P. 288. DOI: 10.1007/s10661-022-10780-8.
2. Полянская И. Г., Юрак В. В., Стровский В. Е. Повышение уровня сбалансированности недропользования в регионе с помощью учета отходов недропользования // *Экономика региона.* 2019. Т. 15, № 4. С. 1226–1240. DOI: 10.17059/2019-4-20.
3. Gupta H., Kumar A., Wasan P. Industry 4.0, cleaner production and circular economy: an integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations // *J. Clean Prod.* 2021. No. 295. P. 126253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

4. Polyanskaya I. G., Yurak V. V. Institutional assessment of environmentally oriented subsoil use // *Economy of Regions*. 2017. 13 (2). P. 355–368. DOI: 10.17059/2017-2-3.
5. Wang Y., Yang T., Liu Z., Chi Z., Lu L. Combining natural resources to drive technology and efficiency for a greener economic recovery // *Resources Policy*. 2024. No. 89. P. 104599. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104599>.
6. Tatarkin A. I., Polyanskaya I. G., Ignatyeva M. N., Yurak V. V. Consistent assessment of the status and prospects of institutional and innovational subsurface resources management in the Arctic zone // *Economy of Regions*. 2014. No. 3. P. 146–158. DOI: 10.17059/2014-3-14.
7. Abbas J. Impact of total quality management on corporate green performance through the mediating role of corporate social responsibility // *J. Clean Prod.* 2020. No. 242. P. 118458. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118458>.
8. Zhang J. Assessing the effect of the improvement of environmental damage compensation legal system and green finance project on the re-establishment of the ecological environment // *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2023. No. 30. P. 67662–67675. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26877-7>.
9. Юрак В. В. Методические рекомендации по экономической оценке регулирующих и социальных экосистемных услуг. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2018. 55 с.
10. Cai X., Zhu B., Zhang H., Li L., Xie M. Can direct environmental regulation promote green technology innovation in heavily polluting industries? Evidence from Chinese listed companies // *Sci Total Environ.* 2020. No. 746. P. 140810. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140810>.
11. Gorbatova E. A., Ozhogina E. G., Ryl'nikova M. V. et al. Mineralogical Features of Chalcopyrite and Sphalerite in Copper–Pyrite Ore Tailings in the Light of Prospects for the Purposeful Formation of Man-Made Deposits // *J. Min. Sci.* 2018. No. 54. P. 858–867. <https://doi.org/10.1134/S1062739118054987>.
12. Fedorov S. A., Amdur A. M. Review of Man-Made and Secondary Raw Materials of Platinum-Group Metals and their Classification // *Metallurgist*. 2021. No. 65. P. 808–814. <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01218-6>.
13. *Encyclopedia of Natural Hazards* / Peter T. Bobrowsky eds. Springer Dordrecht, 2013. 1135 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4>.
14. Chervinski A. Ecological Evaluation of Economic Evaluation of Environmental Quality // *Procedia Economics and Finance*. 2014. No. 8. P. 150–156. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00075-6).
15. Рубан В. А., Крапчин И. П., Семенова И. К. Эффективность использования отходов обогащения угля в производстве строительных материалов // *Уголь*. 1975. 10. С. 65–67.
16. Хатунцев Ю. В., Хохряков А. В., Головизников А. В. Об учете экологических факторов в проектных решениях // *Уголь*. 1992. 6. С. 57–58.
17. Зельниченко В. М. Совершенствование экономической оценки комплексного использования отходов производства. Ценообразование и рациональное природопользование // *Сб. статей Международной конференции*. 1988. Т. 1. С. 114–117.
18. Чайников В. В. Системная оценка техногенных месторождений. Обзор. информация. Вып. 6–7. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений твердых полезных ископаемых. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. 75 с.
19. Бахарева Е. В., Свириденко А. И. Определение экономически и экологически обоснованного направления использования отходов производства и потребления. Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии // *Материалы III научно-технической конференции*. Гродно, 1998. Ч. II. С. 19–23.
20. Криворотов В. В., Выварец К. А. Совершенствование методики оценки эффективности инвестиционных проектов по использованию отходов // *Экономика региона*. 2008. 2. С. 209–212.
21. Худяков Е. Л., Ярин Г. А. Экономическая оценка эффективности инвестиционных проектов с учетом экологического фактора. Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2003. 106 с.
22. Данченков Е. Н. Экономическое обоснование эффективности извлечения мелкого, тонкого и тонкодисперсного золота из техногенных месторождений: автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2004. 19 с.
23. Маринина О. А. Экономическая эффективность комплексного использования месторождений сланцев: дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2002. 155 с.
24. Пахальчак Г. Ю. Совершенствование экономического механизма переработки отходов горнодобывающего и перерабатывающих производств: дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 1998. 131 с.
25. Хализева О. Ю. Экономическая оценка инвестиционной деятельности предприятий по переработке технологических отходов ТПК (на примере ЗАО «Завод «Композит»): дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2001. 144 с.
26. Ганская А. Г., Герценштейн Ф. Э. Экономическая оценка техногенных образований // *Экология и промышленность России*. 2006. С. 39–41.
27. Кочетков О. С., Сажин Б. С., Синев А. В., Ходакова Т. Д. Экономические аспекты переработки отходов // *Экология и промышленность России*. 2002. С. 38–39.
28. Генева О. А. Экономико-математическая модель оценки эколого-экономической эффективности вовлечения в хозяйственный оборот низкосортных углей Восточного Донбасса // *ГИАБ*. 2007. 3. С. 24–27.
29. Каплунов Д. Р., Юков В. А. К оценке эффективности освоения техногенных образований // *Маркшейдерия и недропользование*. 2008. 5. С. 8–12.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

30. Трушников В. Е. Основы эколого-экономического обоснования использования техногенных ресурсов форстерита из отходов обогащения для производства удобрения // ГИАБ. 2010. 10. С. 70–77.
31. Попов М. С. К вопросу об эффективности освоения техногенных месторождений // ГИАБ. 2011. 9. С. 262–264.
32. Юков В. А. Оценка эффективности освоения техногенных образований от подземной разработки месторождения // ГИАБ. 2012. 7. С. 339–348.
33. Балашенко В. В., Рудакова Л. В. Оценка экономического и экологического риска при разработке техногенно-минеральных образований // Экономика природопользования. 2013. 5. С. 63–77.
34. Бусырев В. М., Чуркин О. Е. Оценка стоимости запасов и эффективности освоения техногенных месторождений // ГИАБ. 2016. 6. С. 106–113.
35. Мельников Н. Н., Бусырев В. М. Метод оценки эффективности освоения техногенных месторождений // Изв. вузов Горный журнал. 2016. 7. С. 20–25.
36. Мельников Н. Н., Бусырев В. М. Концепция ресурсобалансированного освоения минерально-сырьевой базы // Минеральные ресурсы России. 2005. 2. С. 58–63.
37. Мельников Н. Н., Бусырев В. М. Ресурсобалансированное недропользование: теория и методы. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. 110 с.
38. Пешкова М. Х. Оценка экономической эффективности освоения техногенно-минеральных объектов в регионах со статусом территории опережающего социально-экономического развития // Горный журнал. 2017. 6. С. 39–43.
39. Новоселов А. Л., Петров И. В. Моделирование использования вторичных минеральных ресурсов // Горный журнал. 2019. 7. С. 80–84.
40. Валиев В. Н., Косолапов О. В. Оценка эколого-экономической эффективности использования отходов горных предприятий // Изв. вузов Горный журнал. 2013. 8. С. 42–45.
41. Романова О. А., Сиротин Д. В. Методический подход к определению эколого-экономической эффективности переработки техногенных образований // Известия УГГУ. 2019. 3. С. 141–149.
42. Закревская Е. А., Деткова М. Е. Перспективы применения метода реальных опционов для определения оптимального момента инвестирования // Фундаментальные исследования. 2018. 6. С. 122–126.
43. Позднякова Е. А. Оценка экономической эффективности проектов освоения минерально-сырьевой базы с использованием метода реальных опционов // Экономика в промышленности. 2018. 3. С. 280–286.
44. Шелепина И. Г. Метод реальных опционов при управлении инвестициями в логистике // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2018. 3. С. 191–194.
45. Кныш В. А., Ларичкин Ф. Д. Институциональные аспекты стимулирования использования ресурсного потенциала отходов недропользования // Рациональное освоение недр. 2024. 2. С. 14–19. DOI: 10.26121/RON.2024.69.29.001.
46. Рациональное использование вторичных минеральных ресурсов в условиях экологизации и внедрения наилучших доступных технологий : монография / коллектив авторов; под науч. ред. д. э. н., проф. Ф. Д. Ларичкина, д. э. н., проф. В. А. Кныша. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2019. 252 с.
47. Пахомов В. П. Оценка минеральных ресурсов в районах нового хозяйственного освоения (экономический, экологический и социальный аспекты). М.: Наука, 1989. 102 с.
48. Красовская Т. М. Природопользование Севера России. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 288 с.
49. Сердарова Д. Х., Бекджанов Ы. Геоморфология ледников и криосферы: динамика ледников и вечной мерзлоты, их деградация и влияние на окружающий ландшафт в условиях изменения климата // Вестник науки. 2024. 11. С. 1437–1440.
50. Макарова В. Н., Решетников В. С. Анализ факторов внешней среды, влияющих на подтаивание вечной мерзлоты, на примере Якутии // Отходы и ресурсы. 2024. 1. URL: <https://resources.today/PDF/11NZOR124.pdf>. DOI: 10.15862/11NZOR124 (дата обращения: 25.11.2025).
51. Титов А. С., Торопов А. С. Геоэкологическая оценка разных типов почв криолитозоны Западной Якутии в условиях функционирования алмазодобывающих предприятий // Горные науки и технологии. 2024. 9 (2). С. 170–182. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-12-188>.

References

1. Liu W. Y., Lee D. R., Wang S.-Y. S., Yu H. W. Assessing the ecological loss of mining areas in Taiwan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2023, No. 195, p. 288. DOI: 10.1007/s10661-022-10780-8.
2. Polyanskaya I. G., Yurak V. V., Strovsky V. E. Povysheniye urovnya sbalansirovannosti nedropol'zovaniya v regione s pomoshch'yu ucheta otkhodov nedropol'zovaniya [Considering mining wastes as a factor of increasing the balance level of subsoil management in regions]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2019, Vol. 15, No. 4, pp. 1226–1240. DOI: 10.17059/2019-4-20 (In Russ.).
3. Gupta H., Kumar A., Wasan P. Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 2021, No. 295, p. 126253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>.
4. Polyanskaya I. G., Yurak V. V. Institutional assessment of environmentally oriented subsoil use. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2017, 13 (2), pp. 355–368. DOI: 10.17059/2017-2-3.

5. Wang Y., Yang T., Liu Z., Chi Z., Lu L. Combining natural resources to drive technology and efficiency for a greener economic recovery. *Resources Policy*, 2024, No. 89, p. 104599. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104599>.
6. Tatarkin A. I., Polyanskaya I. G., Ignatyeva M. N., Yurak V. V. Consistent assessment of the status and prospects of institutional and innovational subsurface resources management in the Arctic zone. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2014, No. 3, pp. 146–158. DOI: 10.17059/2014-3-14.
7. Abbas J. Impact of total quality management on corporate green performance through the mediating role of corporate social responsibility. *Journal of Cleaner Production*, 2020, No. 242, p. 118458. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118458>.
8. Zhang J. Assessing the effect of the improvement of environmental damage compensation legal system and green finance project on the re-establishment of the ecological environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, No. 30, pp. 67662–67675. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26877-7>.
9. Yurak V. V. *Metodicheskie rekomendatsii po ekonomicheskoi otsenke reguliruyushchikh i sotsial'nykh ekosistemnykh uslug* [Methodological recommendations for the economic assessment of regulating and social ecosystem services]. Ekaterinburg, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 55 p. (In Russ.).
10. Cai X., Zhu B., Zhang H., Li L., Xie M. Can direct environmental regulation promote green technology innovation in heavily polluting industries? Evidence from Chinese listed companies. *Science of the Total Environment*, 2020, No. 746, p. 140810. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140810>.
11. Gorbatova E. A., Ozhogina E. G., Ryl'nikova M. V., Radchenko D. N. Mineralogical features of chalcopyrite and sphalerite in copper-pyrite ore tailings in the light of prospects for the purposeful formation of man-made deposits. *Journal of Mining Science*, 2018, No. 54, pp. 858–867. <https://doi.org/10.1134/S1062739118054987>.
12. Fedorov S. A., Amdur A. M. Review of man-made and secondary raw materials of platinum-group metals and their classification. *Metallurgist*, 2021, No. 65, pp. 808–814. <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01218-6>.
13. *Encyclopedia of natural hazards*. Peter T. Bobrowsky (ed.). Springer Dordrecht, 2013, 1135 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4>.
14. Chervinski A. Ecological evaluation of economic evaluation of environmental quality. *Procedia Economics and Finance*, 2014, No. 8, pp. 150–156. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00075-6).
15. Ruban V. A., Krapchin I. P., Semenova I. K. Effektivnost' ispol'zovaniya otkhodov obogashcheniya uglya v proizvodstve stroitel'nykh materialov [The efficiency of using coal enrichment waste in the production of building materials]. *Ugol'* [Coal], 1975, No. 10, pp. 65–67. (In Russ.).
16. Khatuntsev Yu. V., Khokhryakov A. V., Goloviznikov A. V. Ob uchete ekologicheskikh faktorov v proektnykh resheniyakh [Accounting for environmental factors in design]. *Ugol'* [Coal], 1992, No. 6, pp. 57–58. (In Russ.).
17. Zel'nichenko V. M. Sovershenstvovanie ekonomicheskoi otsenki kompleksnogo ispol'zovaniya otkhodov proizvodstva. Tsenoobrazovanie i ratsional'noe prirodopol'zovanie [Improving the economic assessment of the integrated use of industrial waste. Pricing and rational use of natural resources]. *Sb. statei Mezhdunarodnoi konferentsii* [Proceedings of the International Conference], 1988, Vol. 1, pp. 114–117. (In Russ.).
18. Chainikov V. V. *Sistemnaya otsenka tekhnogennykh mestorozhdenii. Obzor. informatsiya. Vyp. 6–7. Geologiya, metody poiskov, razvedki i otsenki mestorozhdenii tverdykh poleznykh iskopaemykh* [A system for assessing anthropogenic deposits. A Review. Vol. 6–7. Geology, methods of prospecting, exploration and evaluation of solid mineral deposits]. Moscow, ZAO "Geoinformmark", 1999, 75 p. (In Russ.).
19. Bakhareva E. V., Sviridenko A. I. Opredelenie ekonomicheskoi i ekologicheskoi obosnovannogo napravleniya ispol'zovaniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya. Resursosberegayushchie i ekologicheski chistye tekhnologii [Determining an economically and environmentally sound direction for using production and consumption waste. Resource-saving and environmentally friendly technologies]. *Materialy III nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Proceedings of the III Research and Engineering Conference]. Grodno, 1998, Part II, pp. 19–23. (In Russ.).
20. Krivorotov V. V., Vyvarets K. A. Sovershenstvovanie metodiki otsenki effektivnosti investitsionnykh projektov po ispol'zovaniyu otkhodov [Improving the methodology for assessing the effectiveness of investment projects for the use of waste]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2008, No. 2, pp. 209–212. (In Russ.).
21. Khudyakov E. L., Yarin G. A. *Ekonomicheskaya otsenka effektivnosti investitsionnykh projektov s uchetom ekologicheskogo faktora* [Economic assessment of the effectiveness of investment projects: Accounting for the environmental factor]. Ekaterinburg, Ural State Economic University Publishing House, 2003, 106 p. (In Russ.).
22. Danchenkov E. N. *Ekonomicheskoe obosnovanie effektivnosti izvlecheniya melkogo, tonkogo i tonkodispersnogo zolota iz tekhnogennykh mestorozhdenii* [A feasibility study of extracting fine and finely dispersed gold from anthropogenic deposits. A PhD thesis abstract]. Moscow, 2004, 19 p. (In Russ.).
23. Marinina O. A. *Ekonomicheskaya effektivnost' kompleksnogo ispol'zovaniya mestorozhdenii slantsev* [Economic efficiency of the comprehensive use of shale deposits. A PhD thesis abstract]. Saint Petersburg, 2002, 155 p. (In Russ.).
24. Pakhal'chak G. Yu. *Sovershenstvovanie ekonomicheskogo mekhanizma pererabotki otkhodov gornodobyvayushchego i pererabatyvayushchikh proizvodstv* [Improving the economic mechanism for processing waste from mining and processing industries. A PhD thesis]. Ekaterinburg, 1998, 131 p. (In Russ.).

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

25. Khalizeva O. Yu. *Ekonomicheskaya otsenka investitsionnoi deyatel'nosti predpriyatii po pererabotke tekhnologicheskikh otkhodov TPK (na primere ZAO Zavod "Kompozit")* [Economic analysis of corporate investment activities in mining waste processing: A case study of the Composite Plant ZAO. A PhD thesis]. Saint Petersburg, 2001, 144 p. (In Russ.).
26. Ganskaya A. G., Gertsenshtein F. E. Ekonomicheskaya otsenka tekhnogennykh obrazovaniy [Economic assessment of mining wastes]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2006, pp. 39–41. (In Russ.).
27. Kochetkov O. S., Sazhin B. S., Sinev A. V., Khodakova T. D. Ekonomicheskie aspekty pererabotki otkhodov [Economic aspects of waste recycling]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2002, pp. 38–39. (In Russ.).
28. Geneva O. A. Ekonomiko-matematicheskaya model' otsenki ekologo-ekonomicheskoi effektivnosti вовлечения v khozyaistvennyi oborot nizkosortnykh uglei Vostochnogo Donbassa [An economic and mathematical model for assessing the environmental and economic efficiency of involving low-grade coals of Eastern Donbass into the economy] *GIAB* [Mining Informational and Analytical Bulletin], 2007, No. 3, pp. 24–27. (In Russ.).
29. Kaplunov D. R., Yukov V. A. K otsenke effektivnosti osvoeniya tekhnogennykh obrazovaniy [Assessing the effectiveness of utilizing mining wastes]. *Marksheideriya i nedropol'zovanie* [Mine Surveying and Subsurface Use], 2008, No. 5, pp. 8–12. (In Russ.).
30. Trushnikov V. E. Osnovy ekologo-ekonomicheskogo obosnovaniya ispol'zovaniya tekhnogennykh resursov forsterita iz otkhodov obogashcheniya dlya proizvodstva udobreniya [A feasibility study of utilizing forsterite processing waste in fertilizer production]. *GIAB* [Mining Informational and Analytical Bulletin], 2010, No. 10, pp. 70–77. (In Russ.).
31. Popov M. S. K voprosu ob effektivnosti osvoeniya tekhnogennykh mestorozhdeniy [On the issue of the efficiency of developing anthropogenic deposits]. *GIAB* [Mining Informational and Analytical Bulletin], 2011, No. 9, pp. 262–264. (In Russ.).
32. Yukov V. A. Otsenka effektivnosti osvoeniya tekhnogennykh obrazovaniy ot podzemnoi razrabotki mestorozhdeniya [Assessing the efficiency of developing mining waste from underground mines]. *GIAB* [Mining Informational and Analytical Bulletin], 2012, No. 7, pp. 339–348. (In Russ.).
33. Balashenko V. V., Rudakova L. V. Otsenka ekonomicheskogo i ekologicheskogo riska pri razrabotke tekhnogenno-mineral'nykh obrazovaniy [Assessment of economic and environmental risks in the development of mining wastes]. *Ekonomika prirodopol'zovaniya* [Environmental Economics], 2013, No. 5, pp. 63–77. (In Russ.).
34. Busyrev V. M., Churkin O. E. Otsenka stoimosti zapasov i effektivnosti osvoeniya tekhnogennykh mestorozhdeniy [Assessment of reserves value and efficiency of man-made deposits development]. *GIAB* [Mining Informational and Analytical Bulletin], 2016, No. 6, pp. 106–113. (In Russ.).
35. Mel'nikov N. N., Busyrev V. M. Metod otsenki effektivnosti osvoeniya tekhnogennykh mestorozhdeniy [Technogenic deposits exploitation efficiency estimation method]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gornyi zhurnal* [News of the Higher Institutions. Mining Journal], 2016, No. 7, pp. 20–25. (In Russ.).
36. Mel'nikov N. N., Busyrev V. M. Kontseptsiya resursosbalansirovannogo osvoeniya mineral'no-syr'evoi bazy [The concept of resource-balanced development of the mineral resource base]. *Mineral'nye resursy Rossii* [Mineral Resources of Russia], 2005, No. 2, pp. 58–63. (In Russ.).
37. Mel'nikov N. N., Busyrev V. M. *Resursosbalansirovannoe nedropol'zovanie: teoriya i metody* [Resource-balanced subsoil use: Theory and methods]. Apatity, KSC RAS, 2007, 110 p. (In Russ.).
38. Peshkova M. H. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti osvoeniya tekhnogenno-mineral'nykh ob'ektov v regionakh so statusom territorii operezhayushchego sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Assessment of the economic efficiency of the development of mining wastes in regions with the status of a territory of rapid socio-economic development]. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2017, No. 6, pp. 39–43. (In Russ.).
39. Novoselov A. L., Petrov I. V. Modelirovaniye ispol'zovaniya vtorykhnykh mineral'nykh resursov [Modeling the use of secondary mineral resources]. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2019, No. 7, pp. 80–84. (In Russ.).
40. Valiev V. N., Kosolapov O. V. Otsenka ekologo-ekonomicheskoi effektivnosti ispol'zovaniya otkhodov gornykh predpriyatii [Assessment of environmental and economic efficiency of use of waste produced by mining companies]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gornyi zhurnal* [News of the Higher Institutions. Mining Journal], 2013, No. 8, pp. 42–45. (In Russ.).
41. Romanova O. A., Sirotin D. V. Metodicheskii podkhod k opredeleniyu ekologo-ekonomicheskoi effektivnosti pererabotki tekhnogennykh obrazovaniy [A methodological approach to determining the environmental and economic efficiency of processing man-made formations]. *Izvestiya UGGU* [News of USMU], 2019, No. 3, pp. 141–149. (In Russ.).
42. Zakrevskaya E. A., Detkova M. E. Perspektivy primeneniya metoda real'nykh optsiyonov dlya opredeleniya optimal'nogo momenta investirovaniya [Prospects of real options application to optimal investment moment determination]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2018, No. 6, pp. 122–126. (In Russ.).
43. Pozdnyakova E. A. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti proektov osvoeniya mineral'no-syr'evoi bazy s ispol'zovaniem metoda real'nykh optsiyonov [Estimation of economic efficiency of mineral resource base development projects using the real options method]. *Ekonomika v promyshlennosti* [Russian Journal of Industrial Economics], 2018, No. 3, pp. 280–286. (In Russ.).
44. Shelepina I. G. Metod real'nykh optsiyonov pri upravlenii investitsiyami v logistike [The real options method for investment management in logistics]. *RISK: Resursy, informatsiya, snabzhenie, konkurentsya* [RISK: Resources, Information, Supply, Competition], 2018, No. 3, pp. 191–194. (In Russ.).

45. Knysh V. A., Larichkin F. D. Institutsional'nye aspekty stimulirovaniya ispol'zovaniya resursnogo potentsiala otkhodov nedropol'zovaniya [Institutional incentives for the use of mining waste resource potential]. *Ratsional'noe osvoenie nedr* [Mineral Mining & Conservation], 2024, No. 2, pp. 14–19. DOI: 10.26121/RON.2024.69.29.001. (In Russ.).
46. *Ratsional'noe ispol'zovanie vtorichnykh mineral'nykh resursov v usloviyakh ekologizatsii i vnedreniya nailuchshikh dostupnykh tekhnologii* [Rational use of secondary mineral resources in the context of green policies and the introduction of the best available technologies]. Apatity, KSC RAS, 2019, 252 p. (In Russ.).
47. Pakhomov V. P. *Otsenka mineral'nykh resursov v raionakh novogo khozyaistvennogo osvoeniya (ekonomicheskii, ekologicheskii i sotsial'nyi aspekty)* [Assessment of mineral resources in areas of new economic development (Economic, environmental, and social aspects)]. Moscow, Nauka, 1989, 102 p. (In Russ.).
48. Krasovskaya T. M. *Prirodopol'zovanie Severa Rossii* [Nature management in the Russian North]. Moscow, LKI Publishing House, 2008, 288 p. (In Russ.).
49. Serdarova D. Kh., Bekjanov Y. Geomorfologiya lednikov i kriosfery: dinamika lednikov i vечноi merzloty, ikh degradatsiya i vliyaniye na okruzhayushchii landshaft v usloviyakh izmeneniya klimata [Geomorphology of glaciers and cryosphere: Dynamics of glaciers and permafrost, their degradation and impact on the environmental landscape under climate change]. *Vestnik nauki* [Science Bulletin], 2024, No. 11, pp. 1437–1440. (In Russ.).
50. Makarova V. N., Reshetnikov V. S. Analiz faktorov vneshnei sredy, vliyayushchikh na podtaivaniye vечноi merzloty, na primere Yakutii [Analysis of environmental factors affecting permafrost thawing. A case study of Yakutia]. *Otkhody i resursy* [Waste and Resources], 2024, No. 1. (In Russ.). DOI: 10.15862/11NZOR124. Available at: <https://resources.today/PDF/11NZOR124.pdf> (accessed 25.11.2025).
51. Titov A. S., Toropov A. S. Geoekologicheskaya otsenka raznykh tipov pochv kriolitozony Zapadnoi Yakutii v usloviyakh funktsionirovaniyaalmazodobyvayushchikh predpriyatii [Geoenvironmental assessment of different types of cryolithic soils in Western Yakutia under the conditions of diamond-mining operations]. *Gornye nauki i tekhnologii* [Mining Science and Technology (Russia)], 2024, No. 9 (2), pp. 170–182. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2023-12-188>. (In Russ.).

Об авторах:

В. В. Юрак — докт. экон. наук, доц., заведующая научно-исследовательской лабораторией рекультивации нарушенных земель и техногенных объектов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет»; ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук; профессор кафедры отраслевой экономики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»;

М. Н. Игнатьева — докт. экон. наук, профессор кафедры экономики и менеджмента, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории рекультивации нарушенных земель и техногенных объектов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет»; ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук;

О. Г. Комарова — старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента;

Б. В. Французов — заместитель начальника Департамента экономики замкнутого цикла в сфере отходов производства и потребления.

About the authors:

V. V. Yurak — DSc (Economics), Associate Professor, Head of the Research Laboratory for Mine Reclamation at Ural State Mining University; Lead Researcher in the Institute of Economics of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences; Professor in the Department of Industrial Economics at Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University;

M. N. Ignatyeva — DSc (Economics), Professor, Professor in the Department of Economics and Management, Chief Researcher in the Research Laboratory for Mine Reclamation at Ural State Mining University; Lead Researcher in the Institute of Economics of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences;

O. G. Komarova — Senior Lecturer in the Department of Economics and Management;

B. V. Frantsuzov — Deputy Head of the Department of Circular Economy in Production and Consumption Waste Management.

Статья поступила в редакцию 25 февраля 2025 года.

Статья принята к публикации 25 августа 2025 года.

The article was submitted on February 15, 2025.

Accepted for publication on August 25, 2025.

Научная статья

УДК 330.322.013.4

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.009

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО СПРОСА ЧЕРЕЗ МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ СВЯЗИ

Владимир Николаевич Мякшин¹, Владимир Николаевич Петров²,
Людмила Александровна Чижова³, Татьяна Николаевна Песьякова⁴

^{1,3}Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова
Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия

²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

⁴Управление Федеральной налоговой службы России по Архангельской области и Ненецкому автономному округу,
Архангельск, Россия

¹mcshin@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3989-7367

²wladimirpetrov@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-4991-2249

³chijova.mila@yandex.ru, ORCID 0000-0003-0298-5248

⁴safuecon@yandex.ru, ORCID ID 0000-0002-5913-8042

Аннотация. В условиях финансовых ограничений при формировании структурной и инвестиционной политики в арктических регионах необходимо учитывать межотраслевые инвестиционные потоки, что определяет актуальность анализа структурных сдвигов в отраслевых экономических системах при распространении инвестиционного спроса посредством межотраслевых связей. Целью исследования является разработка экономического инструментария оценки структурных сдвигов в отраслевой экономической системе, обусловленных межотраслевыми инвестиционными взаимодействиями. Гипотеза исследования: повышение инвестиционной активности в отрасли-индукторе вызывает дополнительный инвестиционный спрос в смежных отраслях и инвестиционные структурные сдвиги. В качестве методологической основы исследования использован метод межотраслевого баланса, предоставляющий информацию о межотраслевых связях. Основным результатом исследования является разработка методического инструментария оценки инвестиционных структурных сдвигов, позволяющего прогнозировать структурные изменения в экономике арктических регионов. Новизна исследования: разработана система оригинальных показателей оценки инвестиционных структурных сдвигов; определено экономическое содержание показателей, представлен алгоритм расчета; предложена классификация основных фондов по признаку «степень участия в производстве конечной продукции взаимосвязанных отраслей». Разработанный методический инструментарий апробирован на примере одного из арктических регионов (Архангельской области). Изучено влияние межотраслевых инвестиционных взаимосвязей на изменение структуры конечной продукции видов экономической деятельности. Обоснованы закономерность и причинно-следственные связи образования структурных сдвигов вследствие распространения инвестиционного спроса посредством межотраслевых связей, проанализированы последствия структурных изменений. Предложенный инструментарий оценки инвестиционных структурных сдвигов, разработанный на основе межотраслевого баланса, дает возможность прогнозировать структурные изменения в отраслевых экономических системах. Перспективным направлением дальнейшего исследования является оценка влияния межотраслевых инвестиционных взаимодействий на инвестиционную активность в арктических регионах на основе метода мультипликатора.

Ключевые слова: Архангельская область, арктические регионы, межотраслевые взаимосвязи, виды экономической деятельности, отраслевая структура, инвестиционные потоки, инвестиционные структурные сдвиги.

Благодарности: работа выполнена в рамках темы ФНИР «Адаптация арктических социо-эколого-экономических систем к условиям динамично меняющейся среды как основа повышения инвестиционной привлекательности регионов российской Арктики», № 125021902573-9.

Для цитирования: Исследование структурных сдвигов в арктических регионах при распространении инвестиционного спроса через межотраслевые связи / В. Н. Мякшин [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 138–151. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.009.

Original article

STRUCTURAL SHIFTS IN THE ARCTIC ECONOMY DRIVEN BY THE SPILLOVER OF INVESTMENT DEMAND ACROSS INDUSTRIES

Vladimir N. Myakshin¹, Vladimir N. Petrov², Lyudmila A. Chizhova³, Tatyana N. Pesyakova⁴

^{1,3}N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Science, Arkhangelsk, Russia

²Saint Petersburg State Forest Technical University, Saint Petersburg, Russia

⁴Federal Tax Service of Russia for the Arkhangelsk Region and the Nenets Autonomous Okrug, Arkhangelsk, Russia

¹mcshin@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3989-7367

²wladimirpetrov@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-4991-2249

³chijova.mila@yandex.ru, ORCID 0000-0003-0298-5248

⁴safuecon@yandex.ru, ORCID ID 0000-0002-5913-8042

Abstract. Under financial constraints, the formulation of structural and investment policies in the Arctic regions must account for investment flows between industries. This highlights the importance of analyzing structural shifts within economic systems resulting from the spillover of investment demand across industries. The objective of this study is to develop economic tools for assessing structural shifts in economic systems arising from interactions between industries. The research is based on the hypothesis that increased investment activity in an initiating industry generates additional investment demand in related industries, thereby driving structural shifts in investment. The study employs the input–output model, which provides detailed information on the relationships among industries, as its primary methodological framework. The main outcome is the development of a methodological toolkit for evaluating investment-driven structural shifts, enabling the prediction of structural transformations in the economies of Arctic regions. The novelty of the research lies in the creation of a system of original indicators for assessing investment-induced structural shifts, the clarification of their economic meaning, and the presentation of a corresponding calculation algorithm. A new classification of fixed assets has been proposed based on the degree of their involvement in producing the final outputs of interconnected industries. The proposed methodology was tested using data from the Arkhangelsk Region, one of Russia’s Arctic territories. The study examines the influence of investment spillover effects on the structure of final outputs across various economic activities. It substantiates the patterns and causal relationships underlying structural shifts driven by the spillover of investment demand between industries and assesses the resulting economic consequences. The developed toolkit makes it possible to forecast structural changes within economic systems. A promising direction for future research is to evaluate the impact of investment interactions between industries on investment activity in Arctic regions using a multiplier-based approach.

Keywords: Arkhangelsk Region, Arctic regions, interindustry relationships, types of economic activity, sectoral structure, investment flows, investment-driven structural shifts

Acknowledgments: This research was conducted as part of the FNIR project titled “Adaptation of Arctic Socio-Ecological-Economic Systems to the Conditions of a Dynamically Changing Environment as a Basis for Increasing the Investment Attractiveness of the Russian Arctic Regions,” No. 125021902573-9.

For citation: Myakshin V. N., Petrov V. N., Chizhova L. A., Pesyakova T. N. Structural shifts in the Arctic economy driven by the spillover of investment demand across industries. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 138–151. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.009.

Введение

В статье исследуются структурные сдвиги, обусловленные межотраслевыми инвестиционными взаимодействиями видов экономической деятельности, взаимосвязанных производством конечной продукции.

В данной работе под инвестиционным структурным сдвигом понимается структурный сдвиг в конечной продукции, возникающий при распространении инвестиционного спроса посредством межотраслевых связей. Появление структурных сдвигов обусловлено тем, что потребность в дополнительных инвестициях может быть частично (или полностью) компенсирована изменениями в конечной продукции отраслевых экономических систем.

Объектом исследования является отраслевая структура арктических регионов (на примере Архангельской области), предметом исследования — структурные сдвиги, возникающие при инвестиционном взаимодействии видов экономической деятельности.

Отраслевая экономическая система — совокупность видов экономической деятельности

(ВЭД), взаимосвязанных производством конечной продукции. Инвестирование в отрасль-индуктор приводит к появлению дополнительной потребности в инвестициях в смежных отраслях и структурным сдвигам в конечной продукции, обусловленным распространением инвестиционного спроса через межотраслевые связи.

Отрасль-индуктор — ВЭД, оказывающий максимальное влияние на инвестиционный спрос и определяющий инвестиционные связи в отраслевой экономической системе. Дополнительная потребность в инвестициях определяется степенью участия основных фондов смежных ВЭД в производстве конечной продукции отрасли-индуктора и объемом первоначальных инвестиций в отрасль-индуктор.

Отрасли-реципиенты — смежные ВЭД, в которых под воздействием отрасли-индуктора генерируется дополнительный инвестиционный спрос или возникают инвестиционные структурные сдвиги.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Под смежными отраслями понимаются ВЭД, взаимосвязанные производством конечной продукции, между которыми существуют межпродуктовые потоки по производству и потреблению продукции. Для характеристики межотраслевых взаимодействий используются коэффициенты распределения и полных затрат, информация о которых содержится в межотраслевом балансе (МОБ).

В соответствии с традиционным подходом [1] под структурными изменениями отраслевой структуры экономической системы соответствующего уровня (национального, регионального) понимается изменение относительного состава ВЭД в экономической структуре производства.

Инвестиционный структурный сдвиг представляет собой феномен частичной или полной компенсации дополнительного инвестиционного спроса структурными изменениями конечной продукции отраслевой экономической системы.

При значительном количестве публикаций по проблеме структурных сдвигов в российской и зарубежной экономике практически отсутствуют исследования влияния межотраслевых инвестиционных взаимосвязей на изменение структуры отраслевых экономических систем.

При исследовании структурных сдвигов авторами используются, в основном, базовые количественные характеристики и статистические показатели [2; 3], применяются эконометрические [4], индексные [5], макроэкономические [6] методы. Часть научных работ содержит систематизацию как количественных, так и качественных методов оценки структурных сдвигов с выделением достоинств и недостатков [7; 8], но при этом не рассматривается возможность применения межотраслевого баланса как инструмента исследования структурных сдвигов.

Исследование структурных сдвигов в отдельных видах экономической деятельности представлены в работах [9–11], но при этом не рассматривается влияние на структурные изменения межотраслевых взаимодействий.

В ряде работ анализируется влияние на структурные сдвиги национальных, отраслевых, региональных факторов [12–19], но при этом авторы не рассматривают межотраслевые переливы капиталов и трудовых ресурсов.

В статьях [20–23] рассматривается проблема определения отраслевых приоритетов инвестиционной деятельности. Анализ исследований

позволяет констатировать отсутствие единого мнения по решению данной экономической задачи.

Предложенный Дж. Кейнсом коэффициент (мультипликатор Кейнса/Кана) [24] не позволяет учитывать отраслевую структуру инвестиционных связей, что ограничивает его применение для анализа межотраслевых инвестиционных взаимодействий.

В трудах В. Леонтьева проанализированы межотраслевые связи на национальном уровне на основе метода «затраты-выпуск» [25]. Изучению отраслевых аспектов проблемы повышения инвестиционной активности посвящены труды отечественных экономистов [26–28]. Результаты исследования межотраслевых пропорций российской экономики на современном этапе развития отражены в трудах [29]. Проблема моделирования структурных изменений экономики региона на основе межотраслевого баланса рассматривается в работе [30]. В представленных работах не исследуется инвестиционные структурные сдвиги.

Анализ публикаций показывает, что структурные сдвиги, вызванные распространением инвестиционного спроса посредством межотраслевых связей, не исследовались как экономическое явление, что определяет актуальность изучения влияния межотраслевых связей на отраслевую структуру конечного продукта.

В условиях инвестиционных рисков, обусловленных экономическими санкциями, инвестиционные структурные сдвиги могут оказывать значительное влияние как на развитие отраслевых структур, так и на национальную экономику в целом.

Регулирование межотраслевых инвестиционных потоков на основе оценки и учета инвестиционных структурных сдвигов позволит повысить уровень реализации инвестиционного потенциала отраслевых экономических структур арктических регионов.

Методика

В качестве основного метода использован метод межотраслевого баланса [21] в сочетании со статистическими методами оценки изменений в структуре конечной продукции по ВЭД [13].

Информационная база исследования: данные Федеральной службы государственной статистики РФ¹; материалы выборочных исследований по ВЭД Архангельской области².

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. 1122 с.

² Валовой региональный продукт Архангельской области (2017–2021). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской

области, 2022. 28 с.; Инвестиции Архангельской области (2018–2022). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 32 с.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Следствиями распространения инвестиционного спроса посредством межотраслевых связей являются привлечение дополнительных инвестиций в отрасли, взаимосвязанные с отраслью-индуктором производством конечной продукции, и инвестиционные структурные сдвиги.

Инвестиционный структурный сдвиг приводит к компенсации дополнительного инвестиционного спроса изменениями в структуре конечной продукции или неиспользуемой производственной мощности.

Для анализа инвестиционных структурных сдвигов в отраслевых экономических системах применяется модель межотраслевого баланса (МОБ), которая в данной работе является инструментом исследования отраслевых структур.

Межотраслевой баланс предоставляет ценную информацию о межотраслевых связях, структуре конечного продукта и его распределении. Каждая отрасль рассматривается, с одной стороны, как производитель собственной конечной продукции, с другой стороны, как производитель ресурсов для конечной продукции взаимосвязанных отраслей. Поэтому часть основных фондов каждой отрасли опосредовано (через межпродуктовые потоки) используется для производства конечной продукции смежных отраслей, что обуславливает наличие межотраслевых инвестиционных взаимодействий.

Выявление и оценка инвестиционных структурных сдвигов предполагают разработку соответствующего методического инструментария, в качестве которого предложена система показателей, исчисленных с применением МОБ.

Основанием для разработки предложенного инструментария оценки инвестиционных структурных сдвигов является выявленная недостаточная научная разработанность данной проблемы.

В таблице 1 представлена методика исчисления показателей. Отметим, что система показателей, отраженных в табл. 1, позволяет оценить взаимосвязь между дополнительным инвестиционным спросом (потребностью в инвестициях), возникающим в отраслях-реципиентах, и инвестиционными структурными сдвигами при направлении инвестиций в отрасль-индуктор.

Для оценки абсолютной величины инвестиционного структурного сдвига исчисляется значение предельной нормы инвестиционного замещения, характеризующее изменение конечной продукции отрасли-реципиента, приходящееся на единицу замещаемых дополнительных инвестиций. Данный показатель может рассматриваться в качестве индикатора замещения дополнительного

инвестиционного спроса структурными сдвигами в производстве конечной продукции.

При компенсации по конечной продукции дополнительный инвестиционный спрос компенсируется структурными изменениями конечной продукции отраслевой экономической системы вследствие частичного использования основных фондов отрасли-реципиента для производства конечной продукции взаимосвязанных отраслей. Происходит частичная (а теоретически возможна и полная) компенсация ожидаемого в отрасли-реципиенте роста инвестиционной активности изменением выпуска объема конечной продукции.

Компенсация по неиспользуемой производственной мощности означает компенсацию дополнительного инвестиционного спроса повышением уровня использования производственной мощности для выпуска ресурсов, необходимых при производстве конечной продукции смежных отраслей.

Последствия инвестиционных структурных сдвигов проявляются как изменения в отраслевой структуре экономической системы, для их оценки предложены коэффициенты эластичности (показатели 2, 3), показывающие величины относительного изменения конечной продукции и свободной производственной мощности, обусловленные структурной компенсацией дополнительного инвестиционного спроса.

Разработанная система показателей является инструментарием, позволяющим исследовать взаимосвязь инвестиционной деятельности и изменения отраслевых структур, на ее основе возможно создание информационной базы, позволяющей прогнозировать изменения структуры отраслевой экономической системы [31].

Кроме структурной компенсации инвестиционные структурные сдвиги проявляются посредством компенсации по свободной производственной мощности, которая является результатом возникновения дополнительного инвестиционного спроса в отрасли-реципиенте вследствие направления инвестиций в отрасль-индуктор.

Предложенный инструментарий оценки величины и последствий инвестиционных структурных сдвигов позволяет исследовать взаимосвязь инвестиционной деятельности с изменениями в отраслевой структуре как один из аспектов перераспределения отраслевых финансов.

Следует отметить также значимость последствий инвестиционных структурных сдвигов в условиях экономических санкций.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Таблица 1

Методика исчисления показателей оценки инвестиционных структурных сдвигов

Показатель	Математически формализованное выражение	Экономическое содержание	Методика исчисления
1. Пределная норма инвестиционного замещения	$MRS_{ij} = \frac{\Delta F U_{ij}}{\Delta J_j}$	Характеризует степень взаимозаменяемости конечной продукции и дополнительного инвестиционного спроса	Исчисляется как отношение величин изменений конечной продукции отрасли-реципиента и инвестиционного спроса в отрасли-индукторе
2. Эластичность структуры конечной продукции от инвестиций	$E_{ij}^{FU} = \frac{\Delta F U_{ij}}{\Delta F A_j} \cdot \frac{F A_j}{F U_i} = \frac{-MRS_{ij} \cdot \Delta F A_j}{\Delta F A_j} \cdot \frac{F A_j}{F U_i} = -MRS_{ij} \cdot \frac{F A_j}{F U_i}$	Характеризует относительное изменение конечной продукции, обусловленное структурной компенсацией дополнительного инвестиционного спроса	Исчисляется как произведение предельной нормы инвестиционного замещения и отношения стоимости основных фондов отрасли-индуктора и конечной продукции отрасли-реципиента
3. Эластичность структуры свободной производственной мощности от инвестиций	$E_{ij}^{FCU} = \frac{\Delta F C U_i}{\Delta F A_j} \cdot \frac{F A_j}{F C U_i}$	Показывает относительное изменение свободной производственной мощности при структурной компенсации дополнительного инвестиционного спроса	Исчисляется как произведение отношений величин изменений свободной производственной мощности отрасли-реципиента и основных фондов отрасли-индуктора и величин основных фондов отрасли-индуктора и свободной производственной мощности отрасли-реципиента (в стоимостном выражении)

Примечание. Источник: составлено авторами. $F A_j$ и $\Delta F A_j$ — соответственно величина и изменение основных фондов отрасли-индуктора j ; $F U_i$ и $\Delta F U_i$ — соответственно величина и изменение конечной продукции отрасли-реципиента i ; $\Delta F C U_i$ и $F C U_i$ — соответственно величина и изменение свободной производственной мощности отрасли-реципиента i ; ΔJ_j — изменение инвестиционного спроса в отрасли-индукторе.

Результаты и обсуждение

Как пример апробации инструментария исследования инвестиционных структурных сдвигов осуществлен расчет показателей, характеризующих структурные сдвиги в системе ВЭД Архангельской области.

Для определения степени влияния отрасли-индуктора на инвестиционный спрос и исследования инвестиционных структурных сдвигов предлагается использовать для классификации основных фондов ВЭД классификационный признак «степень участия основных фондов в производстве конечной продукции взаимосвязанных отраслей» (табл. 2).

В экономических исследованиях применяются различные классификации основных фондов: по видам производственной деятельности, по формам собственности предприятий, по признаку материально-вещественного состава и т. д. Предложенная классификация позволяет определить структуру использования основных фондов отраслей, взаимосвязанных производством конечной продукции, и рассматривать каждый ВЭД одновременно как производителя собственной конечной продукции и поставщика ресурсов для производства конечной продукции взаимосвязанных отраслей. Данные табл. 2 позволяют определить степень участия основных фондов каждой отрасли в обеспечении производства конечной продукции смежных отраслей посредством межотраслевых связей.

Расчеты показателей, представленных в табл. 2, производятся на основе МОБ, в частности, на основании матрицы коэффициентов, учитывающей как прямое, так и косвенное использование основных фондов для выпуска конечной продукции по отраслям.

Положительное значение показателя использования основных фондов в выпуске конечной продукции означает, что основные фонды данной отрасли задействованы в соответствующей пропорции в выпуске конечной продукции целевой отрасли. Значение этого показателя более 100 % означает, что в выпуске конечной продукции целевой отрасли задействован больший объем основных фондов данной отрасли, чем есть в области, то есть недостающие основные фонды данной отрасли для выпуска конечной продукции целевой отрасли находятся за пределами области и участвуют в выпуске конечной продукции целевой отрасли опосредовано, через ввоз ресурсов для данной отрасли в область.

Отрицательное значение процента использования основных фондов, участвующих в выпуске конечной продукции, означает, что основные фонды данной отрасли не используются в соответствующей пропорции в выпуске конечной продукции целевой отрасли. Отрицательное значение процента свидетельствует, что ввоз продукции целевой отрасли в область превышает весь объем выпуска этой продукции в области (величина конечного продукта отрицательна).

Анализ данных, представленных в табл. 2, подтверждает обоснованность отнесения части основных фондов каждого ВЭД к смежным (взаимосвязанным производством конечной продукции) отраслям.

Так, 20,33 % основных фондов обрабатывающих производств должны быть отнесены к другим ВЭД, в том числе 4,89 % — к строительству; 4,02 — к транспортировке и хранению; 1,68 — к сельскому, лесному хозяйству.

Свободная (неиспользуемая) производственная мощность обеспечивает гибкость отраслевой структуры конечной продукции.

Исчисленные за 2021 г. показатели (табл. 3, 4), характеризующие влияние межотраслевого инвестиционного спроса, имеют прогнозное значение и позволяют спрогнозировать возможные структурные изменения конечной продукции в отраслевых экономических системах, которые могут наблюдаться в последующих периодах с учетом временного лага должны быть учтены при формировании региональной инвестиционной структурной политики.

Величина предполагаемого временного лага (три года) рассчитана на основе экспертно-логического метода [32]. Корреляцию полученных результатов и структурных сдвигов конечной продукции предполагается осуществить на основе МОБ, который будет разработан за 2024 г. (при наличии соответствующей статистической информации), что является отдельным направлением будущих исследований.

Значение предельной нормы инвестиционного замещения, исчисленное для ВЭД, дает возможность оценить абсолютную величину потенциального структурного сдвига.

Данные табл. 3 показывают, что наибольшие структурные изменения следует ожидать при направлении инвестиций в обрабатывающие производства, транспортировку и хранение, операции с недвижимым имуществом.

При инвестировании в транспортировку и хранение возможны значительные структурные сдвиги в торговле (MRIS = 4,57), строительстве (3,37), обрабатывающих производствах (1,34).

Наименьшее значение части основных фондов по производству конечной продукции, отнесенных к смежным ВЭД, характерно для государственного управления (1,85 %), образования (2,75), здравоохранения и социальных услуг (5,52 %).

Наибольшая часть основных фондов отнесена к взаимосвязанным производствам для следующих видов деятельности: обеспечение электрической энергией, газом и паром (84,38 %), сельское и лесное хозяйство (55,21), торговля (53,53), транспортировка и хранение (38,63), деятельность с недвижимым имуществом (35,89 %).

Показатели эластичности позволяют оценить возможные последствия структурных сдвигов.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Таблица 2

Степень участия основных фондов ВЭД Архангельской области в производстве конечной продукции взаимосвязанных отраслей, % к общему объему основных фондов, 2021 г.

Номер ВЭД	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	48,269	-0,024	40,753	0,102	0,143	2,517	0,774	1,895	1,314	0,255	-0,157	0,533	-0,018	-0,281	1,973	0,314	1,192	0,132	0,314
2	1,971	-4,232	77,029	2,060	0,761	6,574	1,984	5,430	1,184	0,661	-2,270	1,832	-0,042	-0,705	3,528	0,787	2,310	0,327	0,809
3	1,677	-0,047	81,453	0,184	0,262	4,893	1,363	3,479	0,978	0,489	-0,289	1,015	-0,033	-0,471	2,378	0,415	1,442	0,218	0,594
4	2,727	-0,180	39,790	14,577	2,913	3,976	3,640	8,612	1,660	1,366	-0,814	5,943	-0,060	-0,989	6,407	2,716	5,414	0,731	1,571
5	0,408	-0,027	6,469	0,582	84,250	0,665	0,623	1,000	0,469	0,161	-0,133	0,967	-0,012	-0,222	1,350	0,930	2,049	0,187	0,283
6	0,459	-0,061	6,841	0,222	0,473	72,171	1,063	2,083	0,474	0,306	-0,225	3,072	-0,021	-0,561	1,396	1,396	2,862	0,613	0,254
7	2,378	-0,067	29,384	0,860	0,451	5,051	47,734	4,265	1,152	0,596	-0,375	1,612	-0,043	-0,643	3,296	0,627	2,886	0,269	0,569
8	1,358	-0,119	23,743	0,313	0,245	3,041	6,601	57,249	0,608	0,516	-0,278	0,715	-0,033	-0,540	4,276	0,365	1,433	0,209	0,300
9	0,174	-0,015	3,316	0,068	0,061	0,685	0,626	1,607	84,610	0,169	-0,464	0,191	-0,020	-0,436	5,035	1,188	2,717	0,422	0,065
10	0,421	-0,023	5,648	0,153	0,176	0,926	1,847	2,727	0,387	79,239	-1,742	0,531	-0,055	-0,948	6,964	1,091	1,421	1,001	0,237
11	27,614	-1,169	349,695	6,839	7,468	57,810	56,809	89,051	22,706	12,301	-683,924	26,688	-0,805	-17,246	93,573	7,654	29,278	6,557	9,103
12	0,717	-0,075	12,106	0,282	0,286	1,946	6,060	6,516	1,929	1,359	-1,556	63,069	-0,045	-1,279	2,577	0,752	1,827	0,534	2,995
13	2,624	-0,290	36,615	0,873	0,979	7,875	8,227	23,105	1,494	4,339	-4,228	2,819	-5,566	-3,343	14,585	2,217	5,134	1,431	1,111
14	4,630	-0,352	95,727	1,756	2,422	16,421	27,273	20,248	6,508	6,405	-10,273	11,478	-0,429	-131,382	25,704	5,040	10,155	4,963	3,706
15	0,070	-0,004	1,002	0,015	0,017	0,153	0,174	0,203	0,039	0,338	-0,098	0,061	-0,003	-0,089	97,954	0,031	0,096	0,024	0,017
16	0,041	-0,003	0,737	0,018	0,023	0,110	0,135	0,329	0,031	0,054	-0,077	0,047	-0,003	-0,103	0,814	97,265	0,526	0,037	0,020
17	0,242	-0,007	1,410	0,031	0,275	0,195	0,205	0,371	0,098	0,088	-0,060	0,677	-0,004	-0,097	2,278	0,311	93,825	0,101	0,061
18	0,359	-0,026	7,172	0,131	0,181	1,250	1,916	1,670	0,530	0,488	-1,379	0,855	-0,035	-8,354	5,472	1,006	3,309	85,146	0,307
19	0,384	-0,017	5,006	0,099	0,115	0,833	0,809	1,257	0,675	0,174	-9,202	0,387	-0,012	-0,291	1,668	0,313	1,609	0,296	95,897

Примечания. Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. 1122 с.; Валовой региональный продукт Архангельской области (2017–2021). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 28 с.; Инвестиции Архангельской области (2018–2022). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 32 с.

Номер ВЭД: 1 — Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство; 2 — Добыча полезных ископаемых; 3 — Обрабатывающие производства; 4 — Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; 5 — Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; 6 — Строительство; 7 — Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов; 8 — Транспорт, хранение и информационно-коммуникационные услуги; 9 — Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания; 10 — Деятельность в области информации и связи; 11 — Деятельность финансовая и страховая; 12 — Деятельность по операциям с недвижимым имуществом; 13 — Деятельность профессиональная, научная и техническая; 14 — Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги; 15 — Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение; 16 — Образование; 17 — Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг; 18 — Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений; 19 — Предоставление прочих видов услуг.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Таблица 3
Значения предельной нормы инвестиционного замещения, исчисленные для ВЭД Архангельской области, 2021 г.

Номер ВЭД	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0,260	0,007	0,160	0,008	0,012	0,194	0,037	0,004	0,126	0,007	0,003	0,001	0,026	0,004	0,009	0,004	0,022	0,008	0,020
2	0,102	0,155	0,420	0,217	0,085	0,703	0,133	0,017	0,158	0,025	0,052	0,003	0,086	0,013	0,023	0,016	0,058	0,028	0,072
3	0,408	0,089	0,547	0,091	0,137	2,457	0,428	0,052	0,611	0,085	0,031	0,007	0,325	0,041	0,073	0,039	0,171	0,086	0,247
4	0,200	0,102	0,307	0,639	0,460	0,602	0,345	0,039	0,313	0,072	0,027	0,013	0,175	0,026	0,059	0,077	0,194	0,087	0,197
5	0,004	0,002	0,006	0,010	0,022	0,012	0,007	0,001	0,010	0,001	0,001	0,000	0,004	0,001	0,001	0,003	0,009	0,003	0,004
6	0,005	0,005	0,008	0,005	0,011	0,069	0,015	0,001	0,013	0,002	0,001	0,001	0,009	0,002	0,012	0,006	0,015	0,011	0,005
7	0,063	0,014	0,082	0,046	0,026	0,277	0,100	0,007	0,078	0,011	0,004	0,001	0,046	0,006	0,011	0,006	0,037	0,012	0,026
8	0,728	0,493	1,339	0,342	0,283	3,368	4,575	0,356	0,837	0,199	0,067	0,011	0,710	0,103	0,288	0,075	0,375	0,182	0,275
9	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,010	0,006	0,001	0,005	0,001	0,001	0,000	0,006	0,001	0,004	0,003	0,009	0,005	0,001
10	0,014	0,006	0,020	0,010	0,013	0,064	0,079	0,006	0,033	0,353	0,026	0,001	0,073	0,011	0,029	0,014	0,023	0,054	0,013
11	0,160	0,052	0,213	0,081	0,093	0,691	0,425	0,032	0,338	0,051	0,232	0,005	0,186	0,036	0,068	0,017	0,083	0,062	0,090
12	0,667	0,536	1,184	0,534	0,574	3,738	7,285	0,373	4,609	0,907	0,646	0,179	1,677	0,424	0,301	0,269	0,829	0,807	4,766
13	0,020	0,017	0,029	0,013	0,016	0,122	0,080	0,011	0,029	0,023	0,014	0,001	0,127	0,009	0,014	0,006	0,019	0,017	0,014
14	0,168	0,099	0,366	0,130	0,190	1,234	1,282	0,045	0,608	0,167	0,167	0,012	0,624	0,166	0,118	0,071	0,180	0,294	0,231
15	0,009	0,004	0,013	0,004	0,005	0,039	0,028	0,002	0,013	0,030	0,005	0,000	0,014	0,004	0,004	0,001	0,006	0,005	0,004
16	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,009	0,007	0,001	0,003	0,002	0,001	0,000	0,005	0,002	0,004	0,023	0,011	0,003	0,001
17	0,008	0,002	0,005	0,002	0,020	0,014	0,009	0,001	0,009	0,002	0,001	0,001	0,006	0,001	0,010	0,004	0,024	0,006	0,004
18	0,004	0,003	0,009	0,003	0,005	0,032	0,031	0,001	0,017	0,004	0,008	0,000	0,017	0,037	0,009	0,005	0,020	0,185	0,007
19	0,004	0,001	0,005	0,002	0,002	0,016	0,010	0,001	0,016	0,001	0,039	0,000	0,004	0,001	0,002	0,001	0,007	0,005	0,003

Примечание. Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. 1122 с.; Валовой региональный продукт Архангельской области (2017–2021). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 28 с.; Инвестиции Архангельской области (2018–2022). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 32 с. Нумерация ВЭД аналогична табл. 2.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Таблица 4

Эластичность структуры конечной продукции от инвестиций, исчисленная для ВЭД Архангельской области, 2021 г.

Номер ВЭД	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	-0,411	-0,015	-1,644	-0,024	-0,004	-0,088	-0,042	-0,099	-0,038	-0,010	-0,001	-0,023	-0,008	-0,006	-0,049	-0,008	-0,031	-0,004	-0,008
2	2,545	5,366	68,343	10,662	0,488	5,074	2,359	6,226	0,749	0,547	0,204	1,729	0,430	0,317	1,925	0,437	1,333	0,230	0,451
3	-0,068	-0,021	-0,597	-0,030	-0,005	-0,119	-0,051	-0,126	-0,019	-0,013	-0,001	-0,030	-0,011	-0,007	-0,041	-0,007	-0,026	-0,005	-0,010
4	-1,621	-1,152	-16,254	-10,201	-0,860	-1,413	-1,993	-4,546	-0,483	-0,520	-0,034	-2,581	-0,285	-0,205	-1,609	-0,695	-1,438	-0,236	-0,403
5	-0,023	-0,016	-0,252	-0,132	-0,033	-0,023	-0,032	-0,050	-0,013	-0,006	-0,001	-0,040	-0,005	-0,004	-0,032	-0,023	-0,052	-0,006	-0,007
6	-0,005	-0,008	-0,055	-0,010	-0,003	-0,022	-0,011	-0,022	-0,003	-0,002	0,000	-0,026	-0,002	-0,002	-0,042	-0,007	-0,015	-0,004	-0,001
7	-0,063	-0,019	-0,536	-0,091	-0,006	-0,080	-0,071	-0,101	-0,015	-0,010	-0,001	-0,031	-0,009	-0,006	-0,037	-0,007	-0,034	-0,004	-0,007
8	-0,505	-0,475	-6,065	-0,467	-0,045	-0,676	-2,260	-3,555	-0,111	-0,123	-0,007	-0,194	-0,099	-0,070	-0,672	-0,058	-0,238	-0,042	-0,048
9	-0,004	-0,004	-0,054	-0,006	-0,001	-0,010	-0,014	-0,034	-0,003	-0,003	-0,001	-0,003	-0,004	-0,004	-0,050	-0,012	-0,029	-0,005	-0,001
10	-0,046	-0,027	-0,421	-0,067	-0,009	-0,060	-0,184	-0,263	-0,021	-1,028	-0,013	-0,042	-0,048	-0,036	-0,319	-0,051	-0,069	-0,059	-0,011
11	0,366	0,166	3,184	0,363	0,049	0,458	0,693	1,048	0,147	0,104	0,082	0,258	0,086	0,080	0,524	0,044	0,173	0,047	0,052
12	-0,612	-0,685	-7,104	-0,966	-0,121	-0,993	-4,766	-4,942	-0,806	-0,743	-0,092	-4,107	-0,310	-0,380	-0,930	-0,277	-0,697	-0,248	-1,103
13	0,878	1,042	8,418	1,171	0,163	1,575	2,535	6,865	0,245	0,930	0,098	0,689	1,140	0,389	2,062	0,319	0,768	0,260	0,160
14	0,420	0,342	5,960	0,638	0,109	0,889	2,276	1,629	0,289	0,372	0,065	0,760	0,312	0,404	0,984	0,197	0,411	0,244	0,145
15	-0,005	-0,003	-0,045	-0,004	-0,001	-0,006	-0,010	-0,012	-0,001	-0,014	0,000	-0,003	-0,001	-0,002	-0,008	-0,001	-0,003	-0,001	0,000
16	-0,003	-0,002	-0,031	-0,004	-0,001	-0,004	-0,008	-0,018	-0,001	-0,002	0,000	-0,002	-0,002	-0,002	-0,021	-0,038	-0,015	-0,001	-0,001
17	-0,007	-0,002	-0,028	-0,004	-0,004	-0,003	-0,005	-0,010	-0,001	-0,002	0,000	-0,014	-0,001	-0,001	-0,028	-0,004	-0,019	-0,002	-0,001
18	-0,027	-0,021	-0,369	-0,039	-0,007	-0,056	-0,132	-0,111	-0,019	-0,023	-0,007	-0,047	-0,021	-0,218	-0,173	-0,032	-0,111	-0,373	-0,010
19	-0,019	-0,009	-0,170	-0,020	-0,003	-0,025	-0,037	-0,055	-0,016	-0,005	-0,032	-0,014	-0,005	-0,005	-0,035	-0,007	-0,035	-0,008	-0,004

Примечание. Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. 1122 с.; Валовой региональный продукт Архангельской области (2017–2021). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 28 с.; Инвестиции Архангельской области (2018–2022). Статистический сборник. Архангельск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области, 2022. 32 с. Нумерация ВЭД аналогична табл. 2.

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Компенсация по конечной продукции заключается в компенсации дополнительного спроса в отрасли-реципиенте структурными изменениями в выпуске ее конечной продукции вследствие перенаправления использования части основных фондов данной отрасли на выпуск ресурсов, обеспечивающих прирост конечной продукции смежных с ней отраслей; ее следствием является изменение конечной продукции отрасли-реципиента, что подтверждается значением показателя эластичности конечной продукции по дополнительным инвестициям. Возможна ситуация, при которой дополнительный инвестиционный спрос в отрасли-реципиенте может быть полностью компенсирован изменениями в структуре конечной продукции.

Как следует из данных табл. 4, значительные изменения конечной продукции при компенсации дополнительного спроса могут произойти в обрабатывающих производствах, транспортировке и хранении. Для обрабатывающих производств наибольшее значение показателя эластичности выявлено при инвестиционных взаимодействиях с ВЭД «Добыча полезных ископаемых» (68,34).

Исчисленные показатели дают возможность прогнозировать величину и направление потенциальных структурных сдвигов, обусловленных инвестиционными взаимодействиями.

Теоретически в условиях инвестиционного структурного сдвига изъятие части ресурсов может произойти из любой отрасли, связанной с отраслью-индуктором производством конечной продукции (отсутствует линейная зависимость). Оценивая инвестиционные структурные сдвиги, мы учитываем свойственное экономической структуре стремление к сохранению пропорций, что предполагает минимальность подобных изменений.

При компенсации по производственной мощности происходит частичная компенсация дополнительного инвестиционного спроса структурными изменениями, которые возникают вследствие привлечения неиспользуемых основных фондов отрасли-реципиента для производства ресурсов, необходимых при выпуске конечной продукции смежных отраслей. Теоретически нельзя исключать полную компенсацию предполагаемого роста инвестиционной активности в отрасли-реципиенте (без изменения объема конечной продукции), вследствие повышения интенсивности использования производственной мощности, направленной на выпуск ресурсов для конечной продукции смежных отраслей.

Следствиями распространения инвестиционного спроса являются привлечение дополнительных инвестиций в смежные отрасли и инвестиционные

структурные сдвиги. Вероятность только одного из этих проявлений (при отсутствии другого) очень мала. Таким образом, имеет место комбинация привлечения дополнительных инвестиций в смежные отрасли и инвестиционных структурных эффектов в этих отраслях.

В условиях экономических санкций и ограниченности доступа к иностранным инвестициям повышается вероятность возникновения структурного сдвига по сравнению с вероятностью привлечения инвестиций. Только структурный сдвиг без привлечения инвестиций вообще может быть в условиях мобилизационной экономики (без связей с внешним миром).

Вероятность компенсации по производственной мощности зависит от соотношения величин изменений структуры производственной мощности при компенсации дополнительного инвестиционного спроса и привлечении дополнительных инвестиций (обратная зависимость); по конечной продукции — изменений структуры конечной продукции при компенсации дополнительного инвестиционного спроса и структуры валовой продукции при привлечении дополнительных инвестиций.

Как показывают результаты исследования, структурные сдвиги могут оказывать значительное влияние на отраслевую структуру.

Регулирование межотраслевых инвестиционных взаимосвязей является одним из условий формирования структурной и инвестиционной политики.

Заключение

Основные результаты исследования, направленного на разработку методического инструментария оценки инвестиционных структурных сдвигов в отраслевых экономических системах арктических регионов, отражающие новизну:

— обоснованы причинно-следственные связи образования инвестиционных структурных сдвигов; показано, что инвестиционные структурные сдвиги являются следствием распространения инвестиционного спроса посредством межотраслевых связей;

— разработаны теоретические основы инвестиционных структурных сдвигов;

— предложена система оригинальных показателей оценки инвестиционных структурных сдвигов: предельная норма инвестиционного замещения, эластичность структуры конечной продукции и структуры свободной производственной мощности от инвестиций; определено экономическое содержание показателей, предложен алгоритм оценки;

— предложена классификация основных фондов ВЭД по степени участия в производстве конечной продукции взаимосвязанных отраслей;

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

— дана оценка потенциальных возможностей ВЭД вызывать инвестиционные структурные сдвиги, что позволяет определить направления инвестиционной и структурной политики.

Разработанная система показателей, позволяющих оценить степень влияния распространения межотраслевого инвестиционного спроса на изменения в отраслевой структуре экономической системы, является инструментарием оценки инвестиционных структурных сдвигов, обусловленных дополнительным инвестиционным спросом, возникающим в смежных отраслях при направлении инвестиций в отрасль-индуктор. На основе разработанной системы показателей возможна оценка межотраслевых инвестиционных взаимодействий в отраслевых структурах арктических регионов.

В качестве инструмента исследования отраслевых структур авторами использована модель межотраслевого баланса, на основе которой рассчитаны показатели оценки инвестиционных структурных сдвигов.

Предложенный инструментальный исследование инвестиционных структурных сдвигов апробирован на примере региональной отраслевой системы Архангельской области. Рассмотрены структурные сдвиги, обусловленные межотраслевыми инвестиционными взаимодействиями видов экономической деятельности, взаимосвязанных производством конечной продукции, проявляющиеся посредством компенсации потребности в дополнительных инвестициях изменениями в структуре отраслевой экономической системы.

Полученные результаты служат подтверждением выдвинутой гипотезы: инвестирование в отрасль-индуктор приводит к появлению дополнительной потребности в инвестициях в смежных отраслях и инвестиционным структурным сдвигам, которые выражаются в том, что возникающий во взаимосвязанных отраслях дополнительный инвестиционный спрос может быть частично или полностью компенсирован изменениями в структуре конечной продукции. Оценка инвестиционных структурных сдвигов отражает степень воздействия отрасли-индуктора на смежные отрасли через межотраслевые инвестиционные потоки.

При изменении условий функционирования отраслевой экономической системы в условиях экономических санкций масштабы структурных эффектов могут быть значительными, что обуславливает усиление их влияния на развитие региональной и национальной экономики.

Результаты исследования вносят вклад в разработку основ регулирования межотраслевых инвестиционных взаимодействий, что определяет теоретическую значимость исследования. Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности применения разработанного методического инструментария органами государственного управления для разработки направлений инвестиционной и структурной политики.

Перспективы дальнейших исследований по данной проблематике — оценка последствий инвестиций в различные отрасли на основе отраслевых и межотраслевых инвестиционных мультипликаторов.

Список источников

1. Kuznets S. Modern economic growth: findings and reflections // *The American economic review*. 1973. Vol. 63, no. 3. P. 247–258.
2. Кашепов А. В. Структура занятости в экономике по видам деятельности и основным профессиональным группам // *Социально-трудовые исследования*. 2020. № 1 (38). С. 19–30. DOI: 10.34022/2658-3712-2020-38-1-19-30.
3. Васильев В. В. Структурные изменения в экономике зоны Севера в современный период // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2021. № 4 (74). С. 56–70. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2021.74.005.
4. Серова Н. А., Скуфына Т. П. Анализ структурного развития промышленного производства в регионах российской Арктики // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2023. № 1 (79). С. 108. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2023.79.007.
5. Memedovic O. *Structural change in the world economy: main features and trends*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, 2010. 52 с.
6. Blakery E. *Planning local economic development: theory and practice*. Newbury Park: SAGE Publications, 1994. 360 p.
7. Luukkanen J. et al. Structural change in Chinese economy: Impacts on energy use and CO2 emissions in the period 2013–2030 // *Technological Forecasting and Social Change*. 2015. Vol. 94. P. 303–317. DOI: 10.1016/j.techfore.2014.10.016.
8. Fan S., Zhang X., Robinson S. Structural change and economic growth in China // *Review of Development Economics*. 2003. Vol. 7 No. 3. P. 360–377. DOI: 10.1111/1467-9361.00196.
9. Syrquin M. Patterns of structural change // *Handbook of development economics*. 1988. Vol. 1. P. 203–273.
10. Аралбаева Г. Г., Афанасьев В. Н. Прогнозирование структурных сдвигов в отраслевой структуре экономики Оренбургской области на основе системы эконометрических уравнений // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2011. № 13 (132). С. 23–29.

11. Воробьева О. Д., Топилин А. В. Оценка качества структурных сдвигов в занятости населения в современной России // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2018. № 16. С. 494–504. DOI: 10.29003/m276.sp_ief_ras2018/494-504.
12. Urraca-Ruiz A. The 'technological' dimension of structural change under market integration // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2013. Vol. 27. P. 1–18. DOI: 10.1016/j.strueco.2013.07.002.
13. Спасская О. В. Макроэкономические методы исследования и измерения структурных изменений // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2003. № 1. С. 20–39.
14. Kalecki M. *Theory of economic dynamics; an essay on cyclical and long-run changes in capitalist economy*. London, Allen and Unwin, 1954. 178 p.
15. Кузнецов С. Г. Структурные сдвиги в занятости и качество экономического роста // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2020. № 18. С. 504–520. DOI: 10.47711/2076-318-2020-504-520.
16. Шмидт Ю. И. Структурные сдвиги в аграрном секторе экономики. Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 175 с.
17. Чистик О. Ф., Федуров В. А. Статистический анализ динамики и факторов развития здравоохранения в РФ // *Региональное развитие: электронный научно-практический журнал*. 2014. № 3–4. С. 185–187.
18. Строева Г. Н. Структурные изменения в занятости населения Хабаровского края // *Ученые заметки ТОГУ*. 2014. Т. 5, № 4. С. 1392–1398.
19. Сарычева Т. В. Сравнительный анализ структурных сдвигов в занятости населения региона // *Статистика и экономика*. 2012. № 2. С. 170–176.
20. Myakshin V. The regional shifts in public employment: Russian Arctic // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2024. Vol. 69. P. 488–494. DOI: 10.1016/j.strueco.2024.03.004.
21. Hirschman, Albert O. *The Strategy of Economic Development*. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1958. 217 p.
22. Pavitt K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory // *Research policy*. 1984. Vol. 13, No. 6. P. 343–373.
23. Keynes J. M. *The general theory of employment, interest and money*. London, Macmillan and co., limited, 1936. 403 p.
24. Leontief W. *Essays in economics: theories and theorizing*. New York: Oxford University Press, 1966. 252 p.
25. Елхина И. А. Структурные сдвиги и структурные различия хозяйственных систем в России // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2014. № 4 (53). С. 38–41.
26. Аганбегян А. Г. *Социально-экономическое развитие России*. М.: Дело, 2003. 270 с.
27. Гранберг А. Г. *Прогнозирование перспектив технологической модернизации экономики России: монография*. М.: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2010. 814 с.
28. Лукин Е. В., Ускова Т. В. Проблемы структурной трансформации региональной экономики // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2018. Т. 11, № 6. С. 26–40. DOI: 10.15838/esc.2018.6.60.2.
29. Суворов Н. В., Суворов А. В., Борисов В. Н. Экономический рост, межотраслевые пропорции и приоритеты развития реального сектора в среднесрочной перспективе // *Проблемы прогнозирования*. 2002. № 4. С. 49–64.
30. Сидоров М. А. Особенности формирования региональных межотраслевых балансовых моделей // *Научный вестник Южного института менеджмента*. 2019. № 1 (25). С. 32–38. DOI: 0.31775/2305-3100-2019-1-32-38.
31. Мякшин В. Н. Структурные преобразования в промышленности на основе межотраслевых инвестиционных взаимодействий. Архангельск: Государственное автономное образовательное учреждение «Архангельский областной институт открытого образования», 2015. 200 с. ISBN 978-5-85151-152-3.
32. Bar-Ilan A., Strange W. C. Investment lags // *The American Economic Review*. 1996. Vol. 86, No. 3. P. 610–622.

References

1. Kuznets S. Modern economic growth: Findings and reflections. *The American Economic Review*, 1973, Vol. 63, No. 3, pp. 247–258.
2. Kashenov A. V. Struktura zanyatosti v ekonomike po vidam deyatel'nosti i osnovnym professional'nym gruppam [Employment structure in the economy by types of activity and basic professional groups]. *Sotsial'no-trudovye issledovaniya* [Social and Labor Research], 2020, No. 1 (38), pp. 19–30. DOI: 10.34022/2658-3712-2020-38-1-19-30. (In Russ.).
3. Vasiliev V. V. Strukturnye izmeneniya v ekonomike zony Severa v sovremenniy period [Structural changes in the economy of the Northern zone in the modern period]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2021, No. 4 (74), pp. 56–70. (In Russ.).
4. Serova N. A., Skufina T. P. Analiz strukturnogo razvitiya promyshlennogo proizvodstva v regionakh rossiiskoi Arktiki [Analyzing the structural development of industrial production in the regions of the Russian Arctic]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2023, No. 1 (79), pp. 108. (In Russ.).
5. Memedovic O. *Structural change in the world economy: Main features and trends*. United Nations Industrial Development Organization, 2010, 52 p.
6. Blakery E. *Planning local economic development: Theory and practice*. Newbury Park, SAGE Publications, 1994, 360 p.

7. Luukkanen J. et al. Structural change in Chinese economy: Impacts on energy use and CO2 emissions in the period 2013–2030. *Technological Forecasting and Social Change*, 2015, Vol. 94, pp. 303–317.
8. Fan S., Zhang X., Robinson S. Structural change and economic growth in China. *Review of Development Economics*, 2003, Vol. 7, No. 3, pp. 360–377.
9. Syrquin M. Patterns of structural change. *Handbook of Development Economics*, 1988, Vol. 1, pp. 203–273.
10. Aralbaeva G. G., Afanasyev V. N. Prognozirovaniye strukturnykh sdvigo v otraslevoi strukture ekonomiki Orenburgskoi oblasti na osnove sistemy ekonometricheskikh uravnenii [Forecasting structural shifts in the sectoral structure of the economy of the Orenburg region based on a system of econometric equations]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 2011, no. 13 (132), p. 23–29. (In Russ.).
11. Vorobyeva O. D., Topilin A. V. Otsenka kachestva strukturnykh sdvigo v zanyatosti naseleniya v sovremennoi Rossii [Assessing the quality of structural shifts in employment in modern Russia]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific Articles. The Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences], 2018, No. 16, pp. 494–504. DOI: 10.29003/m276.sp_ief_ras2018/494-504. (In Russ.).
12. Urraca-Ruiz A. The ‘technological’ dimension of structural change under market integration. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2013, Vol. 27, pp. 1–18.
13. Spasskaya O. V. Makroekonomicheskie metody issledovaniya i izmereniya strukturnykh izmenenii [Macroeconomic methods for researching and measuring structural changes]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific Articles. The Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences], 2003, No. 1, pp. 20–39. (In Russ.).
14. Kalecki M. *Theory of economic dynamics; an essay on cyclical and long-run changes in capitalist economy*. London, Allen and Unwin, 1954, 178 p.
15. Kuznecov S. G. Strukturnye sdvigi v zanyatosti i kachestvo jekonomicheskogo rosta [Structural shifts in employment and the quality of economic growth]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific Articles. The Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences], 2020, No. 18, pp. 504–520. (In Russ.).
16. Schmidt Yu. I. *Strukturnye sdvigi v agrarnom sektore ekonomiki* [Structural shifts in the agricultural sector of the economy]. Tver, Tver State Agricultural Academy, 2014, 175 p. (In Russ.).
17. Chistik O. F., Fedurov V. A. Statisticheskii analiz dinamiki i faktorov razvitiya zdravookhraneniya v RF [Statistical analysis of the dynamics and factors of healthcare development in the Russian Federation]. *Regional'noe razvitie: elektronnyi nauchno-prakticheskii zhurnal* [Regional Development: Electronic Scientific and Practical Journal], 2014, no. 3–4, pp. 185–187. (In Russ.).
18. Stroeva G. N. Strukturnye izmeneniya v zanyatosti naseleniya Khabarovskogo kraja [Structural changes in the employment of the population of the Khabarovsk Territory]. *Uchenye zametki TOGU* [Scientific Notes PNU], 2014, vol. 5, No. 4, pp. 1392–1398. (In Russ.).
19. Sarycheva T. V. Sravnitel'nyi analiz strukturnykh sdvigo v zanyatosti naseleniya regiona [Comparative analysis of structural shifts in regional employment]. *Statistika i ekonomika* [Statistics and Economics], 2012, no. 2, pp. 170–176. (In Russ.).
20. Myakshin V. The regional shifts in public employment: Russian Arctic. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2024, Vol. 69, pp. 488–494.
21. Hirschman A. O. *The strategy of economic development*. New Haven, Conn., Yale University Press, 1958, 217 p.
22. Pavitt K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 1984, Vol. 13, No. 6, pp. 343–373.
23. Keynes J. M. *The general theory of employment, interest and money*. London, Macmillan and Co., Limited, 1936. 403 p.
24. Leontief W. *Essays in economics: Theories and theorizing*. New York, Oxford University Press, 1966, 252 p.
25. Yel'hina I. A. Strukturnye sdvigi i strukturnye razlichiya khozyaistvennykh sistem v Rossii [Structural shifts and structural differences of economic systems in Russia]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2014, no. 4 (53), pp. 38–41. (In Russ.).
26. Aganbegyan A. G. *Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Rossii* [Social and economic development of Russia]. Moscow, Delo, 2003, 270 p. (In Russ.).
27. Granberg A.G. *Prognozirovaniye perspektiv tekhnologicheskoi modernizatsii ekonomiki Rossii* [Forecasting the prospects of technological modernization of the Russian economy]. Moscow, Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, 2010, 814 p. (In Russ.).
28. Lukin E. V., Uskova T. V. Problemy strukturnoi transformatsii regional'noi ekonomiki [Structural transformation issues in regional economy]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2018, Vol. 11, No. 6, pp. 26–40. DOI: 10.15838/esc.2018.6.60.2. (In Russ.).
29. Suvorov N. V., Suvorov A. V., Borisov V. N. Ekonomicheskii rost, mezhotraslevye proporsitsii i priority razvitiya real'nogo sektora v srednesrochnoi perspektive [Economic growth, interindustry ratios, and development priorities of the real sector in the medium term]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2002, No. 4, pp. 49–64. (In Russ.).
30. Sidorov M. A. Osobennosti formirovaniya regional'nykh mezhotraslevykh balansovykh modelei [Features of the formation of regional inter-industry balance models]. *Nauchnyi vestnik Yuzhnogo instituta menedzhmenta* [Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management], 2019, no. 1 (25), pp. 32–38. (In Russ.).

31. Myakshin V. N. *Strukturnye preobrazovaniya v promyshlennosti na osnove mezhotraslevykh investitsionnykh vzaimodeistvii* [Structural transformations in industry based on inter-sectoral investment interactions]. Arkhangelsk, Arkhangelsk Regional Institute of Open Education, 2015, 200 p. (In Russ.).
32. Bar-Ilan A., Strange W. C. Investment lags. *The American Economic Review*, 1996, Vol. 86, No. 3, pp. 610–622.

Об авторах:

В. Н. Мякшин — докт. экон. наук, доц., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией социо-эколого-экономических систем Института социально-экономических и биоресурсных исследований;

В. Н. Петров — докт. экон. наук, проф., заведующий кафедрой лесной политики, экономики и управления;

Л. А. Чижова — канд. экон. наук, доц., ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией проблем развития территорий Института социально-экономических и биоресурсных исследований;

Т. Н. Песьякова — канд. экон. наук, главный налоговый инспектор.

About the authors:

V. N. Myakshin — DSc (Economics), Associate Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Socio-Ecological-Economic Systems at the Institute of Socio-Economic and Bioresource Research;

V. N. Petrov — DSc (Economics), Professor, Head of the Department of Forest Policy, Economics, and Management;

L. A. Chizhova — PhD (Economics), Associate Professor, Lead Researcher, Head of the Laboratory of Territorial Development Problems at the Institute of Socio-Economic and Bioresource Research;

T. N. Pesyakova — PhD (Economics), Chief Tax Inspector.

Статья поступила в редакцию 01 апреля 2025 года.

Статья принята к публикации 10 июля 2025 года.

The article was submitted on April 01, 2025.

Accepted for publication on July 10, 2025.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Научная статья

УДК 004.8:330.35(470 + 510)

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.010

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОНОМИКУ АРКТИКИ:
ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКО-КИТАЙСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА**Инга Викторовна Скворцова¹, Анна Борисовна Тесля², Андрей Георгиевич Сомов³, Ся Чжан⁴**^{1, 2, 3}Высшая школа производственного менеджмента, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия⁴Университет в Датуне, Шаньси, Китай¹ingaskvor@spbstu.ru, ORCID 0000-0003-2350-6621²anntes@list.ru, ORCID 0000-0001-8395-6515³somovspb@yandex.ru, ORCID 0009-0004-2592-9198⁴chzhanxia@outlook.com, ORCID 0000-0001-5309-7246

Аннотация. Статья посвящена анализу возможностей интеграции искусственного интеллекта в экономику Арктической зоны России на основе российско-китайского сотрудничества. Актуальность исследования обусловлена возрастающей конкуренцией за ресурсы и логистические пути Арктики, где искусственный интеллект способен стать ключевым катализатором повышения эффективности, экологической устойчивости и безопасности хозяйственной деятельности. Цель работы — выявить приоритетные направления и оценить потенциал интеграции искусственного интеллекта в экономику Арктики в рамках российско-китайского партнерства. В качестве методов использованы систематический анализ отечественных и зарубежных источников, сравнительно-статистический анализ макроэкономических показателей России и Китая, а также сценарно-прогнозная модель до 2030 г. Новизна исследования заключается в разработке комплексной «дорожной карты» проекта для Арктики, учитывающей технологические, инфраструктурные, экологические и инвестиционные факторы двух стран и содержащей матрицу рисков с предложениями по их нивелированию. Полученные результаты включают: таксономию семи ключевых сфер применения искусственного интеллекта (ледовый мониторинг, цифровая логистика Северного морского пути, интеллектуальная добыча, Big Data-инфраструктура, инвестиционный анализ, цифровые двойники городов); количественную оценку ожидаемых эффектов (экономия логистических издержек ≈2 млрд \$ в год, рост выручки нефтегазовых проектов на ≈18–20 млрд \$ в год, сокращение аварийности на Северном морском пути на 30 % и др.); тепловую карту перспектив, отражающую узкие места и точки роста двусторонних инициатив. Основные выводы подтверждают, что комплексная интеграция искусственного интеллекта способна обеспечить совокупный экономический эффект в 45–60 млрд \$ к 2030 г. (≈15–20 % валового внутреннего продукта арктических регионов России и северо-восточных провинций Китая), одновременно усилив экологическую и социальную устойчивость региона. Перспективы будущих исследований связаны с разработкой унифицированных протоколов обмена данными, созданием совместных испытательных полигонов искусственного интеллекта, углублением исследований социальных эффектов для коренных народов и формированием многоуровневой системы кибербезопасности критической арктической инфраструктуры.

Ключевые слова: Арктика, искусственный интеллект, российско-китайское сотрудничество, Северный морской путь, энергоресурсы, экологический мониторинг

Для цитирования: Интеграция искусственного интеллекта в экономику Арктики: перспективы российско-китайского сотрудничества / И. В. Скворцова [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 152–168. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.010.

ECONOMIC INNOVATIONS IN NORTHERN AND ARCTIC REGIONS

Original article

INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE ARCTIC ECONOMY:
PROSPECTS FOR RUSSIAN-CHINESE COOPERATION**Inga V. Skvortsova¹, Anna B. Teslya², Andrey G. Somov³, Xia Zhang⁴**^{1, 2, 3}Higher School of Industrial Management, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia⁴Datong University, Shanxi, China¹ingaskvor@spbstu.ru, ORCID 0000-0003-2350-6621

²anntes@list.ru, ORCID 0000-0001-8395-6515

³somovspb@yandex.ru, ORCID 0009-0004-2592-9198

⁴chzhanxia@outlook.com, ORCID 0000-0001-5309-7246

Abstract. This article analyzes opportunities for integrating artificial intelligence (AI) into the economy of the Russian Arctic through Russian-Chinese cooperation. The relevance of the study is determined by the growing competition for resources and logistical routes in the Arctic, where AI can become a key catalyst for increasing efficiency, environmental sustainability, and the safety of economic activities. The purpose of the research is to identify priority areas and assess the potential for AI integration into the Arctic economy via a Russian-Chinese partnership. The methods used include a systematic review of domestic and international sources, a comparative statistical analysis of macroeconomic indicators for Russia and China, and a scenario-based forecasting model up to the year 2030. The novelty of the research lies in the development of a comprehensive roadmap for an AI project in the Arctic, considering technological, infrastructural, environmental, and investment factors from both countries, along with a risk matrix and risk mitigation proposals. Research results include a taxonomy of seven key AI application areas (ice monitoring, digital logistics of the Northern Sea Route, intelligent resource extraction, Big Data infrastructure, and urban digital twins), a quantitative assessment of expected effects (logistics cost savings of approximately \$2 billion per year, an increase in oil and gas project revenues of approximately \$18–20 billion per year, a 30% reduction in accidents along the NSR, etc.), and a heat map highlighting bottlenecks and growth points for bilateral initiatives. The findings suggest that comprehensive AI integration could generate a cumulative economic effect of \$45–60 billion by 2030 (approximately 15–20% of the GDP of Russia's Arctic regions and China's northeastern provinces), while simultaneously strengthening the region's environmental and social sustainability. Future research should focus on developing unified data exchange protocols, creating joint AI testing sites, studying the social effects on indigenous peoples, and establishing a multi-level cybersecurity system for critical Arctic infrastructure.

Keywords: Arctic, artificial intelligence, Russian-Chinese cooperation, Northern Sea Route, energy resources, environmental monitoring

For citation: Skvortsova I. V., Teslya A. B., Somov A. G., Zhang X. Integrating artificial intelligence into the Arctic economy: Prospects for Russian-Chinese cooperation. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 152–168. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.010.

Введение

Развитие Арктической зоны России становится стратегическим приоритетом в условиях глобальной конкуренции за ресурсы и торговые пути. Арктика обладает значительными запасами энергоресурсов, редкоземельных металлов и уникальными логистическими возможностями, в первую очередь благодаря Северному морскому пути (СМП). В то же время освоение региона сопряжено с рядом вызовов: суровые природные условия, экологические риски, высокая стоимость инфраструктурных проектов и необходимость обеспечения безопасности. В этом контексте интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ) в экономику Арктики рассматривается как один из ключевых факторов повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности арктических проектов. Российско-китайское сотрудничество открывает новые перспективы для внедрения ИИ: Китай лидирует в области разработки и коммерциализации интеллектуальных технологий, в то время как Россия обладает ресурсной базой и инфраструктурными возможностями.

Интенсивное развитие Арктики требует адаптации экономических моделей к суровой природной среде, климатическим рискам и сложной логистике. На этом фоне ИИ выступает сквозной технологией, повышающей точность прогнозов, эффективность добычи ресурсов и устойчивость транспортных коридоров. Особенно перспективна связка «Россия — Китай»: Москва располагает ресурсной

базой и инфраструктурой, тогда как Пекин имеет инвестиционные и технологические возможности (Филиппова Л., Петровский В. [1]; Volpe M. [2]; Лукин А. Л. и др. [3]).

Исследования подчеркивают, что экономика «Новой Арктики» формируется на стыке сырьевого сектора, цифровых сервисов и международной кооперации (Иванова М. В., Белевских Т. В. [4]; Larsen J. N., Petrov A. N. [5]; Каранатова Л. Г., Кулев А. Ю. [6]). Российские и зарубежные авторы рассматривают Арктику как полигон для инноваций в добыче и энергетике (Лаженцев В. Н. [7]; Новиков А. В. [8]). Совместные стратегические документы фиксируют намерение сторон развивать северные морские маршруты, инфраструктурные проекты и научное сотрудничество (Volpe M. [2]; Ло Сюань [9]; Лукин А. Л., Ли Ю., Кейдун И. Б. [3]). Ученые подчеркивают необходимость выработки прозрачных регулятивных механизмов для балансировки суверенных интересов России и растущих амбиций Китая (Кейдун И. Б. и др. [10]; Сазонов С. Л. и др. [11]; Шаклеина Т. А. и др. [12]).

Китайские исследователи активно развивают применение ИИ в полярных регионах, включая Арктику. В 2025 г. Ren Y., Li X. и Wang Y., которые являются китайскими специалистами по ИИ, представили модель SICNetseason V1.0 — трансформер-ориентированную архитектуру глубокого обучения, которая использует данные о толщине морского льда для повышения точности сезонных прогнозов в Арктике. Эта модель демонстрирует значительный потенциал для оптимизации маршрутов

судоходства в условиях изменчивой ледовой обстановки [13].

Отмечается, что для подготовки статьи проводилось интервью с пятью китайскими специалистами по ИИ, чьи научные результаты также отражены в обзоре. Среди них — Ren Y., Li X., Wang Y., Shi L. и Guo P. Их работы посвящены созданию моделей прогнозирования морского льда на основе глубокого обучения, разработке алгоритмов обработки спутниковых данных FY3C, а также исследованию вопросов международного сотрудничества и устойчивого судоходства в рамках инициативы Полярного шелкового пути [13–15].

Важное направление связано с развитием систем дистанционного зондирования: китайские ученые, включая Shi L. и соавторов, показали возможности использования спутниковых данных FY3C для построения продуктов концентрации морского льда, что подтверждает эффективность современных методов компьютерного зрения для мониторинга ледовой обстановки [14].

Тема международного сотрудничества в Арктике также активно исследуется. Guo P., Wang J. и Chen H. подчеркивают значимость совместного управления арктическими акваториями и устойчивого судоходства в рамках концепции Полярного шелкового пути (Polar Silk Road), включая взаимодействие Китая и России [15]. В свою очередь, Li X., Zhang Y. и Wang Z. в своих работах рассматривают баланс между экономическим развитием и экологической устойчивостью при реализации инициативы Полярного шелкового пути, что напрямую связано с вопросами трансфера технологий и использования ИИ для прогнозирования и навигации по Северному морскому пути [16].

Искусственный интеллект активно применяется для обработки климатических и ледовых данных, при этом повышается надежность прогнозов и безопасность судоходства (Frazier K. [17]; Hoffman L. и др. [18]). Формируется инфраструктура “Big Data Economy” — распределенные дата-центры и спутниковая съемка высокого разрешения (Смирнова А. и др. [19]; Uslular G. и др. [20]). Оптимизация маршрутов и формирование «зеленых» транспортных коридоров базируются на ИИ-моделях, анализирующих метеоданные и трафик в реальном времени (Paardenkooper K. [21]; Teslya A., Gutman S. [22]; Xinli Qi и др. [23]). Создание платформ совместной логистики рассматривается как зона пилотных российско-китайских проектов (Воронина Е. П. [24]; Леонов С. Н., Заостровских Е. А. [25]; Пилясов А. Н., Цукерман В. А. [26]). ИИ-подходы помогают оценивать кумулятивное воздействие судоходства и добычи на арктические экосистемы (Garbis Z. и др. [27]; Xinli Qi и др. [23]). Разработка «зеленых» коридоров подчеркивает роль совместных

нормативов РФ-КНР (Teslya A., Gutman S. [22]; Соловьева В. А., Вовенда А. В. [28]).

Финансирование проектов обеспечивают федеральные программы России и китайские фонды «Пояс и путь». Методики оценки регионального инвестпотенциала показывают, что ИИ снижает операционные риски и повышает привлекательность арктических территорий (Кобылинская Г. В. и др. [29]; Самарина В. П. [30]). Внедрение технологий IV–V технологических укладов ускоряет диверсификацию экономики (Пилясов А. Н., Цукерман В. А. [26]).

Научные пробелы и направления дальнейших исследований: интеграция датасетов РФ и КНР — нужны согласованные протоколы обмена и стандарты кибербезопасности (Hoffman L. и др. [18]; Uslular G. и др. [20]); модели совместного финансирования — недостаточно проработаны механизмы распределения рисков и прибыли (Филиппова Л., Петровский В. [1]; Петровский В. Е., Филиппова Л. В. [31]); социальные эффекты — мало работ о влиянии ИИ на занятость коренных народов (Каранатова Л. Г., Кулев А. Ю. [6]; Лаженцев В. Н. [7]); климатические последствия — требуются ИИ-решения, встроенные в политику «зеленого перехода» (Garbis Z. и др. [27]; Xinli Qi и др. [23]).

Совокупность работ демонстрирует, что ИИ формирует «цифровой каркас» арктической экономики — от климатического анализа до логистики и устойчивого развития. Российско-китайское партнерство расширяет масштаб проектов и снижает финансовые барьеры, однако требует согласованных политик, доверительного обмена данными и учета экологических рисков. Создание единых нормативов, пилотных испытательных полигонов ИИ и международных научных сетей станет критически важным для успешной интеграции ИИ в Арктике.

Материалы и методы

Исследование опиралось на три группы материалов: научные публикации 2020–2025 гг. из баз Scopus, Web of Science, РИНЦ по ключевым запросам «Arctic AND Artificial Intelligence», «Северный морской путь AND цифровая логистика» и «Russia–China Arctic cooperation»; официальные отчеты федеральных органов РФ (Минэкономразвития, Минтранс, Росгидромет) и профильных китайских ведомств (Министерство промышленности и информатизации КНР, China Arctic and Antarctic Administration); статистику Росстата, НБК Китая, UNCTAD и специализированных арктических обсерваторий (Arctic Data Center, NSIDC).

Макроэкономические показатели (ВВП арктических регионов, объемы добычи, грузооборот СМП, рынок ИИ) нормировались по методу относительных индексов. Для динамики 2015–2024 гг. построены тренды с использованием экспоненциального сглаживания

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

($\alpha = 0,3$) и проверены на структурные сдвиги тестом Чоу ($p < 0,05$). Корреляции между инвестициями в ИИ и логистическими издержками оценивались коэффициентом Спирмена.

SWOT-оценка кооперационных возможностей: на каждом кластере сформированы подматрицы «сила–слабость–возможность–угроза». Данные собирались из официальных стратегий РФ и КНР, а также из интервью с 15 экспертами (5 российских полярных исследователей, 5 китайских специалистов по ИИ [13–15] и 5 менеджеров арктических проектов). Оценка факторов проводилась по пятибалльной шкале вероятности и воздействия, итоговые значения агрегировались в сводный SWOT-профиль.

Разработка дорожной карты и матрицы рисков: на основе результатов предыдущих этапов составлена дорожная карта, представившая последовательность вех 2025–2030 гг. Для оценки рисков применялась методика ISO 31000: вероятность*воздействие с последующей категоризацией («высокий», «средний», «низкий») и подбором мер нивелирования (локализация производства, SOC-центр, FPIC-протокол и др.).

Результаты и обсуждение

Современные вызовы и возможности, связанные с развитием Арктики, обусловили необходимость применения ИИ как стратегического инструмента устойчивого экономического роста, повышения технологической независимости и укрепления международного сотрудничества. Российско-китайская кооперация в данном контексте представляет собой уникальный симбиоз ресурсной базы, цифровых компетенций и инвестиционного потенциала, направленный на трансформацию ключевых отраслей арктической экономики.

В рамках исследования были проанализированы перспективы внедрения ИИ в такие сферы, как ледовый мониторинг, цифровая логистика, интеллектуальная добыча, ESG-контроль и формирование Big Data-инфраструктуры. Статистические оценки показывают, что интеграция ИИ позволит снизить аварийность на Северном морском пути на 30 %, увеличить навигационное окно на 20 суток, повысить КПД добычи на 8–12 %, а также создать свыше 12 000 рабочих мест в арктических регионах. Кроме того, потенциальный объем привлеченного капитала по линии совместных ИИ-проектов оценивается в \$ 25–30 млрд, а снижение выбросов CO₂ может достичь 0,8 млн тонн в год. Полученные результаты легли в основу анализа кооперационного потенциала и формулирования

предложений по стратегической дорожной карте ИИ-интеграции до 2030 г.

Таблица 1 системно сопоставляет приоритетные сферы применения ИИ — от мониторинга климата до инвестиционного анализа — и демонстрирует их экономические эффекты, действующие инициативы России и Китая, а также потенциальные двусторонние проекты. Такой сравнительный обзор позволяет быстро оценить, где синергия технологий и совместных инвестиций даст наибольший вклад в устойчивое развитие Арктики.

Интеграция ИИ в арктическую экономику представляет значительный потенциал для российско-китайского сотрудничества, особенно если учитывать, что объем рынка ИИ в России в 2024 г. достиг 145 млрд рублей, а в Китае превысил \$ 207 млрд. Применение машинного обучения для мониторинга ледовых условий и климата может снизить аварийность судоходства на 20–30 %, что критически важно для Северного морского пути, грузооборот которого в 2024 г. составил 36,2 млн тонн. Цифровизация логистики СМП с использованием ИИ-маршрутизации способна сократить время транзита на 15–25 % и снизить потребление топлива на 10–12 %, что при средней стоимости бункерного топлива \$ 650 за тонну даст экономию до \$ 2–3 млн на рейс крупнотоннажного судна¹.

Радар-диаграмма (рис. 1) переводит девять показателей (от снижения аварийности до экономии телеком-расходов) в сопоставимую шкалу 0–100 %, показывая, какие направления уже близки к целевым значениям и где остается запас для роста. Визуальное сравнение помогает быстро расставить приоритеты совместных проектов: максимальный прогресс отмечен в телеком-экономии и привлечении капитала, тогда как наибольший потенциал дальнейшего улучшения — в ускорении обработки данных и повышении безопасности судоходства.

Внедрение предиктивной аналитики в добывающую промышленность Арктики может повысить КПД добычи на 8–12 %, что для российского арктического шельфа с запасами более 85 млрд тонн нефтяного эквивалента означает дополнительную добычу стоимостью \$ 15–20 млрд ежегодно. Развитие Big Data-инфраструктуры с геораспределенными дата-центрами ускорит обработку арктических данных в 3–5 раз, что особенно актуально при объеме спутниковых данных по Арктике свыше 50 терабайт в сутки. Системы экологического мониторинга на базе ИИ помогут российским и китайским компаниям соответствовать ESG-стандартам, рынок которых в АТР оценивается в \$ 53 трлн активов под управлением.

¹ AI-Powered Ship Route Optimization: Cutting Costs and Carbon Emissions [Электронный ресурс] // VoyageX AI. 2025. URL: <https://voyagex.ai/ai-powered-ship-route-optimization/> (дата обращения: 01.09.2025); AI-Powered Ship Routing Reduces Fuel Consumption and Emissions

[Электронный ресурс] // Omdena. 2023. URL: <https://www.omdena.com/blog/ai-powered-ship-routing-reduces-fuel-consumption-and-emissions> (дата обращения: 01.09.2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Таблица 1
 Ключевые направления и возможности интеграции ИИ в экономику Арктики в контексте российско-китайского сотрудничества

Направление исследования	Ключевые ИИ-технологии (пример)	Экономические эффекты для Арктики	Примеры инициатив		Возможности двусторонних проектов
			Россия	Китай	
Мониторинг климата и ледовых условий	Обучаемые модели прогноза дрейфа льда Explainable AI для оценки неопределенности	Снижение аварийности судов, оптимизация окон навигации	Платформа анализа спутниковых снимков РФ-Арктика	Национальная программа КНР по «умному» космическому зондированию	Совместный дата-центр для обмена ледовой информацией в реальном времени
Цифровая логистика и Северный морской путь	ML-маршрутизация судов ИИ-оценка углеродного следа	Сокращение времени транзита на 15–25 %, снижение топлива на 10–12 %	Система управления трафиком Мурманск — НМП	Концепция «Полярный шелковый путь»	Единая облачная платформа планирования рейсов и «зеленых» коридоров
Интеллектуальная добыча и энергетика	Предиктивная аналитика месторождений	+8–12 % к КПД добычи, уменьшение аварий	Проекты НКК, «Газпром Нефть» на шельфе	Автоматизация СНООС в Бохайском заливе, перенос опыта на Арктику	Совместные тестовые полигоны роботизированной добычи на Таймыре
Big Data-инфраструктура и вычисления	Роботизированные буровые комплексы Геораспределенные дата-центры Edge-AI на судах и буровых	Ускорение обработки данных x3–5, снижение затрат связи	Центр «Арктика-Data» (Санкт-Петербург)	Хайлунцзянский арктический суперкомпьютер	Создание РФ-КНР федеративной сети ЦОД для арктических данных
Экологический контроль и «зеленый» переход	ИИ-модели оценки биоразнообразия Компьютерное зрение выбросов	Минимизация штрафов, повышение ESG-рейтингов	Проект «Чистая Арктика» с беспилотниками	Китайские ИИ-системы мониторинга SO ₂ /NO _x	Совместный стандарт ESG-контроля для шельфовых проектов
Финансирование и инвестиционный анализ	Алгоритмы оценки рисков проектов Tokenization/Smart-contracts	Привлечение частного капитала, прозрачность сделок	Методика МГУ по оценке рисков Севморпути	Китайские фонды «Пояс и путь» для полярных инвестиций	Совместный венчурный фонд ИИ-инноваций для Арктики
Социально-экономическое развитие регионов	Нейросетевой прогноз занятости Цифровые двойники городов	Рост локальной занятости на 5–7 %, улучшение сервисов	«Умные» поселки ЯНАО	Пилоты цифровых городов в Хэйхэ	Обмен best-practice по Smart-city-Arctic

Примечание. Составлено авторами на основе [1; 18; 21].

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

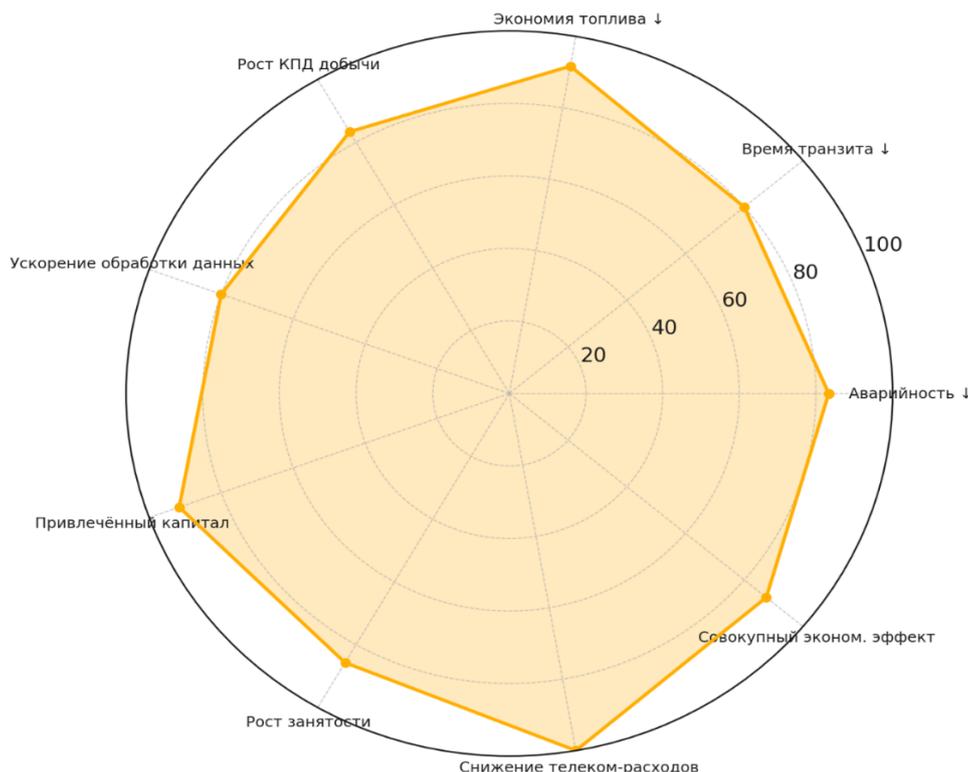


Рис. 1. Индексы достижения ключевых эффектов ИИ-интеграции в арктическую экономику (Россия — Китай) (2024). Составлено авторами на основе [1; 19; 32]

Алгоритмы оценки инвестиционных рисков арктических проектов могут привлечь дополнительно \$ 25–30 млрд частного капитала, учитывая текущий дефицит финансирования арктических инициатив в \$ 180 млрд до 2030 г. Цифровые двойники арктических городов и поселков способны повысить локальную занятость на 5–7 %, что при населении Российской Арктики 2,4 млн человек означает создание 12–17 тысяч новых рабочих мест. Совместные российско-китайские дата-центры для арктических данных могут обеспечить экономию на телекоммуникационных расходах до 40 %, что составит \$ 200–300 млн ежегодно для крупных арктических операторов. Общий экономический эффект от комплексной ИИ-интеграции в арктическую экономику двух стран оценивается в \$ 45–60 млрд к 2030 г., что составляет 15–20 % от совокупного ВВП арктических регионов России и северо-восточных провинций Китая².

В таблице 2 описаны стратегические направления применения ИИ в арктической зоне — от ледового мониторинга и цифровой логистики до ESG-контроля и цифровых двойников — с конкретными целевыми ориентирами, совместными шагами России и Китая,

прогнозируемыми эффектами и ключевыми рисками. Такой формат позволяет системно оценить потенциал двустороннего сотрудничества и выделить приоритетные направления для инвестиций, научных разработок и технологической кооперации.

Анализ перспектив развития интеграции ИИ в арктическую экономику в рамках российско-китайского сотрудничества до 2030 г. (см. табл. 2) доказывает значительный потенциал для трансформации региона, особенно с учетом, что товарооборот России и Китая в 2024 г. достиг рекордных \$ 244,8 млрд, создав прочную основу для технологического партнерства. Северный морской путь в 2024 г. показал исторический максимум грузоперевозок в 37,9 млн тонн, что при повышении точности ледового прогнозирования с текущих 80 % до планируемых 90 % может увеличить окно навигации на дополнительные 20 суток и снизить аварийность на 30 %. Российский рынок ИИ-проектов в 2024 г. достиг 305 млрд рублей, увеличившись в 1,5 раза по сравнению с 2023 г., что обеспечивает финансовую базу для реализации амбициозных арктических ИИ-проектов³.

² Арктика как пространство инновационного развития: аналитический доклад / Центр стратегических разработок. 2023. URL: https://csr.ru/projects/library/arctic_innovation/ (дата обращения: 15.04.2025).

³ Национальная программа развития Арктической зоны Российской Федерации. 2020–2035 г. // Министерство экономического развития РФ: сайт. URL: <https://www.economy.gov.ru> (дата обращения: 15.04.2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Таблица 2
Перспективы развития интеграции ИИ в экономику Арктики в рамках российско-китайского сотрудничества (до 2030 г.)

Сфера развития	Текущее состояние (2025)	Целевой ориентир к 2030 г.	Совместные шаги РФ — КНР	Ожидаемый эффект	Ключевые риски и меры управления
Ледовый мониторинг и прогноз	Спутниковая съемка + ML-модели дрейфа льда (точность ~80%)	Доверительные XAI-прогнозы точностью ≥90%, 48-часовой горизонт	Совместный дата-центр в Мурманске/Хэйхэ Обмен необработанными SAR-данными	-30% аварий на СМП; окно навигации + 20 суток	Санкции на спутниковые компоненты → локализация производства и квазигражданские носители
Цифровая логистика СМП	Пилотная ИИ-маршрутизация 5 операторов	Маршрутизация всех грузопотоков СМП в единой облачной платформе	API-«движок» планирования рейсов Совместный «зеленый» коридор LNG-флота	-25% транзит-тайм; -12% топлива; выбросы CO ₂ ↓ 0,8 млн т/год	Несоответствие правил плавания → двусторонний реестр нормативов и цифровые паспорта судов
Интеллектуальная добыча	ОДК «Газпром-нефть» тестирует предиктивную аналитику; в КНР — роботизированные платформы Bohai	50% скважин шельфа под ИИ-управлением; беспилотные буровые кластеры	Совместный испытательный полигон Таймыр Лицензирование китайских роботов в РФ	КПД +12%; дополнительная выручка \$ 18–20 млрд/год	Киберриски → внедрение суверенного SOC и совместных стандартов ИБ
Big Data-инфраструктура	Два региональных ЦОД (Архангельск, Харбин)	Федеративная сеть из ≥6 низкотемпературных ЦОД, суммарно ≥200 Пфлопс	Co-инвест-фонд \$ 1 млрд Оптимизация энергопотребления за счет естественного охлаждения	Скорость обработки данных ×5; экономика \$ 250 млн/год	Энергетические перебои → резерв через ВИЭ-парки и модульные газ-турбины
ESG-мониторинг*	Пилотные БПЛА-патрули и CV-выбросов	Непрерывный ИИ-контроль 80% акваторий и шельфовых проектов	Объединенная база ESG-метрик Совместные AI-алгоритмы оценки биоразнообразия	Соответствие международным ESG-рейтингам; снижение штрафов -40%	Различия в стандартах → выработка унифицированного протокола отчетности
Финансирование и смарт-контракты	Риски оцениваются вручную; дефицит \$ 180 млрд	Алгоритмическая платформа риска, токенизация долей проектов	РФ-КНР венчурный фонд \$ 3 млрд Пилот «умных» офферт для поставщиков	Дополнительный капитал \$ 25–30 млрд; прозрачность сделок +5–7% занятость (12–17 тыс. мест); QoL-индекс ↑ 15 пп	Волатильность цен → встроенные хедж-модели и страховые смарт-контракты
Цифровые двойники городов	Три проекта «умного поселка» (ЯНАО, Чукотка)	Модели для всех 25 крупных арктических муниципалитетов	КНР — платформенные решения, РФ — локальные данные		Недостаток кадров ИТ → совместные магистерские программы и дистанционные курсы

Примечание. Составлено авторами на основе [18; 19; 33].

* В условиях трансформации глобальной системы оценки устойчивого развития Россия и Китай разрабатывают альтернативные стандарты экологического контроля. Термин ESG используется условно для обозначения комплекса экологических, социальных и управленческих критериев, адаптированных к национальным приоритетам двух стран. В России развивается концепция «зеленой таксономии» и национальная система верификации климатических проектов, в Китае — стандарты «экологической цивилизации» (生态文明). Совместная разработка унифицированных российско-китайских стандартов экологического мониторинга для Арктики может стать альтернативой западным ESG-подходам.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

На диаграмме (рис. 2) приведен сравнительный анализ ожидаемых эффектов от внедрения ИИ в ключевые направления арктической экономики — от ледового прогнозирования и цифровой логистики до шельфовой добычи, ESG-мониторинга

и цифровизации городов. Цветовая интенсивность показывает, где технологии обеспечивают наибольшую экономическую выгоду, повышение точности, улучшение качества жизни или рост занятости, формируя основу для приоритизации совместных проектов России и Китая.

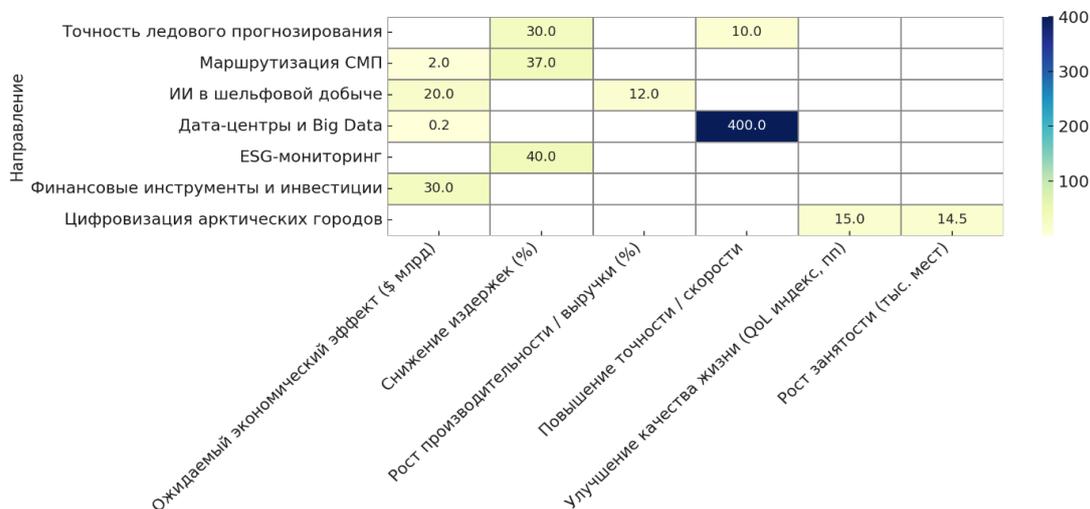


Рис. 2. Тепловая диаграмма эффектов интеграции ИИ в экономику Арктики в рамках российско-китайского сотрудничества (2024). Составлено авторами на основе [2; 22; 34]

Создание единой облачной платформы для маршрутизации всех грузопотоков СМП может сократить транзитное время на 25 % и снизить потребление топлива на 12 %, что при среднем грузопотоке 40 млн тонн в год даст экономию до \$ 2 млрд ежегодно на логистических расходах. Переход к 50 %-му управлению шельфовых скважин с помощью ИИ и развертывание беспилотных буровых кластеров способны повысить КПД добычи на 12 %, что для российской арктической нефтегазовой отрасли с объемом добычи свыше 100 млн тонн нефтяного эквивалента означает дополнительную выручку \$ 18–20 млрд в год. Создание федеративной сети из шести низкотемпературных дата-центров суммарной мощностью 200 петафлопс увеличит скорость обработки арктических данных в 5 раз и обеспечит экономию \$ 250 млн ежегодно за счет естественного охлаждения в условиях Арктики.

В первом квартале 2025 г. товарооборот России и Китая сократился на 6,6 %, что подчеркивает важность диверсификации экономических связей через ИИ-проекты в Арктике как нового драйвера двустороннего сотрудничества. Развертывание непрерывного ИИ-мониторинга 80 % арктической акватории и шельфовых проектов позволит российским и китайским компаниям соответствовать международным ESG-стандартам и снизить

экологические штрафы на 40 %, что критически важно для привлечения международного финансирования. Планируемые инвестиции в развитие Большого Северного морского пути составляют 175,45 млрд рублей на 2025–2027 гг., часть которых может быть направлена на ИИ-инфраструктуру совместно с китайскими партнерами. Создание российско-китайского венчурного фонда объемом \$ 3 млрд и алгоритмической платформы оценки рисков способно привлечь дополнительные \$ 25–30 млрд частного капитала в арктические проекты с частичной компенсацией текущего дефицита финансирования в \$ 180 млрд. Цифровизация всех 25 крупных арктических муниципалитетов с использованием ИИ-технологий может повысить локальную занятость на 5–7 %, создав 12–17 тысяч новых рабочих мест для населения Российской Арктики численностью 2,4 млн человек и улучшив качество жизни на 15 пунктов индекса⁴.

Таблица 3 систематизирует сильные и слабые стороны, а также внешние возможности и угрозы для реализации совместных ИИ-проектов в Арктике. Такой анализ позволяет оценить стратегический потенциал партнерства России и Китая, выявить риски и точки роста и тем самым повысить обоснованность управленческих решений и международной координации в полярном регионе.

⁴ Белая книга «Политика Китая в Арктике». Государственный совет КНР. 2018 // XinhuaNet. URL: http://www.xinhuanet.com/english/2018-01/26/c_136926498.htm (дата обращения: 15.04.2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Таблица 3

SWOT-анализ кооперационных возможностей интеграции ИИ в экономику Арктики
в рамках российско-китайского сотрудничества

SWOT-категория	Ключевые аспекты российско-китайской ИИ-кооперации в Арктике
Strengths (сильные стороны)	Комплементарность активов: ресурсная база и логистика РФ + инвестиционный и технологический потенциал КНР; существующие межправительственные соглашения и инициатива «Полярный шелковый путь», закрепляющие долгосрочные обязательства сторон; развитая российская спутниковая система ГЛОНАСС и китайская BeiDou — надежное позиционирование в высоких широтах для ИИ-сервисов; низкие температуры воздуха в регионе снижают затраты на охлаждение ЦОДов, повышая энергоэффективность Big Data-инфраструктуры; синергия R & D: российские полярные научные школы + масштабные китайские программы подготовки специалистов по ИИ
Weaknesses (слабые стороны)	Санкционные ограничения на поставку высокотехнологичных компонентов и спутниковых данных; различия в нормативной базе, стандартах кибербезопасности и ESG-отчетности; ограниченная пропускная способность арктических каналов связи; высокая стоимость их модернизации; дефицит квалифицированных ИТ-кадров в арктических регионах РФ; языковые и культурные барьеры внутри смешанных команд; высокие капитальные и эксплуатационные затраты на поддержание инфраструктуры в условиях вечной мерзлоты
Opportunities (возможности)	Рост мирового рынка «зеленых» активов (≈53 трлн \$) — шанс привлечь ESG-финансирование под ИИ-проекты; климатическое потепление расширяет навигационное окно СМП; ИИ-прогнозы льда могут ускорить коммерциализацию маршрута; создание федеративной сети дата-центров (≥200 ПФлопс) для обработки уникальных арктических данных — экспорт аналитических сервисов третьим странам; совместные тестовые полигоны роботизированной добычи и беспилотных судов — вывод на глобальный рынок полярных технологий; формирование венчурного фонда 3 млрд \$ и токенизация долей проектов для мобилизации частного капитала (25–30 млрд \$)
Threats (угрозы)	Обострение геополитической напряженности или ужесточение санкций, ограничивающих трансфер ИИ-технологий; повышенные климатические риски (штормы, таяние вечной мерзлоты) могут повредить инфраструктуру и исказить обучающие датасеты; кибератаки на критические объекты СМП и добывающие платформы; утечки чувствительных данных; экологические инциденты (разливы нефти, выбросы) могут вызвать международное давление и рост страховых затрат; социальное недоверие коренных народов к ИИ-проектам, риск протестов и репутационных потерь при неучете местных интересов

Примечание. Составлено авторами на основе [3; 10; 28].

SWOT-анализ российско-китайского ИИ-сотрудничества в Арктике раскрывает мощный потенциал стратегического партнерства, основанный на комплементарности активов двух стран, где российская ресурсная база и арктическая логистика сочетаются с китайским инвестиционным потенциалом \$ 114,76 млрд прямых иностранных инвестиций в 2024 г., несмотря на их снижение на 27,1 % по сравнению с предыдущим годом. Технологическая синергия спутниковых систем ГЛОНАСС и BeiDou, интеграция которых была официально оформлена дорожной картой на 2021–2025 гг., обеспечивает надежное позиционирование в высоких широтах для ИИ-сервисов с точностью до миллиметра, что критически важно для арктической навигации. Мировой рынок ИИ в 2024 г. достиг \$ 233,46 млрд, создав благоприятную среду для масштабирования арктических ИИ-проектов, а естественное охлаждение в Арктике снижает эксплуатационные расходы дата-центров на 30–40 % по сравнению с традиционными локациями.⁵

Диаграмма на рис. 3 показывает направления применения ИИ для оптимизации транспортных

маршрутов, добычи энергоресурсов, развития возобновляемой энергетики, экологического мониторинга, инфраструктуры, спутниковой связи, поиска минералов, кибербезопасности и подготовки кадров в рамках российско-китайского сотрудничества в Арктике.

Слабые стороны кооперации включают санкционные ограничения на высокотехнологичные компоненты, различия в нормативной базе и острый дефицит ИТ-кадров в арктических регионах России, где плотность населения составляет менее 0,5 человека на км², что в 300 раз ниже среднероссийского показателя. Ограниченная пропускная способность арктических каналов связи требует инвестиций до \$ 15–20 млрд для модернизации телекоммуникационной инфраструктуры, необходимой для обеспечения Big Data-операций в регионе. Высокие капитальные затраты на поддержание инфраструктуры в условиях вечной мерзлоты увеличивают стоимость проектов в 2–3 раза по сравнению с умеренными широтами, что существенно влияет на экономическую эффективность ИИ-инициатив.

⁵ Тематические материалы по ИИ, энергетике и логистике в Арктике. 2023–2025 // Arctic Today — Independent Arctic News Portal. URL: <https://www.arctictoday.com> (дата обращения: 15.04.2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

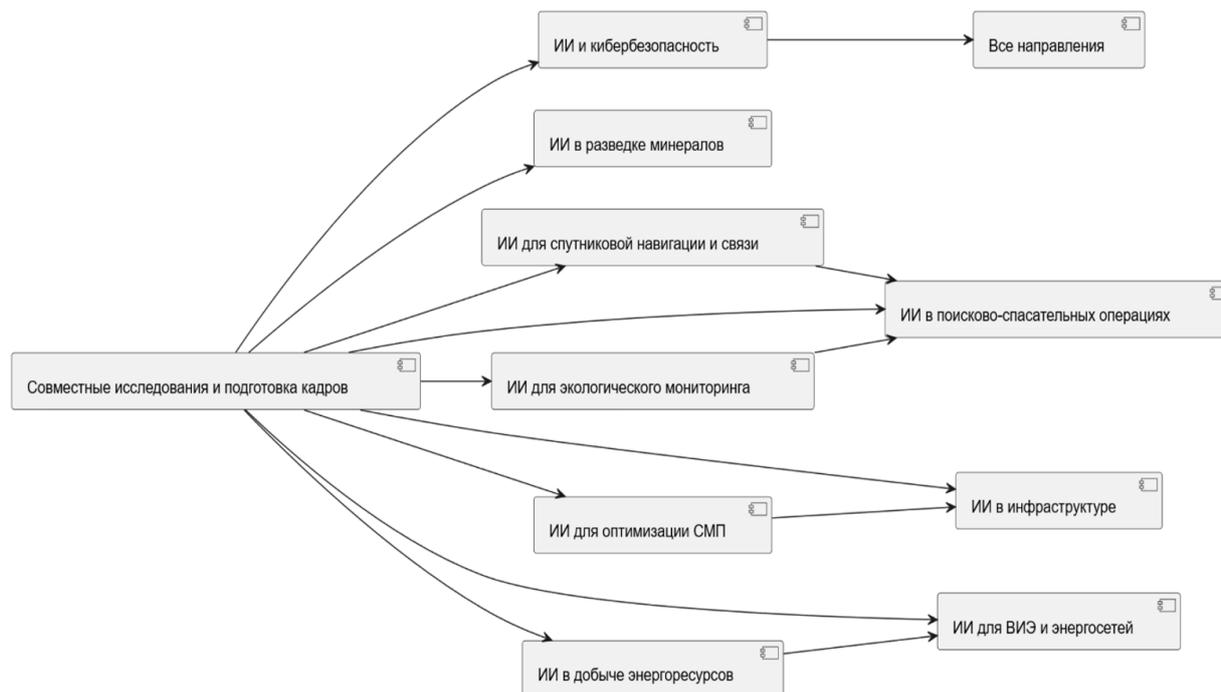


Рис. 3. Ключевые перспективы российско-китайского сотрудничества в области ИИ в Арктике.
Составлено авторами на основе [6; 26; 35]

Возможности включают доступ к растущему мировому рынку «зеленых» активов объемом \$ 53 трлн, где ESG-проекты с использованием ИИ могут привлечь значительное финансирование, особенно учитывая климатические изменения, расширяющие навигационное окно СМП с текущих 37,9 млн тонн грузоперевозок в 2024 г. до потенциальных 80 млн тонн. Создание федеративной сети дата-центров мощностью 200+ петафлопс для обработки уникальных арктических данных может генерировать до \$ 5–8 млрд ежегодной выручки от экспорта аналитических сервисов третьим странам. Формирование венчурного фонда объемом \$ 3 млрд и токенизация долей проектов способны мобилизовать \$ 25–30 млрд частного капитала для финансирования арктических ИИ-инноваций.

Угрозы включают риски обострения геополитической напряженности, которые могут ограничить трансфер ИИ-технологий, повышенные климатические риски от таяния вечной мерзлоты, способные повредить инфраструктуру стоимостью миллиарды долларов, и киберугрозы для критических объектов СМП. Экологические инциденты могут вызвать международное давление и увеличить страховые затраты на 40–60 %, существенно влияя на рентабельность проектов. Социальное недоверие коренных малочисленных народов Севера Российской Арктики, численность которых, согласно Всероссийской переписи населения 2020 г., составляет 101 тыс. человек, к ИИ-проектам создает репутационные

риски. При этом общая численность коренного населения циркумполярной Арктики достигает 500 тысяч человек, включая территории других арктических государств, что требует комплексных программ взаимодействия с местными сообществами стоимостью \$ 100–200 млн для обеспечения социальной устойчивости инициатив⁶.

Использование «умных» систем на базе ИИ для ВИЭ и энергосетей в Арктике способствует устойчивому развитию; Россия активно развивает ВИЭ в удаленных районах, а Китай лидирует в мире по установленной мощности ВИЭ более 1 000 ГВт, совместное применение ИИ может повысить надежность энергоснабжения в суровых арктических условиях, снизить зависимость от дорогостоящего топлива и сократить выбросы.

Применение ИИ для экологического мониторинга в Арктике имеет глобальное значение; Арктика нагревается в несколько раз быстрее, чем остальная планета, что влияет на климат, и Россия, как крупнейшая арктическая держава, и Китай, заинтересованный в прогнозировании климатических рисков в Азии, могут использовать ИИ для анализа уникальных данных и более точных прогнозов климатических изменений, способствуя сохранению хрупкой арктической экосистемы. Использование ИИ для прогнозирования аварийных ситуаций и координации поисково-спасательных операций повышает безопасность в Арктике; с учетом роста активности судоходства, включая китайские суда, проходящие

⁶ Стратегия цифровой трансформации ключевых отраслей до 2030 года // Министерство цифрового развития, связи и массовых

коммуникаций РФ: сайт. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/> (дата обращения: 14.04.2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

по СМП (число рейсов постоянно растет), и суровых условий региона, технологии ИИ могут сократить время реагирования на чрезвычайные ситуации, что жизненно важно для сохранения человеческих жизней и минимизации экологического ущерба [36–38].

Применение ИИ в проектировании и мониторинге арктической инфраструктуры ускоряет строительство и снижает риски; Россия инвестирует миллиарды долларов в развитие арктических портов, железнодорожных путей и других объектов, а Китай обладает передовыми технологиями «умного» строительства и значительным опытом в реализации крупных инфраструктурных проектов по всему миру, и совместное использование ИИ может повысить надежность объектов в условиях вечной мерзлоты и экстремальных температур. Сотрудничество в области исследований и подготовки кадров по ИИ для Арктики укрепляет научно-технологический потенциал обеих стран; Россия обладает сильными научными школами, а Китай инвестирует миллиарды долларов в развитие ИИ (его рынок ИИ один из крупнейших в мире) и ежегодно выпускает сотни тысяч специалистов в этой области, что создает основу для совместных научных проектов, обмена знаниями и формирования компетенций в полярных науках, необходимых для освоения Арктики.

Применение ИИ для повышения точности спутниковой навигации и связи в Арктике имеет стратегическое значение; Россия эксплуатирует систему ГЛОНАСС, покрывающую всю Арктику, а Китай развивает Бэйдоу, стремясь к глобальному покрытию, и совместное использование ИИ может обеспечить надежную навигацию и связь в высоких широтах, критически важную для безопасности судоходства, функционирования инфраструктуры и формирования единого информационного пространства. Использование ИИ в разведке арктических минералов может ускорить поиск и оптимизировать добычу; Арктика богата стратегическими ресурсами, включая редкоземельные металлы, критически важными для высокотехнологичной промышленности Китая (Китай доминирует на мировом рынке редких земель), в то время как Россия заинтересована в развитии добычи и экспорта, что делает совместное применение ИИ для более эффективной разведки взаимовыгодным и способствует контролю над цепочками поставок редких ресурсов.

Обеспечение кибербезопасности критической цифровой инфраструктуры Арктики с использованием ИИ является приоритетом; число кибератак на объекты критической инфраструктуры в мире ежегодно растет (на десятки процентов, по некоторым оценкам), представляя угрозу для стабильности проектов в Арктике, и Россия и Китай, обладая значительными

возможностями в области кибербезопасности, могут использовать ИИ для создания общей системы защиты данных и критических объектов, повышая устойчивость совместных проектов.

Диаграмма (рис. 4) визуализирует ключевые этапы реализации совместного ИИ-проекта в Арктике до 2030 г. — от создания дата-центров и маршрутизирующих платформ до цифровизации арктических городов. На ней также отражены основные факторы успеха (технологические, инфраструктурные, экологические, инвестиционные) и предусмотрены меры по управлению ключевыми рисками.

Дорожная карта ИИ-проекта «Арктика 2030» представляет собой поэтапную реализацию стратегического российско-китайского партнерства, начинающуюся с подписания меморандума в 2025 г. на фоне действующих 107 млрд долларов утвержденных значимых проектов китайско-российского сотрудничества в Арктике. Последовательная реализация проекта — от создания рабочей группы по данным в Q3 2025 до запуска пилотного дата-центра в Мурманске/Хэйхэ в 2026 г. — базируется на существующем опыте китайского участия в арктических проектах, где CNPC и Фонд Шелкового пути владеют 20 и 9,9 % капитала проекта «Ямал СПГ», что, соответственно, подчеркивает новую роль Китая в Арктике: по следам визита Си Цзиньпина в Россию.

Создание платформы маршрутизации грузов СМП в 2026–2027 гг. и роботизированной буровой на Таймыре в 2027 г. опирается на текущую базу из 80 совместных инвестпроектов России и КНР на общую сумму почти 20 трлн рублей. Формирование федеративной сети из 6 ЦОД к 2028–2029 гг. и венчурного фонда в \$3 млрд с токенизацией в 2029 г. создаст технологическую основу для цифровизации 25 арктических городов к 2030 г., что станет логическим завершением программы на фоне активизации российско-китайской⁷ постоянной рабочей группы российско-китайского сотрудничества в Арктике. Ключевые факторы успеха включают развитие технологий машинного обучения, Edge-AI и робототехники, создание инфраструктуры ЦОД и спутниковой связи, ESG-контроль для снижения выбросов CO₂, а также использование совместных фондов и смарт-контрактов, в то время как основные риски связаны с санкционными ограничениями, требующими локализации производства, киберугрозами, климатическими аномалиями и необходимостью обеспечения участия коренных народов через механизмы FPIC (свободного, предварительного и осознанного согласия).

⁷ China's Arctic Policy. The State Council Information Office of the People's Republic of China. Beijing, January 2018. URL:

http://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.htm (дата обращения: 14.04.2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

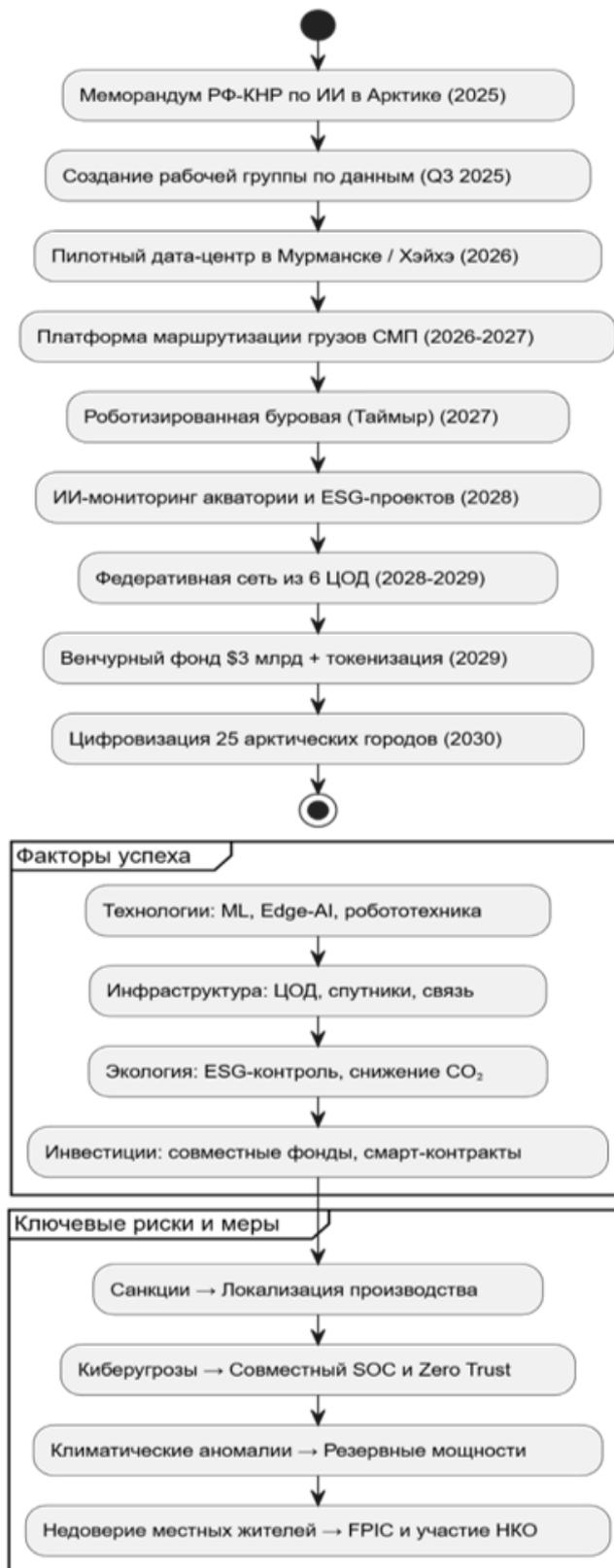


Рис. 4. Дорожная карта ИИ-проекта «Арктика 2030» в рамках российско-китайского сотрудничества.
Составлено авторами на основе [39–41]

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало высокую значимость ИИ как ключевого драйвера технологического и социально-экономического развития арктических территорий. По расчетам авторов, совокупный экономический эффект от комплексной интеграции ИИ в экономику Арктики к 2030 г. может составить от 45 до 60 млрд долларов США, что эквивалентно 15–20 % ВВП арктических регионов России и северо-восточных провинций Китая. Применение интеллектуальных моделей позволяет снизить аварийность на Северном морском пути на 30 %, увеличить окно навигации на 20 суток, повысить КПД добычи на 8–12 %, а также сократить логистические издержки на сумму до 2 млрд долларов в год. Цифровизация арктических муниципалитетов с применением цифровых двойников и алгоритмического управления создает потенциал для создания 12–17 тыс. новых рабочих мест и увеличения индекса качества жизни на 15 п. п.

Научная новизна работы заключается в разработке первой комплексной дорожной карты ИИ-проекта «Арктика 2030», включающей технологические, инфраструктурные, экологические и инвестиционные компоненты. Впервые представлена тепловая диаграмма эффектов ИИ-интеграции по ключевым направлениям (добыча, логистика, ESG, Big Data, цифровые города), а также разработана SWOT-модель, позволяющая оценивать стратегическую

устойчивость российско-китайского партнерства с учетом санкционных, кибернетических и климатических вызовов.

Практическая значимость исследования обусловлена его применимостью для межгосударственного проектирования, регионального стратегического планирования и оценки инвестиционной привлекательности. Представленные модели и расчеты могут быть использованы в рамках программ Минэкономразвития РФ, национальной стратегии развития Арктики, а также при подготовке совместных ИИ-платформ и инфраструктурных решений с КНР. Методика анализа и предложенные индикаторы (QoL, ESG, инвестиции, энергоэффективность) подходят для разработки KPI и обоснования проектов с привлечением венчурного капитала.

В качестве направлений дальнейших исследований авторы выделяют необходимость разработки унифицированных протоколов обмена данными между РФ и КНР, создание совместных испытательных полигонов ИИ, изучение социального влияния ИИ на коренные народы Арктики, а также формирование многоуровневой системы кибербезопасности для защиты критически важной инфраструктуры. Особое значение придается вопросам экологии, прогнозирования климатических изменений и формирования международных ESG-стандартов, что открывает широкие перспективы для научной и технологической кооперации в Арктике [42].

Список источников

1. Filippova L., Petrovskiy V. Common Interests and Practical Cooperation of Russia and China in the Arctic During the Period of 'Total Sanctions' // *China-Russia Relations in the Arctic: Friends in the Cold?* Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. С. 35–56. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63087-3_3.
2. Volpe M. China's Domestic Discourse on Status-Building in the Arctic // *Decoding the Chessboard of Asian Geopolitics*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025. С. 191–207. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3073-8_10.
3. Лукин А. Л., Юнхуэй Л., Кейдун И. Б. Россия и Китай в Арктике: состояние и перспективы двустороннего сотрудничества // *Известия Восточного института*. 2022. № 1 (53). С. 123–131. <https://doi.org/10.24866/2542-1611/2022-1/123-131>.
4. Ivanova M. V., Belevskikh T. V. Economy of the "New Arctic": Current Trends // *Proceedings of ARCTD 2021*. Cham: Springer, 2022. С. 175–181. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99626-0_19.
5. Larsen J. N., Petrov A. N. The Economy of the Arctic // *The Palgrave Handbook of Arctic Policy and Politics*. Cham: Springer, 2019. С. 79–95. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20557-7_6.
6. Каранатова Л. Г., Кулев А. Ю. Социально-экономическое развитие Арктики: современные вызовы и приоритеты // *Управленческое консультирование*. 2022. № 2 (158). С. 49–62. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-2-49-62>.
7. Лаженцев В. Н. Арктика и Север в контексте пространственного развития России // *Экономика региона*. 2021. Т. 17, № 3. С. 737–754. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-3-2>.
8. Новиков А. В. Экономика прибрежных территорий Арктики: анализ состояния и тенденции развития // *Арктика: экология и экономика*. 2022. Т. 12, № 2 (46). С. 200–210. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2022-2-200-210>.
9. Ло Сюань. Стратегические интересы РФ и КНР в Арктике // *Общество: политика, экономика, право*. 2022. № 10 (111). С. 36–43. <https://doi.org/10.24158/per.2022.10.5>.
10. Кейдун И. Б., Ушакова А. В., Поздняков И. С. История формирования арктической политики Китая в контексте современных российско-китайских отношений // *Клио*. 2021. № 6. С. 82–89. https://doi.org/10.51676/2070-9773_2021_06_82.
11. Сазонов С. Л., Вавилов О. К., Лозинский А. Н. Взгляды китайских экспертов на арктический транзит // *Цивилизационные аспекты развития Арктических регионов России*. 2022. С. 271–285. EDN YPGMKD.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

12. Шаклеина Т. А., Водопьянов К. Г., Яковенко И. Д. Феномен «управляемой глобальной конкуренции» и интересы России: новая конкуренция в Арктике // *Право и управление. XXI век*. 2022. Т. 18, № 1 (62). С. 17–29. <https://doi.org/10.24833/2073-8420-2022-1-62-17-29>.
13. Ren Y., Li X., Wang Y. SICNetseason V1.0: a transformer-based deep learning model for seasonal Arctic sea ice prediction by incorporating sea ice thickness data // *Geoscientific Model Development*. 2025. Vol. 18. P. 2665–2684. <https://doi.org/10.5194/gmd-18-2665-2025>.
14. Shi L., Liu S., Shi Y., Ao X., Zou B., Wang Q. Sea Ice Concentration Products over Polar Regions with Chinese FY3C Microwave Data: Summer Evaluation and Applications // *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13, No. 11. Article 2174. <https://doi.org/10.3390/rs13112174>.
15. Guo P., Wang J., Chen H. China-Russia cooperation in arctic governance and sustainable shipping: The Polar Silk Road // *Marine Policy*. 2025. Vol. 165. Article 106235. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106235>.
16. Li X., Zhang Y., Wang Z. The Polar Silk Road: balancing development and environmental sustainability in the China–Russia Arctic cooperation // *Marine Development*. 2025. Vol. 1. P. 1–15. <https://doi.org/10.1007/s44312-025-00056-3>.
17. Frazier K. Arctic Climate Data Science: The Role of AI in Supporting Operational Decision Making. Ted Stevens Center for Arctic Security Studies, 2023. URL: https://tedstevensarcticcenter.org/wp-content/uploads/2024/01/18_TSC_SR_Arctic_Climate_Data_Science_FINAL.pdf.
18. Hoffman L., Mazloff M. R., Gille S. T., et al. Evaluating the Trustworthiness of Explainable Artificial Intelligence (XAI) Methods Applied to Regression Predictions of Arctic Sea Ice Motion // *Artificial Intelligence for the Earth Systems*. 2025. 4 (1). e240027. <https://doi.org/10.1175/AIES-D-24-0027.1>.
19. Смирнова А., Мошурова Е., Калязина С. Indicators of Big-Data-Economy Infrastructure Development in the Arctic Zone // *Digital Systems and Information Technologies in the Energy Sector*. Cham: Springer, 2025. С. 169–186. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80710-7_13.
20. Uslular G., Oktar Ö., Selbesoğlu M. O., Özsoy B. Advancements in Remote Sensing of the Cryosphere in Polar Regions: Contributions of Artificial Intelligence Techniques over the Last Decade // *Artificial Intelligence*. CRC Press, 2024. P. 1–14.
21. Paardenkooper K. The Role of Data-Driven Logistics in Arctic Shipping // *Arctic Maritime Logistics*. Cham: Springer, 2022. С. 173–191. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92291-7_10.
22. Teslya A., Gutman S. Forming and Developing a Green Transport Corridor in the Arctic // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 434 (1). 012010.
23. Xinli Qi, Zhenfu Li, Changping Zhao, et al. Environmental Impacts of Arctic Shipping Activities: A Review // *Ocean & Coastal Management*. 2024. 247. 106936. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106936>.
24. Воронина Е. П. Современные подходы к обеспечению комплексного развития Северного морского пути: маркетинг-анализ транспортно-логистического потенциала // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2022. № 4. С. 58–71.
25. Леонов С. Н., Заостровских Е. А. Развитие Северного морского пути и рост активности КНП в Арктике как предпосылки усиления транспортного каркаса Дальнего Востока // *Регионалистика*. 2021. Т. 8, № 2. С. 54–70. <https://doi.org/10.14530/reg.2021.2.54>.
26. Пилясов А. Н., Цукерман В. А. Технологические уклады, инновации и хозяйственное освоение российской Арктики // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2022. Т. 25, № 4. С. 7–22.
27. Garbis Z., McCarthy E., Orttung R. W., et al. Governing the Green Economy in the Arctic // *Climatic Change*. 2023. 176 (4). 33. <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03506-3>.
28. Соловьева В. А., Вовенда А. В. «Ледовый шелковый путь» в контексте арктической стратегии КНП // *Евразийский союз: вопросы международных отношений*. 2023. 12 (3). 225–231. <https://doi.org/10.35775/PSI.2023.49.3.010>.
29. Кобылинская Г. В., Федосеев С. В., и др. Финансово-инвестиционный потенциал регионов Крайнего Севера и Арктики Российской Федерации: методология оценки и управление. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2024. 193 с.
30. Самарина В. П. Региональная экономика: Северо-Арктические территории России. Апатиты: Университетская книга, 2022. 141 с. <https://doi.org/10.47581/2021/03.Samarina.002>.
31. Petrovskiy V. E., Filippova L. V. Россия и Китай в Арктике. М.: Изд-во «Весь Мир», 2022. 168 с.
32. Gres R. A. Arctic Specifics: Content Analysis of the Strategies of Regions and Municipalities of the Russian Arctic // *Regional Research of Russia*. 2024. Т. 14, № 4. С. 562–574. <https://doi.org/10.1134/S2079970524600513>.
33. Larsen J. N., Huskey L. The Arctic Economy in a Global Context // *The New Arctic*. Cham: Springer. 2015. P. 159–174. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17602-4_12.
34. Lin P., Allhoff F. Arctic 2.0: How Artificial Intelligence Can Help Develop a Frontier // *Ethics & International Affairs*. 2019. Vol. 33, № 2. P. 193–205. <https://doi.org/10.1017/S0892679419000108>.
35. Акимов Р. Х. Арктика с китайской спецификой // *Арктика и Север*. 2023. № 50. С. 89–108. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.50.89>.
36. Вopilовский С. С. Зарубежные экономические партнёры России в Арктической зоне // *Арктика и Север*. 2022. № 46. С. 33–50. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2022.46.33>.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

37. Тяньмин Г., Ерохин В. Л. Экономические меры реализации научно-технического сотрудничества России и Китая в Арктике // Теория и практика общественного развития. 2021. № 1 (155). С. 59–64. <https://doi.org/10.24158/tipor.2021.1.10>.
38. Лабюк А. И. Российский Дальний Восток в арктической политике Китая // Россия и АТР. 2022. № 2 (116). С. 129–147. <https://doi.org/10.24412/1026-8804-2022-2-129-147>.
39. Лэй Ш. П. Позиционирование Китая в Арктике: эволюция концепций и механизмы продвижения // Азиатско-тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2021. Т. 24, № 4. С. 99–110. <https://doi.org/10.24866/1813-3274/2021-4/99-110>.
40. Питухина М. А., Белых А. Д. Арктические исследования в Китае: анализ на основе научных публикаций // Политическая экспертиза: ПОЛИТЭК. 2023. Т. 19, № 3. С. 505–518. <https://doi.org/10.21638/spbu23.2023.310>.
41. Питухина М. А., Белых А. Д. Использование технологий искусственного интеллекта в российской Арктике на примере Мурманской области // Арктика и Север. 2023. № 52. С. 167–179. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.52.167>.
42. Сунь Ю., Зубенко В. А. Анализ российско-китайского арктического сотрудничества: основные положения, преимущества, политика и возможности // Проблемы теории и практики управления. 2021. № 10. С. 38–56. <https://doi.org/10.46486/0234-4505-2021-10-38-56>.

References

1. Filippova L., Petrovskiy V. Common interests and practical cooperation of Russia and China in the Arctic during the period of 'total sanctions.' Stensdal I., Heggelund G. (eds). *China-Russia Relations in the Arctic. Palgrave Studies in Maritime Politics and Security*. Cham, Palgrave Macmillan, 2024. DOI: 10.1007/978-3-031-63087-3_3.
2. Volpe M. China's domestic discourse on status-building in the Arctic. Nandy D., Das M. (eds). *Decoding the Chessboard of Asian Geopolitics*. Singapore, Palgrave Macmillan, 2025. DOI: 10.1007/978-981-96-3073-8_10.
3. Lukin A. L., Li Y., Keidun I. B. Rossiya i Kitay v Arktike: sostoyaniye i perspektivy dvustoronnego sotrudnichestva [The current state and prospects of the Russia-China bilateral cooperation in the Arctic]. *Izvestiya Vostochnogo instituta* [Journal of the Oriental Institute], 2022, No. 1 (53), pp. 123–131. DOI: 10.24866/2542-1611/2022-1/123-131. (In Russ.).
4. Ivanova M. V., Belevskikh T. V. Economy of the "New Arctic": Current trends. *Proceedings of ARCTD 2021*. Cham, Springer, 2022, pp. 175–181. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99626-0_19.
5. Larsen J. N., Petrov A. N. The economy of the Arctic. Coates K. S., Holroyd C. (eds). *The Palgrave Handbook of Arctic Policy and Politics*. Cham, Palgrave Macmillan, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-20557-7_6.
6. Karanatova L. G., Kulev A. Yu. Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Arktiki: sovremennye vyzovy i priority [Socio-economic development of the Arctic: Current challenges and priorities]. *Upravlencheskoe konsul'tirovaniye* [Administrative Consulting], 2022, No. 2 (158), pp. 49–62. DOI: 10.22394/1726-1139-2022-2-49-62. (In Russ.).
7. Lazhentsev V. N. Arktika i Sever v kontekste prostranstvennogo razvitiya Rossii [The Arctic and the North: A Russian spatial development context]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2021, Vol. 17, No. 3, pp. 737–754. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-3-2. (In Russ.).
8. Novikov A. V. Ekonomika pribrezhnykh territoriy Arktiki: analiz sostoyaniya i tendentsii razvitiya [The economy of the coastal Arctic zones: Analysis of the state and development trends]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economy], 2022, Vol. 12, No. 2 (46), pp. 200–210. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-200-210. (In Russ.).
9. Xuan L. Strategicheskiye interesy RF i KNR v Arktike [Strategic interests of Russia and China in the Arctic]. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: Politics, Economics, Law], 2022, No. 10 (111), pp. 36–43. DOI: 10.24158/pep.2022.10.5. (In Russ.).
10. Keidun I. B., Ushakova A. V., Pozdnyakov I. S. Istoriya formirovaniya arkticheskoi politiki Kitaya v kontekste sovremennykh rossiisko-kitayskikh otnoshenii [History of the formation of China's Arctic policy in the context of modern Russian-Chinese relations]. *Klio* [Clio], 2021, No. 6 (174), pp. 82–89. DOI: 10.51676/2070-9773_2021_06_82. (In Russ.).
11. Sazonov S. L., Vavilov O. K., Lozinskiy A. N. Vzgl'yady kitayskikh ekspertov na arkticheskiiy tranzit [Views of Chinese experts on Arctic transit]. *Tsivilizatsionnyye aspekty razvitiya arkticheskikh regionov Rossii* [Civilizational Aspects of the Development of Russia's Arctic. Conference Proceedings]. Moscow, Institute of World Civilizations, 2022, pp. 271–285. (In Russ.).
12. Shakleina T. A., Vodopyanov K. G., Yakovenko I. D. Fenomen "upravlyayemoy global'noy konkurentsii" i interesy Rossii: novaya konkurenciya v Arktike [The phenomenon of "managed global competition" and the interests of Russia: New competition in the Arctic Region]. *Pravo i upravleniye. XXI vek* [Law and Administration. XXI Century], 2022, Vol. 18, No. 1 (62), pp. 17–29. DOI: 10.24833/2073-8420-2022-1-62-17-29. (In Russ.).
13. Ren Y., Li X., Wang Y. SICNetseason V1.0: A transformer-based deep learning model for seasonal Arctic sea ice prediction by incorporating sea ice thickness data. *Geoscientific Model Development*, 2025, Vol. 18, pp. 2665–2684. <https://doi.org/10.5194/gmd-18-2665-2025>.
14. Shi L., Liu S., Shi Y., Ao X., Zou B., Wang Q. Sea ice concentration products over polar regions with Chinese FY3C microwave data: Summer evaluation and applications. *Remote Sensing*, 2021, Vol. 13, No. 11, Article 2174. <https://doi.org/10.3390/rs13112174>.
15. Guo P., Wang J., Chen H. China-Russia cooperation in Arctic governance and sustainable shipping: The Polar Silk Road. *Marine Policy*, 2025, Vol. 165, Article 106235. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106235>.

16. Li X., Zhang Y., Wang Z. The Polar Silk Road: Balancing development and environmental sustainability in the China–Russia Arctic cooperation. *Marine Development*, 2025, Vol. 1, pp. 1–15. <https://doi.org/10.1007/s44312-025-00056-3>.
17. Frazier K. *Arctic climate data science: The role of artificial intelligence in supporting operational decision making*. Available at: https://tedstevensarcticcenter.org/wp-content/uploads/2024/01/18_TSC_SR_Arctic_Climate_Data_Science_FINAL.pdf (accessed 12.05.2025).
18. Hoffman L., Mazloff M. R., Gille S. T., Giglio D., Heimbach P. Evaluating the trustworthiness of explainable artificial intelligence (XAI) methods applied to regression predictions of Arctic sea-ice motion. *Artificial Intelligence for the Earth Systems*, 2025, Vol. 4, No. 1, e240027. DOI: 10.1175/AIES-D-24-0027.1.
19. Smirnova A., Moshurova E., Kalyazina S. Indicators of the development of infrastructure for the big data economy in the Arctic zone. Ilin I., Youzhong M. (eds). *Digital Systems and Information Technologies in the Energy Sector. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 1244. Cham, Springer, 2025. DOI: 10.1007/978-3-031-80710-7_13.
20. Uslular G., Gökalp E., Özkan A. et al. Advancements in remote sensing of the cryosphere in polar regions: Contributions of artificial intelligence techniques over the last decade. *Artificial Intelligence*. Boca Raton, CRC Press, 2024, pp. 1–14.
21. Paardenkooper K. The role of data-driven logistics in Arctic shipping. Ilin I., Devezas T., Jahn C. (eds). *Arctic Maritime Logistics. Contributions to Management Science*. Cham, Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-92291-7_10.
22. Teslya A., Gutman S. Forming and developing a green transport corridor in the Arctic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, Vol. 434, No. 1, 012010.
23. Xinli Qi, Li Z., Zhao C., Zhang Q., Zhou Y. Environmental impacts of Arctic shipping activities: A review. *Ocean & Coastal Management*, 2024, Vol. 247, 106936. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2023.106936.
24. Voronina E. P. Sovremennye podkhody k obespecheniyu kompleksnogo razvitiya Severnogo morskogo puti: marketing-analiz transportno-logisticheskogo potentsiala [Modern approaches to ensuring the integrated development of the Northern Sea Route: Marketing analysis of transport and logistics potential]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2022, No. 4, pp. 58–71. (In Russ.).
25. Leonov S. N., Zaostrovskikh E. A. Razvitie Severnogo morskogo puti i rost aktivnosti KNR v Arktike kak predposylki usileniya transportnogo karkasa Dal'nego Vostoka [Development of the Northern Sea Route and the growth of activity of the PRC in the Arctic as a prerequisite for strengthening the transport framework of the Far East]. *Regionalistika* [Regionalistics], 2021, Vol. 8, No. 2, pp. 54–70. DOI: 10.14530/reg.2021.2.54. (In Russ.).
26. Pilyasov A. N., Tsukerman V. A. Tekhnologicheskiye układy, innovatsii i khozyaystvennoye osvoyeniye rossiyskoy Arktiki. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [Technological modes, innovations and economic development of the Russian Arctic], 2022, Vol. 25, No. 4, pp. 7–22. (In Russ.).
27. Garbis Z., McCarthy E., Orttung R. W., Poelzer G., Shaiman M., Tafate J. Governing the green economy in the Arctic. *Climatic Change*, 2023, Vol. 176, 33. DOI: 10.1007/s10584-023-03506-3.
28. Solovieva V. A., Vovenda A. V. “Ledovyi shelkovyi put’” v kontekste arkticheskoi strategii KNR [“Ice Silk Road” in the context of the Arctic strategy of the People’s Republic of China]. *Evraziyskiy Soyuz: voprosy mezhdunarodnykh otnoshenii* [Eurasian Union: International Relations Issues], 2023, Vol. 12, No. 3 (49), pp. 225–231. DOI: 10.35775/PSI.2023.49.3.010. (In Russ.).
29. Kobylinskaya G. V., Fedoseev S. V., Barasheva T. I., Chapargina A. N., Badylevich R. V., Verbinenko E. A., Pochivalova G. P., Krapivin D. S. *Finansovo-investitsionnyi potentsial regionov Krainego Severa i Arktiki Rossiiskoi Federatsii: metodologiya otsenki i upravlenie* [Financial and investment potential of Russia’s Far North and Arctic regions: Assessment methodology and management]. Apatity, KSC RAS, 2024, 193 p. (In Russ.).
30. Samarina V. P. *Regional'naya ekonomika: Severo-Arkticheskiye territorii Rossii* [Regional economy: Russia’s Northern Arctic territories]. Apatity, Universitetskaya Kniga, 2022, 141 p. ISBN 978-5-907512-20-7. (In Russ.).
31. Petrovskiy V. Y., Filippova L. V. *Rossiya i Kitay v Arktike* [Russia and China in the Arctic]. Moscow, Ves’ Mir Publishing House, 2022, 168 p. ISBN 978-5-7777-0875-5. (In Russ.).
32. Gres R. A. Arctic specifics: Content analysis of the strategies of regions and municipalities of the Russian Arctic. *Regional Research of Russia*, 2024, Vol. 14, pp. 562–574. DOI: 10.1134/S2079970524600513.
33. Larsen J. N., Huskey L. The Arctic economy in a global context. Evengård B., Nymand Larsen J., Paasche Ø. (eds). *The New Arctic*. Cham, Springer, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-17602-4_12.
34. Lin P., Allhoff F. Arctic 2.0: How artificial intelligence can help develop a frontier. *Ethics & International Affairs*, 2019, Vol. 33, No. 2, pp. 193–205. DOI: 10.1017/S0892679419000108.
35. Akimov R. Kh. Arktika s kitaiskoi spetsifikoi [The Arctic with Chinese characteristics]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, No. 50, pp. 89–108. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.50.89. (In Russ.).
36. Vopilovskiy S. S. Zarubezhnye ekonomicheskie partnery Rossii v Arkticheskoi zone [Foreign economic partners of Russia in the Arctic zone]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2022, No. 46, pp. 33–50. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.46.33. (In Russ.).
37. Gao T., Erokhin V. L. Ekonomicheskie mery realizatsii nauchno-tekhnicheskogo sotrudnichestva Rossii i Kitaya v Arktike [Economic measures of implementation of Russian-Chinese scientific and technical cooperation in the Arctic]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], 2021, No. 1 (155), pp. 59–64. DOI: 10.24158/tipor.2021.1.10. (In Russ.).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

38. Labyuk A. I. *Rossiyskiy Dal'niy Vostok v arkticheskoy politike Kitaya* [The Russian Far East and the Arctic vector of China's foreign policy]. *Rossiya i ATR* [Russia and the Pacific], 2022, No. 2 (116), pp. 129–147. DOI: 10.24412/1026-8804-2022-2-129-147. (In Russ.).
39. Lei S. Pozitsionirovaniye Kitaya v Arktike: evolyutsiya kontseptsii i mekhanizmy prodvizheniya [China's positioning in the Arctic: Evolution of concepts and promotion mechanisms]. *Aziatsko-Tikhookeanskiy region: ekonomika, politika, pravo* [Pacific Rim: Economics, Politics, Law], 2021, Vol. 24, No. 4, pp. 99–110. DOI: 10.24866/1813-3274/2021-4/99-110. (In Russ.).
40. Pitukhina M. A., Belykh A. D. Arkticheskiye issledovaniya v Kitae: analiz na osnove nauchnykh publikatsiy [Arctic research in China: Analysis based on scientific publications]. *Politicheskaya ekspertiza: POLITEKS* [Political Expertise: POLITEX], 2023, Vol. 19, No. 3, pp. 505–519. DOI: 10.21638/spbu23.2023.310. (In Russ.).
41. Pitukhina M. A., Belykh A. D. Ispol'zovaniye tekhnologii iskusstvennogo intellekta v rossiiskoi Arktike na primere Murmanskoy oblasti [Artificial intelligence technologies in the Russian Arctic: The case of the Murmansk Oblast]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, No. 52, pp. 167–179. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.167. (In Russ.).
42. Sun Yu., Zubenko V. A. Analiz rossiisko-kitaiskogo arkticheskogo sotrudnichestva: osnovnye polozeniya, preimushchestva, politika i vozmozhnosti [Analysis of Russian-Chinese Arctic cooperation: Key provisions, advantages, policies and opportunities]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Issues in Management Theory and Practice], 2021, No. 10, pp. 38–56. DOI: 10.46486/0234-4505-2021-10-38-56. (In Russ.).

Об авторах:

И. В. Скворцова — докт. экон. наук., доц.;
А. Б. Тесля — канд. экон. наук, доц.;
А. Г. Сомов — канд. экон. наук, ст. преподаватель;
Ся Чжан — канд. экон. наук, научный сотрудник.

About the authors:

I. V. Skvortsova — DSc (Economics), Associate Professor;
A. B. Teslya — PhD (Economics), Associate Professor;
A. G. Somov — PhD (Economics), Senior Lecturer;
X. Zhang — PhD (Economics), Research Fellow.

Статья поступила в редакцию 13 мая 2025 года.

Статья принята к публикации 11 сентября 2025 года.

The article was submitted on May 13, 2025.

Accepted for publication on September 11, 2025.

Научная статья

УДК 621.643:624.15(470.6)

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.011

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА НАДЗЕМНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Артур Магомедович Батыров¹, Александр Алексеевич Ильинский², Антон Андреевич Красников³¹Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия³Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия¹batyrovartur@mail.ru, ORCID 0009-0006-9864-2475²alex.ilinsky@bk.ru, ORCID 0000-0001-8220-2164³anton.krasnikov.97@mail.ru, ORCID 0000-0003-3632-9345

Аннотация. Морозное пучение грунтов в Арктической зоне РФ приводит к повреждению зданий и авариям на линейных участках магистральных нефтегазопроводов. Развитие нефтегазового сектора в осложненных климатических условиях за счет разработки инновационных технологий — основная стратегическая задача государства. Транспортировка углеводородов играет ключевую роль в нефтегазовой сфере. Качество трубопроводной системы определяет условия транспортировки углеводородов и, как следствие, эффективность и надежность всего процесса. Исследование направлено на определение характера взаимодействия опорных конструкций с мерзлыми грунтами в процессе эксплуатации в условиях морозного пучения грунта. Сохранение проектного положения магистральных трубопроводов в условиях морозного пучения грунта осуществимо путем разработки технологии сооружения на многолетнемерзлых грунтах специальных опор, позволяющих за счет геометрических параметров режущей части элемента опоры разрезать вспученный мерзлый грунт. Научная новизна исследования заключается в применении комплексного подхода, основанного на анализе опорных конструкций, разрезающих вспученные мерзлые грунты режущим элементом, с учетом взаимного влияния механических и физических процессов, сопутствующих геологическим процессам, и в выявлении оптимального пролета в зависимости от количественного расположения свай опоры надземного магистрального нефтегазопровода. Цель исследования — обоснование внедрения новой технологии строительства магистральных трубопроводов в сложных климатических условиях Арктической зоны. Объектом исследования является система взаимодействия трубопровода с опорной конструкцией и мерзлым грунтом, где за основу взят метод моделирования. Для обоснования целесообразности внедрения разработанной технологии проведен комплексный анализ технико-экономической эффективности, результаты которого демонстрируют значительное снижение аварийности трубопроводов, существенное уменьшение эксплуатационных затрат, повышение надежности транспортировки углеводородов и сокращение сроков окупаемости сложных проектов в Арктической зоне. Исследование направлено на внедрение технологии в российскую промышленность, что обеспечит безопасную и рентабельную эксплуатацию магистральных трубопроводов в условиях санкций, а также будет способствовать импортозамещению и технологическому суверенитету страны.

Ключевые слова: надземный магистральный трубопровод, конструкция опоры, морозное пучение грунта, инновационная технология, технико-экономическая эффективность

Для цитирования: Батыров А. М., Ильинский А. А., Красников А. А. О возможностях применения инновационной технологии строительства надземных магистральных трубопроводов в Арктической зоне Российской Федерации // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 169–181. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.011.

Original article

AN INNOVATIVE APPROACH TO CONSTRUCTING ELEVATED PIPELINES IN THE RUSSIAN ARCTIC

Artur M. Batyrov¹, Alexander A. Ilyinsky², Anton A. Krasnikov³¹Yugorsky State University, Khanty-Mansiysk, Russia²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia³Empress Catherine II Saint Petersburg mining university, St. Petersburg, Russia¹batyrovartur@mail.ru, ORCID 0009-0006-9864-2475²alex.ilinsky@bk.ru, ORCID 0000-0001-8220-2164³anton.krasnikov.97@mail.ru, ORCID 0000-0003-3632-9345

Abstract. Frost heaving in the Russian Arctic causes damage to buildings and results in accidents along the linear sections of main oil and gas pipelines. Developing the oil and gas sector under these challenging climatic conditions through innovative technologies is a strategic priority for the government. Hydrocarbon transportation is central to the oil and gas industry, and the quality of the pipeline system directly affects transportation efficiency, reliability, and operational safety. This study

investigates the interaction between pipeline support structures and frozen soils under frost heaving conditions. Maintaining the designed alignment of main pipelines in such conditions can be achieved through the development of specialized supports on permafrost soils. These supports, designed with optimized geometric parameters of the cutting edge, enable controlled penetration and management of heaving frozen soil. The scientific novelty of this research lies in the integrated approach, which combines the analysis of support structures with cutting elements and considers the coupled mechanical and physical processes inherent to soil dynamics. The study also identifies the optimal pipe support depending on the support arrangement. The primary objective is to substantiate the feasibility of implementing this new construction technology in the extreme Arctic climate. The study employs modeling methods to analyze the interaction between pipelines, support structures, and frozen soil. A comprehensive technical and economic assessment demonstrates that the proposed technology can significantly reduce pipeline accidents, lower operational costs, increase transportation reliability, and shorten the payback period for complex Arctic projects. The research aims to promote the adoption of this technology within Russian industry, ensuring safe, cost-effective pipeline operation under sanctions, while supporting import substitution and strengthening national technological sovereignty.

Keywords: elevated pipeline, support structure, frost heaving, innovative technology, technical and economic efficiency

For citation: Batyrov A. M., Ilyinsky A. A., Krasnikov A. A. An innovative approach to constructing elevated pipelines in the Russian Arctic. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo porjadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 169–181. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.011.

Введение

Развитие нефтегазовых объектов в Арктической зоне РФ является приоритетной задачей, так как этот регион — мощная сырьевая база страны и гарант ее энергетической безопасности. Также важно развивать инфраструктурные объекты, необходимые для освоения нефтегазовых месторождений, например, сооружать магистральные трубопроводы для транспортировки нефти от места ее добычи до конечного потребителя [1; 2].

Известны случаи многочисленных аварий, вызванных выдавливанием опор вследствие морозного пучения грунта. Например, на месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа фиксируется около 2 000 повреждений в год. На газопроводе Ямбург — Ныда более 5 % аварий связано с этим явлением, а на трассе Мессояха — Норильск за первые годы эксплуатации произошло свыше 100 инцидентов из-за потери устойчивости опор [3; 4].

Для разработки технологии сооружения надземных магистральных трубопроводов, эффективной при эксплуатации в многолетнемерзлых грунтах, необходимо изучить характер взаимодействия режущего клина опорной конструкции с мерзлым грунтом в изменяющихся условиях с учетом всех процессов и явлений, сопутствующих при геологических процессах. Из-за морозного пучения сваи традиционных конструкций опор разнонаправлено смещаются и теряют устойчивость, что ведет к нарушению проектного положения трубопроводов и влечет за собой экономические потери вследствие простоя, необходимость проведения ремонтных работ, а также экологический ущерб в радиусе аварии, а иногда не обходится и без человеческих жертв (рис. 1). Основным фактором возникновения опасных напряжений на трубопроводе является показатель температуры грунта, который, в свою очередь, влияет на его физико-

механические свойства и тем самым оказывает влияние на опорную конструкцию магистрального трубопровода [5].

Задачи исследования: 1) определить влияние морозного пучения грунта на магистральный трубопровод при эксплуатации в осложненных климатических условиях Арктической зоны РФ; 2) разработать авторскую технологию сооружения опорной конструкции надземного магистрального трубопровода при эксплуатации в осложненных климатических условиях, включающую армированный железобетонный клин с демпферным элементом; 3) обосновать возможность применения инновационной технологии сооружения надземных магистральных трубопроводов в осложненных климатических условиях Арктической зоны; 4) рассчитать экономические показатели эффективности инновационной технологии сооружения надземных магистральных трубопроводов в осложненных климатических условиях Арктической зоны.

Для предотвращения смещения свай и повреждения трубопроводов предлагается конструкция опоры с клином, заглубленная в мерзлый грунт (рис. 2) [7]. Данное техническое решение направлено на повышение устойчивости системы при воздействии сил морозного пучения грунта.

Основным защитным элементом опоры, предотвращающим воздействие сил морозного пучения на надземный трубопровод, является клин. Его работа основана на двух принципах: во-первых, он создает усилие вдавливания, противодействующее пучению, а во-вторых, благодаря особой геометрии он рассекает вспученный мерзлый грунт. Это приводит к боковому смещению грунтовых масс, что существенно снижает нагрузку на опору и помогает сохранить проектное положение трубопровода [8].

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ



Рис. 1. Основные проблемы на участках магистральных трубопроводов, вызванные морозным пучением грунта [6]

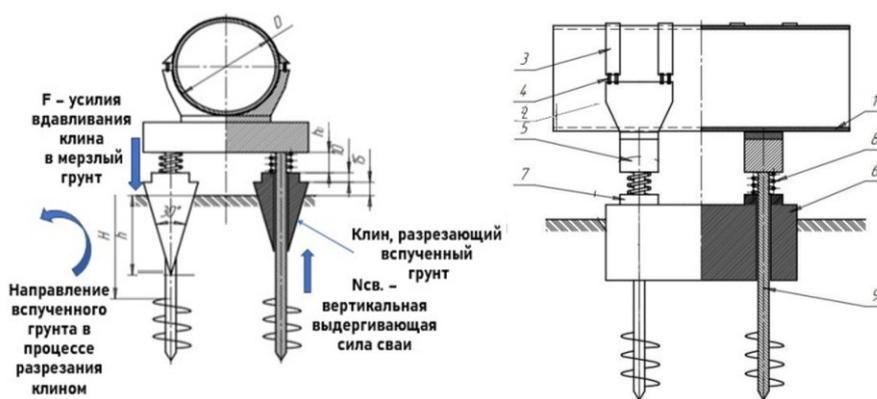


Рис. 2. Разработанная опорная конструкция надземного трубопровода:

- 1 — трубопровод; 2 — ложемент; 3 — полухомут; 4 — болтовое соединение; 5 — стол ростверк; 6 — опорная плита; 7 — шайба; 8 — демпфер; 9 — винтовая свая

Исследование направлено на изучение опорных конструкций магистральных трубопроводов при различных температурных условиях и типах грунта в условиях морозного пучения [9; 10]. По его итогам запатентованы новые конструктивные решения опор для сооружения надземных магистральных трубопроводов [11].

Методология

В современной нефтегазовой отрасли численное моделирование стало незаменимым инструментом для оптимизации транспортировки углеводородов, особенно при сооружении надземных трубопроводов в Арктической зоне. При проектировании таких объектов критически важно учитывать сложное взаимодействие системы «грунт — опора — трубопровод», которое наиболее точно можно воспроизвести именно методами численного моделирования. Данный подход позволяет решать целый комплекс задач — от расчета критических напряжений в трубопроводе до определения необходимых прочностных характеристик опорных

конструкций с учетом специфических условий мерзлых грунтов, подверженных морозному пучению [12–16].

Практическим примером такого подхода стала разработанная численная модель для анализа напряженного состояния магистрального газопровода диаметром 1 420 мм. В ходе моделирования были исследованы различные температурные режимы (от -1 до -10 °C) и проанализированы разные типы опорных конструкций с учетом деформационных характеристик мерзлых грунтов. Полученные результаты (рис. 3) наглядно демонстрируют распределение напряжений в трубопроводе при использовании различных опор, что имеет принципиальное значение при выборе оптимальных технических решений при строительстве в сложных условиях Арктической зоны. Особую ценность представляют данные о поведении системы при экстремально низких температурах, которые позволяют прогнозировать долговечность и надежность трубопроводных конструкций в реальных условиях эксплуатации [17–22].

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

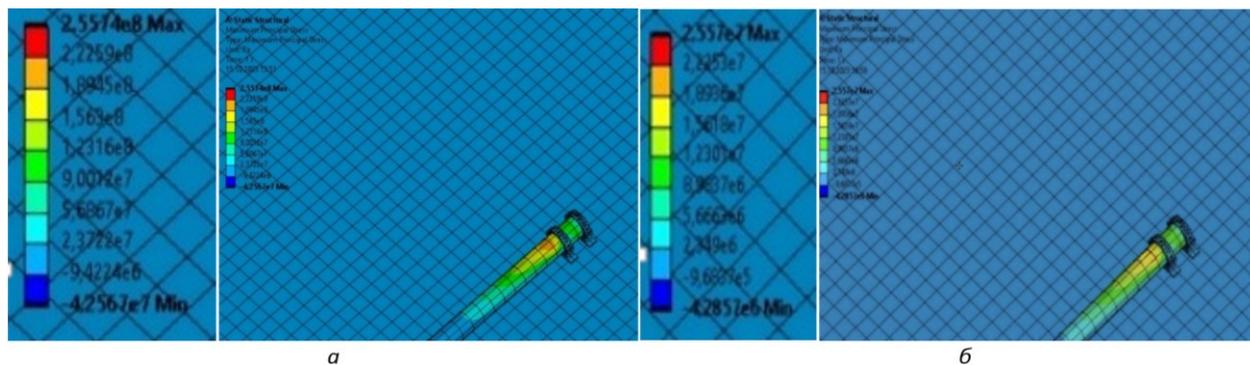


Рис. 3. Модели распределения напряжений на газопроводе диаметром 1 420 мм, толщина стенки 19 мм, длина пролета 60 м, нагрузка трубопровода 590 кН, температура грунта 10 °С, тип грунта — суглинок:
 а — при условии применения традиционной опоры (по шкале максимальное напряжение вблизи фиксации опоры оранжевым цветом 188 МПа); б — при условии применения предложенной опоры (по шкале максимальное напряжение вблизи фиксации опоры желтым цветом 19 МПа)

Такое комплексное моделирование не только повышает точность инженерных расчетов, но и существенно снижает риски аварийных ситуаций, а также позволяет заранее выявлять потенциально опасные участки трубопровода. Более того, оно дает возможность сравнивать эффективность различных конструктивных решений без необходимости проведения дорогостоящих натурных испытаний в суровых климатических условиях Арктической зоны, что в конечном итоге способствует оптимизации затрат на строительство и эксплуатацию трубопроводных систем [23; 24].

Для целесообразности внедрения данной инновационной технологии представлена оценка показателей технико-экономической эффективности ее применения в строительстве трубопроводов в Арктической зоне РФ. Расчет осуществляется исходя из сравнения эксплуатационных и капитальных затрат на строительство опорных конструкций линейного участка надземных магистральных нефтегазопроводов, а также затрат на аварии традиционных и разработанных опор. Также представлены затраты на термостабилизаторы, которые не оправдали свою эффективность при сильных пучениях грунта [25; 26].

Для вычислений нам потребуются следующие данные: ключевая ставка Банка России 21 %; прогноз темпа инфляции Правительства Российской Федерации на 2025 г. 7 %; безрисковая ставка дисконтирования 13 %; исходя из данных Постановления Правительства Российской от 22 ноября 1997 г. № 1470, поправка на риск проекта (R) в случае финансовых вложений в исследования и инновации (очень высокий риск) составляет 19 %, тогда ставка дисконтирования — 32 % [27–29]. Также, чтобы учесть общую экономию затрат, включая

эксплуатацию и сооружение опорных конструкций трубопроводов за 1 год эксплуатации при условии, что в некоторых случаях обслуживание не будет ежегодным (табл. 1), предлагается брать в расчет снижение вероятности отказа нефтепровода и газопровода на 27,4 % и экономические риски ущерба от аварии, представленные в табл. 2 [30–35].

Экономия на одном линейном участке при использовании инновационной опоры (4,325 млн руб. против 4,625 млн руб. у традиционной) достигается за счет исключения дорогостоящего ремонта (экономия 2 млн руб.) и сокращения частоты обслуживания (один раз в три года вместо ежегодного, что за 10 лет экономит ~225 тыс. руб. для одного участка), что достигается благодаря железобетонному клину, снижающему нагрузку на конструкцию и предотвращающему аварийную ситуацию. Стоит также сказать, что в дальнейших расчетах NPV в разделе капитальных затрат сумма равна 4,300 млн руб.

Расчеты из табл. 2 показывают, что аварии на газопроводах (637 млн руб.) обходятся значительно дороже, чем на нефтепроводах (437 млн руб.), в основном из-за более высоких экологических штрафов (300 млн против 140 млн руб.) и потерь продукта. При этом капитальные затраты на ремонт и рекультивацию для обоих типов трубопроводов одинаковы (257 млн руб.), тогда как эксплуатационные расходы на газопроводах вдвое выше (380 млн против 180 млн руб.). Наибольшую долю в затратах составляют экологические платежи (32 % для нефти и 47 % для газа) и потери продукта, что указывает на необходимость разработки технологии с возможностью безаварийной работы при эксплуатации нефтегазопроводов в условиях морозного пучения грунтов, сохраняющей устойчивость, особенно для газопроводов.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Таблица 1

Исходные данные за один год с учетом цены обслуживания в некоторых случаях раз в три года для расчета показателей экономической эффективности разработанной технологии за 10 лет (оценка авторов)

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Стоимость всего, руб.
Затраты при использовании традиционной опоры			
Винтовые сваи	4 шт.	50 000	200 000
Опора	2 шт.	200 000	400 000
Установка (техника и люди)	7 д, 10 чел.	—	2 млн
Ежегодное обслуживание	1/4 д, 2 чел.	—	25 000
Ремонт	7 д, 10 чел.	—	2 000 000
<i>Итого</i>			4 625 000
Затраты при использовании разработанной опоры			
Винтовые сваи	4 шт.	50 000	200 000
Опора	2 шт.	200 000	400 000
Железобетонный клин опоры	4 шт.	100 000	400 000
Пружинный блок (демпфер)	8 шт.	100 000	800 000
Установка (техника и люди)	10 д, 10 чел.	—	2 500 000
Обслуживание один раз в три года	1/4 д, 2 чел.	—	25 000
<i>Итого</i>			4 325 000
Затраты при использовании опор с термостабилизаторами			
Затраты на традиционную опору (включая ремонт)	—	—	4 625 000
Ежегодное обслуживание	1/4 д, 2 чел	—	50 000
Термостабилизатор (включая работу и технику)	4 шт.	200 000	800 000
Ежегодное обслуживание	1/4 д, 2 чел	—	20 000
Ремонт (один раз в два года)	3 д, 5 чел	—	800 000 (400 000)
<i>Итого</i>			5 895 000

Таблица 2

Затраты при авариях на протяжении 10 лет для нефтепровода и газопровода (авторская оценка)

Наименование	Стоимость, млн руб.
На участке нефтепровода (1 220 мм, 44 м)	
Капитальные затраты	
Ремонт участка трубопровода	122
Рекультивация загрязненных земель	135
Эксплуатационные затраты	
Потери нефти с учетом простоя (450 м ³)	20
Затраты на ликвидацию последствий аварии	20
Экологические штрафы и компенсации	140
<i>Итого</i>	437
На участке газопровода (1 420 мм, 60 м)	
Капитальные затраты	
Ремонт участка трубопровода	122
Рекультивация земель при пожаре	135
Эксплуатационные затраты	
Потери газа с учетом простоя (10 млн. куб.)	50
Затраты на ликвидацию последствий аварии	30
Экологические штрафы и компенсации	300
<i>Итого</i>	637

Результаты

Представлены результаты моделирования напряжений на газопроводе при воздействии усилий от морозного пучения, вызванные отрицательными температурами грунта (рис. 6).

Обнаружено, что изгибающие напряжения на газопроводе с разработанной опорой снижаются в 10 раз.

Также определены качественные показатели эффективности применения инновационной технологии строительства надземных магистральных трубопроводов в отличие от строительства традиционных опор в Арктической зоне.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

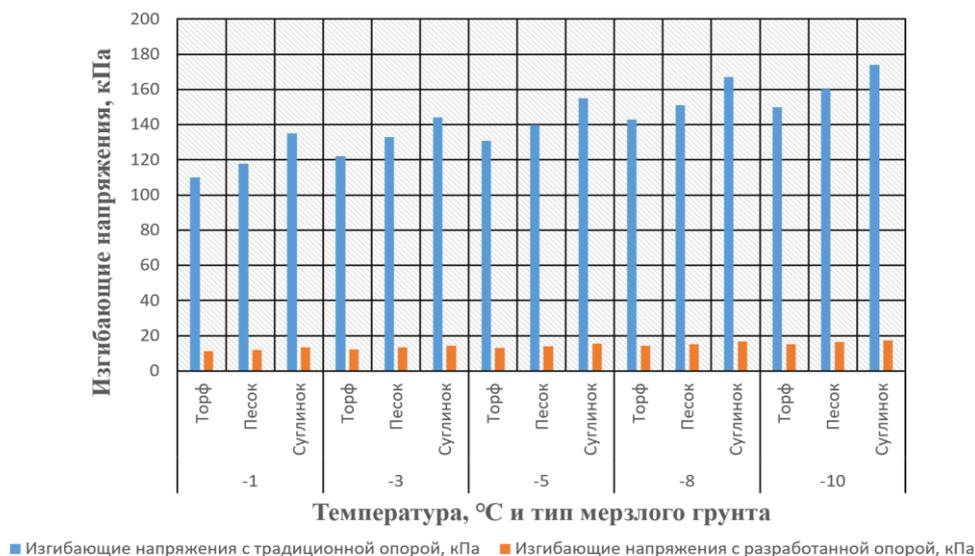


Рис. 6. Диаграмма напряжений на газопроводе диаметром 1 420 мм, толщина стенки 19 мм, длина пролета 60 м, нагрузка трубопровода 590 кН, рабочее давление 7,5 МПа

В таблице 3 представлены результаты расчетов ключевых показателей надежности для традиционных и инновационных опорных конструкций трубопровода за десятилетний период эксплуатации. Проведенный анализ данных демонстрирует, что применение разработанных опор приводит к снижению риска отказа на 27,4 %, что количественно соответствует разнице значений функции риска $R(t)$ между сравниваемыми типами конструкций на десятилетнем временном горизонте.

Важно подчеркнуть, что указанное снижение вероятности отказа на 27,4 % является следствием уменьшения накопленного риска $R(t)$, рассчитанного для десятого года эксплуатации. Этот интегральный показатель учитывает как временную динамику отказов, так и их экономические последствия, что обеспечивает комплексную оценку эффективности новых конструкций.

Таким образом, представленные данные убедительно свидетельствуют о значительном (27,4 %) снижении эксплуатационных рисков при использовании разработанных опорных конструкций по сравнению с традиционными аналогами в долгосрочной перспективе.

Представленные результаты расчета вероятности отказов $\mu(t)$, вероятности безотказной работы $P(t)$, коэффициента дисконтирования $K(t)$, а также показателей $q(t)$, $q(t) \cdot K(t)$ и накопленного риска $R(t)$ для традиционных и разработанных опор являются авторским расчетом, основанным на оригинальной методике оценки надежности и экономической эффективности, что составляет научную новизну исследования, демонстрирующего значительное снижение рисков и повышение долговечности

инновационных конструкций по сравнению с традиционными аналогами.

По результатам расчета выявлено, что надежность трубопровода при применении разработанных опор увеличилась на 48,0 %, а вероятность отказа снизилась на 27,4 %.

Для комплексной оценки перспектив и рисков внедрения инновационной технологии проводится SWOT-анализ (табл. 4).

По итогам SWOT-анализа выявлены возможности для применения инновационной технологии строительства надземных магистральных трубопроводов в Арктической зоне РФ: 1) для противодействия угрозам применения инновационной технологии в строительстве нефтегазопроводов следует продвигать новую технологию для появления спроса на рынке; 2) необходима обязательная сертификация технологии, что повысит конкурентоспособность товара на внутреннем и международном рынках. Также наличие сертификата качества повысит привлекательность инновационной технологии на рынке нефтегазового оборудования.

Для объективной оценки экономической целесообразности проекта внедрения инновационной технологии в строительство надземных магистральных газопроводов и нефтепроводов производится расчет чистой приведенной стоимости (NPV) (табл. 5, 6):

$NPV = 7,77$ млн руб. (проект рентабелен);

дисконтированный срок окупаемости = 1,36 года;

$PI = 2,85$ (на каждый рубль вложенных средств доход составит 2,85 рубля, что говорит об экономической целесообразности применения предлагаемой опорной конструкции).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

NPV = 12,69 млн руб. (проект рентабелен);

дисконтированный срок окупаемости = 0,96 года;

PI = 4,02 (на каждый рубль вложенных средств доход составит 4,02 рубля, что говорит об экономической целесообразности применения предлагаемой опорной конструкции).

Снижение эксплуатационных затрат — это дисконтированная годовая экономия, рассчитанная на основе прямого сравнения затрат (ремонт, обслуживание) и снижения вероятности аварий (27,4 %).

Анализ результатов расчета:

NPV

Проект для нефтепроводов (12,60 млн руб.) выгоднее, чем для газопроводов (7,77 млн руб.), на 4,83 млн руб. Это связано с более высоким ежегодным снижением эксплуатационных затрат (5,767 млн руб. против 4,087 млн руб.).

Срок окупаемости (DPP)

Нефтепроводы окупаются быстрее (~1 год) благодаря большим денежным потокам. Для газопроводов срок окупаемости чуть дольше (1,36 года), но все равно приемлемый.

Индекс прибыльности (PI)

PI нефтепроводов (3,93) > PI газопроводов (2,85), это означает, что каждый вложенный рубль в нефтепроводы приносит почти 4 рубля дохода, тогда как в газопроводах — 2,85 рубля.

Таким образом, инновационная опора не только снижает риски аварий (как показано в таблицах), но и обеспечивает максимальную экономическую эффективность, что делает ее предпочтительным выбором для долгосрочных проектов.

Таблица 3

Результаты расчета (авторская оценка)

Время, лет	$\mu(t)$	$P(t)$	$K(t)$	$q(t)$	$q(t) \cdot K(t)$	$R(t)$
Традиционные опоры						
0	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
1	0,080	0,923	0,909	0,077	0,070	0,070
2	0,160	0,852	0,826	0,071	0,059	0,129
3	0,240	0,787	0,751	0,065	0,049	0,178
4	0,320	0,726	0,683	0,061	0,042	0,220
5	0,400	0,670	0,621	0,056	0,035	0,255
6	0,480	0,619	0,564	0,051	0,029	0,284
7	0,560	0,571	0,513	0,048	0,025	0,309
8	0,640	0,527	0,467	0,044	0,021	0,330
9	0,720	0,487	0,424	0,040	0,017	0,347
10	0,800	0,449	0,386	0,038	0,015	0,362
Разработанные опоры						
0	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
1	0,0152	0,985	0,909	0,015	0,014	0,014
2	0,0304	0,970	0,826	0,015	0,012	0,026
3	0,0456	0,955	0,751	0,015	0,011	0,037
4	0,0608	0,941	0,683	0,014	0,010	0,047
5	0,0760	0,927	0,621	0,014	0,009	0,056
6	0,0912	0,913	0,564	0,014	0,008	0,064
7	0,1064	0,899	0,513	0,014	0,007	0,071
8	0,1216	0,886	0,467	0,013	0,006	0,077
9	0,1368	0,872	0,424	0,013	0,006	0,083
10	0,1520	0,859	0,386	0,013	0,005	0,088

Примечание. $\mu(t)$ — математическое ожидание числа выбросов за время t , равное сумме выбросов от действия вертикальной и горизонтальной нагрузки за каждый год в интервале времени от 0 до t ; $P(t)$ — функция надежности опорной конструкции; $K(t)$ — коэффициент, учитывающий время отказа; $q(k)$ — плотность отказа в k -й год; произведение $q(t) \cdot K(t)$ требуется для расчета цены риска; $R(t)$ — функция риска (отказа).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Таблица 4

SWOT-анализ применения инновационной технологии

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Конструкция обеспечивает устойчивость опор даже в условиях сильного пучения грунта 2. Снижение вероятности аварий из-за морозного пучения 3. Использование современных технологий увеличивает срок службы трубопроводов 4. Снижение затрат на ремонт и обслуживание трубопровода 5. Предотвращение аварий снижает риск утечек нефти или газа, что минимизирует вред для окружающей среды и снижает экономический ущерб 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка и установка новой конструкции могут быть дорогостоящими 2. Для установки новых опор потребуется квалифицированный персонал 3. Технология недостаточно протестирована в реальных условиях 4. Некачественные материалы могут снизить эффективность конструкции 5. Отсутствие прототипа научной разработки
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Технология может быть востребована в регионах с суровыми климатическими условиями (Арктическая зона) 2. Возможность получения грантов или субсидий на внедрение инновационных технологий 3. Сотрудничество с нефтегазовыми компаниями для тестирования и внедрения технологии 4. Возможность выхода на международные рынки, где актуальны проблемы морозного пучения грунта 5. В условиях санкционного периода данная технология станет импортозамещающей 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие альтернативных технологий или решений для борьбы с морозным пучением 2. Введение дополнительных технических требований заказчика к модели 3. Сложности с получением необходимых сертификатов и разрешений 4. Снижение инвестиций в нефтегазовую отрасль из-за экономической нестабильности 5. Непредсказуемые изменения климата могут повлиять на эффективность технологии

Таблица 5

Расчет NPV использования инновационной технологии в строительстве надземных магистральных газопроводов (авторская оценка)

Параметр	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Снижение эксплуатационных затрат, млн руб.	0	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087
Капитальные затраты на устройство, млн руб.	-4,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Чистый поток денежных средств, млн руб.	-4,300	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087	4,087
Коэффициент дисконтирования, дол. ед.	1	0,7576	0,5739	0,4348	0,3294	0,2495	0,1890	0,1432	0,1085	0,0822	0,0623
Дисконтированный денежный поток, млн руб.	-4,300	3,096	2,345	1,777	1,346	1,020	0,773	0,585	0,443	0,336	0,255
Накопленный дисконтированный поток денежных средств, млн руб.	-4,300	-1,112	1,233	3,010	4,356	5,376	6,149	6,734	7,177	7,513	7,768

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Таблица 6

Расчет NPV использования инновационной технологии
в строительстве надземных магистральных нефтепроводов (авторская оценка)

Параметр	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Снижение эксплуатационных затрат, млн руб.	0	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767
Капитальные затраты на устройство, млн руб.	-4,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Чистый поток денежных средств, млн руб.	-4,300	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767	5,767
Коэффициент дисконтирования, дол. ед.	1	0,7576	0,5739	0,4348	0,3294	0,2495	0,1890	0,1432	0,1085	0,0822	0,0623
Дисконтированный денежный поток, млн руб.	-4,300	4,369	3,31	2,507	1,9	1,439	1,09	0,826	0,626	0,474	0,359
Накопленный дисконтированный поток денежных средств, млн руб.	-4,300	0,069	3,379	5,886	7,786	9,225	10,315	11,141	11,767	12,241	12,600

Выводы

Настоящее исследование позволило выявить ключевые причины аварийности магистральных трубопроводов в Арктической зоне, связанные с морозным пучением грунтов. Показано, что нагрузки на трубопроводе, возникающие при морозном пучении грунта, напрямую зависят от процессов морозного пучения, что позволяет спрогнозировать рост или падение опасных нагрузок.

Представлено принципиально новое техническое решение в виде опорной конструкции при строительстве надземного магистрального трубопровода, включающей в себя армированный железобетонный клин с демпферным элементом, позволяющий сохранить проектное положение трубопроводов. Расчеты и численное моделирование убедительно доказали эффективность разработанной технологии: зафиксировано десятикратное снижение напряжений в трубопроводе и увеличение общей надежности системы на 48 % при полном сохранении проектного положения трубопровода. Полученные результаты служат веским техническим обоснованием для внедрения предложенного решения, так как оно обеспечивает: надежную защиту от деформационных воздействий, вызванных морозным пучением грунтов; кардинальное повышение эксплуатационной безопасности магистральных трубопроводных систем; стабильную работу в осложненных климатических условиях Арктической зоны.

SWOT-анализ выявил значительный импортозамещающий потенциал разработанной технологии в условиях санкционного давления, а также перспективы применения в арктических проектах при одновременном снижении экологических рисков. Для успешной реализации технологии требуются дальнейшие шаги по проведению полевых испытаний, разработке нормативной базы и сертификации решения. Полученные результаты полностью соответствуют поставленным исследовательским задачам и подтверждают как техническую осуществимость, так и экономическую целесообразность предлагаемого инновационного подхода к строительству трубопроводов в осложненных климатических условиях Арктической зоны.

Экономическая эффективность предложенного решения подтверждена технико-экономическими расчетами и обеспечивается за счет комплексного эффекта: снижения затрат на обслуживание, увеличения межремонтного периода и сокращения аварийных простоев. Годовая экономия от применения новых опорных конструкций в ходе эксплуатации существенно повышает рентабельность проектов нефтегазового комплекса Арктической зоны РФ.

Данный технологический подход демонстрирует принципиально новый уровень защиты трубопроводной инфраструктуры в осложненных климатических условиях Арктической зоны, что

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

особенно актуально для реализации крупных инфраструктурных проектов Российской Федерации.

Перспективы дальнейших исследований включают: проведение полномасштабных натурных испытаний в различных климатических зонах, оптимизацию конструкции для разных типов грунтов и диаметров трубопроводов, разработку

нормативной базы и стандартов применения, создание цифровых двойников для мониторинга состояния опор в реальном времени. Реализация этих направлений позволит создать универсальное решение для обеспечения надежности трубопроводных систем в экстремальных условиях Арктической зоны РФ.

Список источников

1. Wong P. K. Thevaragavan M. Lateral Deformation and Stability of Embankments Supported on Controlled Modulus Columns // International Conference on Ground Improvement & Ground Control. Publ. 2012. P. 1–6. DOI:10.3850/978-981-07-3559-3_02-0226.
2. Иванова М. В., Фёдорова О. А. Возможности транспортировки арктической нефти на НПЗ Республики Башкортостан // Арктика и Север. 2023. № 53. P. 62–78. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.53.62.
3. Казакова Т. И. Оценка техногенного влияния на многолетнемерзлые грунты при эксплуатации магистральных газопроводов // Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность: тезисы докладов. X Молодежная международная научно-практическая конференция, п. Развилка, 24–26 мая 2022 года. Развилка: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГАЗ», 2022. С. 115.
4. Основания и фундаменты сооружений на вечномёрзлых грунтах: учеб.-метод. пособие для решения задач / С. А. Кудрявцев, Т. Ю. Вальцева, А. В. Кажарский [и др.]. 2-е изд. доп. и перераб. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015. 43 с.
5. Невская М. А., Беляев В. В., Пастернак С. Н., Виноградова В. В., Шагидулина Д. И. Оценка потенциального ущерба почвам от аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории Арктического региона // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2024. № 3. С. 107–122. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2024.85.007.
6. Гаррис Н. А., Полетаева О. Ю., Бакиев Т. А. Проблемы трубопроводного транспорта углеводородов в условиях мерзлоты и пути их решения // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2020. № 3. С. 64–67. DOI: 10.24411/0131-4270-2020-10311.
7. Гаррис Н. А., Русаков А. И. Учет степени техногенного воздействия подземных трубопроводов на теплопроводность вмещающих мерзлых грунтов // Нефтегазовое дело. 2020. Т. 18, № 6. С. 99–106. DOI: 10.17122/ngdelo-2020-6-99-106.
8. He Ruixia. Permafrost and cold-region environmental problems of the oil product pipeline from Golmud to Lhasa on the Qinghai-Tibet Plateau and their mitigation // Cold Regions Science and Technology. 2014. Vol. 64. P. 279–288. DOI: 10.1016/j.coldregions.2010.01.003.
9. Shakeel M., Ng C. W. W. Settlement and load transfer mechanism of a pile group adjacent to a deep excavation in soft clay // Computers and Geotechnics. 2018. Vol. 96. P. 55–72. DOI: 10.1016/j.compgeo.2017.10.010.
10. Comparison of Coupled Flow-Deformation and Drained Analyses for Road Embankments on CMC Improved Ground / H. Mahdavi, B. Fatahi, H. Khabbaz, P. Vincent, R. Kelly // Procedia Engineering. 2016. Vol. 143. P. 462–469. DOI:10.1016/j.proeng.2016.06.058.
11. Nguyen L. D., Fatahi B., Khabbaz H. A constitutive model for cemented clays capturing cementation degradation // International Journal of Plasticity. 2014. Vol. 56. P. 1–18. DOI: 10.1016/J.IJPLAS.2014.01.007.
12. Suebsuk J., Horpibulsuk S., Liu D. Modified Structured Cam Clay: A generalised critical state model for destructured, naturally structured and artificially structured clays // Computers and Geotechnics. 2010. Vol. 37 (7). P. 956–968. DOI: 10.1016/j.compgeo.2010.08.002.
13. Способ защиты несущей конструкции наземного магистрального трубопровода от воздействия сил морозного пучения: пат. № 2785329 Российская Федерация, С1; заявл. 20.09.2022; опубл. 06.12.2022, Бюл. № 34. 24 с.
14. Шамилов Х. Ш. Повышение эксплуатационной надежности подземных магистральных газопроводов в условиях островного распространения мерзлых грунтов: дис. ... канд. тех. наук. Уфа, 2022. 129 с.
15. Шамилов Х. Ш., Каримов Р. М., Гумеров А. К., Валеев А. Р., Ташбулатов Р. Р. Оптимизация проектных решений при прокладке магистральных трубопроводов в условиях островной и прерывистой мерзлоты // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. № 11 (2). С. 136–144. DOI: 10.28999/2541-9595-2021-11-2-136-144.
16. Sensitivity Analysis of Pipe-Soil Interaction Influencing Factors under Frost Heaving / L. Huang, Y. Sheng, L. Chen, E. Peng, X. Huang, X. Zhang // Atmosphere. 2023. № 14 (3). P. 1–19. DOI: 10.3390/atmos14030469.
17. Батыров А. М. Разработка опорных конструкций надземных магистральных трубопроводов, снижающих влияние морозного пучения грунта: дис. ... канд. тех. наук. СПб., 2024. 128 с.
18. Study of the effect of cutting frozen soils on the supports of above-ground trunk pipelines / I. A. Shammazov, A. M. Batyrov, D. I. Sidorkin, T. Van Nguyen // Applied Sciences. 2023. Vol. 13 (5). P. 1–18. DOI: 10.3390/app13053139.
19. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов: учеб. пособие. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 448 с.
20. СП 25.13330.2020. Свод правил. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. М.: Минстрой России, 2020. 141 с.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

21. Andersland O. B., Ladanyi B. *Frozen Ground Engineering* // Wiley. USA; Binding: Hardcover, 2003. P. 384.
22. Вялов С. С. Реология мерзлых грунтов / под ред. В. Н. Разбегина. М.: Изд. Стройиздат, 2000. 464 с.
23. Хрусталева Л. Н., Чербунина М. Ю. Методика оценки надежности магистральных трубопроводов // Криосфера Земли. 2010. С. 69–76.
24. Рудаченко А. В., Байкин С. С. Эксплуатационная надежность трубопроводных систем: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. С. 54–55.
25. Сербин Д. В., Буслаев Г. В., Лаврик А. Ю., Кадочников В. Г., Дмитриев А. Н. Исследование взаимодействия заливочной жидкости и озерной воды при вскрытии подледникового озера Восток в Антарктиде // Записки Горного института. 2025. Т. 273. С. 136–146. EDN NLWJEQ.
26. Ермаков Б. С., Ермаков С. Б., Вологжанина С. А., Хузнахметов Р. М. Взаимосвязь между условиями эксплуатации и появлением нано- и ультрадисперсных дефектов границ зерен в сварных соединениях // Цветные металлы. 2023. № 8. С. 80–85. doi: 10.17580/tsm.2023.08.13.
27. Постановление Правительства РФ от 22 ноября 1997 г. № 1470 «Об утверждении Порядка предоставления государственных гарантий на конкурсной основе за счет средств Бюджета развития Российской Федерации и Положения об оценке эффективности инвестиционных проектов» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 48. Ст. 5429.
28. Ключевая ставка Банка России // Банк России: сайт. URL: https://www.cbr.ru/hd_base/keyrate/ (дата обращения: 25.03.2025).
29. Ключевая ставка Банка России и инфляция // Банк России: сайт. URL: https://www.cbr.ru/hd_base/inf/#:~:text= (дата обращения: 25.03.2025).
30. В Якутии на нефтепроводе ВСТО произошел разлив нефтепродуктов. URL: <https://newdaynews.ru/fareast/266225.html> (дата обращения: 25.03.2025).
31. Началось расследование причин взрыва на газопроводе «Уренгой — Петровск» (Пермская область). URL: <https://regnum.ru/news/170120?ysclid=m8sjizly2j803667149> (дата обращения: 25.03.2025).
32. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы: Сборник Е5-22. М., [б. и.], [б. г.]. (ЕНиР).
33. РД 39-00147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. Уфа: ИПТЭР, 1997. 160 с.
34. РД 153-39.4-114.01. Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах. М.: Минэнерго, 2001. 115 с.
35. РД 51-4.2.-003-97. Методические рекомендации по расчетам конструктивной надежности магистральных газопроводов. М.: ПАО Газпром, 1997. 90 с.

References

1. Wong P. K., Thevaragavan M. Lateral deformation and stability of embankments supported on controlled modulus columns. *International Conference on Ground Improvement & Ground Control*. 2012, pp. 1–6. DOI:10.3850/978-981-07-3559-3_02-0226.
2. Ivanova M. V., Fedorova O. A. Vozmozhnosti transportirovki arkticheskoi nefi na NPZ Respubliki Bashkortostan [Possibilities of Arctic oil transportation to the refineries of the Republic of Bashkortostan]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, No. 53, pp. 62–78. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.53.62.
3. Kazakova T. I. Otsenka tekhnogenogo vliyaniya na mnogoletnemerzlye grunty pri ekspluatatsii magistral'nykh gazoprovodov [Assessment of the anthropogenic impact on permafrost soils during the operation of main gas pipelines]. *Novye tekhnologii v gazovoi otrasli: opyt i preemstvennost': tezisy dokladov* [New Technologies in the Gas Industry: Experience and Continuity: Conference Proceedings], 2022, p. 115. (In Russ.).
4. Kudryavtsev S. A., Valtseva T. Y., Kazharsky A. V. et al. *Structure foundations for permafrost soils*. Khabarovsk, DVGUPS Publishing House, 2015, 43 p. (In Russ.).
5. Nevskaya M. A., Belyaev V. V., Pasternak S. N., Vinogradova V. V., Shagidulina D. I. Otsenka potentsial'nogo ushcherba pochvam ot avariinykh razlivov nefi i nefteproduktov na territorii Arkticheskogo regiona [Accidental oil spills in the Arctic: An assessment of potential soil damage]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2024, No. 3, pp. 107–122. (In Russ.). DOI: 10.37614/2220-802X.3.2024.85.007.
6. Garris N. A., Poletaeva O. Y., Bakiev T. A. Problemy truboprovodnogo transporta uglevodorodov v usloviyakh merzloty i puti ikh resheniya [Problems of pipeline hydrocarbons in permafrost conditions and ways of their solution]. *Transport i khranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ya* [Transport and Storage of Oil Products and Hydrocarbons], 2020, no. 3, pp. 64–67. (In Russ.). DOI: 10.24411/0131-4270-2020-10311.
7. Garris N. A., Rusakov A. I. Uchet stepeni tekhnogenogo vozdeistviya podzemnykh truboprovodov na teploprovodnost' vmeshchayushchikh merzlykh grunтов [The effect of underground pipeline technogenic impact on frozen soil thermal conductivity coefficient]. *Neftegazovoe delo* [Petroleum Engineering], 2020, Vol. 18, No. 6, pp. 99–106. (In Russ.). DOI: 10.17122/ngdelo-2020-6-99-106.

8. He R. Permafrost and cold-region environmental problems of the oil product pipeline from Golmud to Lhasa on the Qinghai–Tibet Plateau and their mitigation. *Cold Regions Science and Technology*, 2014, Vol. 64, pp. 279–288. DOI: 10.1016/j.coldregions.2010.01.003.
9. Shakeel M., Ng C. W. Settlement and load transfer mechanism of a pile group adjacent to a deep excavation in soft clay. *Computers and Geotechnics*, 2018, Vol. 96, pp. 55–72. DOI: 10.1016/j.compgeo.2017.10.010.
10. Mahdavi H., Fatahi B., Khabbaz H., Vincent P., Kelly R. Comparison of coupled flow-deformation and drained analyses for road embankments on CMC improved ground. *Procedia Engineering*, 2016, Vol. 143, pp. 462–469. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.06.058.
11. Nguyen L. D., Fatahi B., Khabbaz H. A constitutive model for cemented clays capturing cementation degradation. *International Journal of Plasticity*, 2014, Vol. 56, pp. 1–18. DOI: 10.1016/J.IJPLAS.2014.01.007.
12. Suebsuk J., Horpibulsuk S., Liu D. Modified structured cam clay: A generalised critical state model for destructured, naturally structured and artificially structured clays. *Computers and Geotechnics*, 2010, Vol. 37 (7), pp. 956–968. DOI: 10.1016/j.compgeo.2010.08.002.
13. Method for protecting the bearing support structure of above-ground main pipeline from the impact of the forces of frosty heaving of soil: Patent No. RU2785329C1; filed September 20, 2022, issued December 6, 2022. (In Russ.).
14. Shamilov Kh. Sh. Povysheniye ekspluatatsionnoi nadezhnosti podzemnykh magistral'nykh gazoprovodov v usloviyakh ostrovnogo rasprostraneniya merzlykh gruntov: dis. kand. tech. nauk [Improving the operational reliability of underground gas pipelines in the conditions of insular permafrost. A PhD thesis (Engineering)]. Ufa, 2022, 129 p. (In Russ.).
15. Shamilov Kh. Sh., Karimov R. M., Gumerov A. K., Valeev A. R., Tashbulatov R. R. [Optimization of design solutions for main pipeline projects in conditions of island and intermittent permafrost]. *Nauka i tekhnologii truboprovodnogo transporta nefi i nefteproduktov* [Science & Technologies: Oil and Oil Products Pipeline Transportation], 2021, No. 11 (2), pp. 136–144. DOI: 10.28999/2541-9595-2021-11-2-136-144.
16. Huang L., Sheng Y., Chen L., Peng E., Huang X., Zhang X. Sensitivity analysis of pipe–soil interaction influencing factors under frost heaving. *Atmosphere*, 2023, No. 14 (3), pp. 1–19. DOI: 10.3390/atmos14030469.
17. Batyrov A. M. Razrabotka opornykh konstruksii nadzemnykh magistral'nykh truboprovodov, snizhayushchikh vliyaniye moroznogo pucheniya grunta: dis. kand. tech. nauk [Development of support structures for aboveground trunk pipelines that reduce the impact of ground frost heave. A PhD thesis (Engineering)]. Saint Petersburg, 2024, 128 p. (In Russ.).
18. Shammazov I. A., Batyrov A. M., Sidorkin D. I., Van Nguyen T. Study of the effect of cutting frozen soils on the supports of above-ground trunk pipelines. *Applied Sciences*, 2023, Vol. 13 (5), pp. 1–18. DOI: 10.3390/app13053139.
19. Tsytoich N. A. Mekhanika merzlykh gruntov [Permafrost mechanics]. Moscow, LIBROKOM, 2010, 448 p. (In Russ.).
20. SP 25.13330.2020. Svod pravil. Osnovaniya i fundamente na vechnomerzlykh gruntakh [SP 25.13330.2020. Soil bases and foundations on permafrost soils]. Moscow, Ministry of Construction, 2020, 141 p. (In Russ.).
21. Andersland O. B., Ladanyi B. *Frozen ground engineering*. Wiley, 2003, p. 384.
22. Vyalov S. S. *Rheology of frozen soils*. Moscow, Stroyizdat, 2000, 464 p. (In Russ.).
23. Khrustalev L. N., Cherbunina M. Yu. Metodika otsenki nadezhnosti magistral'nykh truboprovodov [Methods of estimation of the reliability of oil-trunk pipelines]. *Kriosfera Zemli* [Earth's Cryosphere], 2010, pp. 69–76. (In Russ.).
24. Rudachenko A. V., Baykin S. S. Ekspluatatsionnaya nadezhnost' truboprovodnykh sistem [Operational reliability of pipeline systems]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2008, pp. 54–55. (In Russ.).
25. Serbin D. V., Buslaev G. V., Lavrik A. Yu., Kadochnikov V. G., Dmitriev A. N. Issledovanie vzaimodeistviya zalivochnoi zhidkosti i ozernoi vody pri vskrytii podlednikovogo ozera Vostok v Antarktide [Study of the interaction between the drilling fluid and lake water during the opening of the subglacial Lake Vostok in Antarctica]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2025, Vol. 273, pp. 136–146. EDN NLWJEQ. (In Russ.).
26. Ermakov B. S., Ermakov S. B., Vologzhanina S. A., Khuznakhmetov R. M. Vzaimosvyaz' mezhdou usloviyami ekspluatatsii i poyavleniem nano- i ul'tradispersnykh defektov granits zeren v svarynykh soedineniyakh [Relationship between operating conditions and the emergence of nano- and ultradispersed grain boundary defects in weld joints]. *Tsvetnye metally* [Non-ferrous Metals], 2023, No. 8, pp. 80–85. doi: 10.17580/tsm.2023.08.13. (In Russ.).
27. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 22 noyabrya 1997 g. № 1470 "Ob utverzhdenii Poryadka predostavleniya gosudarstvennykh garantii na konkursnoi osnove za schet sredstv Byudzheta razvitiya Rossiiskoi Federatsii i Polozheniya ob otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov" [Resolution of the Government of the Russian Federation of November 22, 1997, No. 1470. (In Russ.).
28. The key rate of the Bank of Russia. Available at: https://www.cbr.ru/hd_base/keyrate/ (accessed March 25, 2025).
29. The key rate of the Bank of Russia and inflation. Available at: https://www.cbr.ru/hd_base/inf/#:~:text= (accessed March 25, 2025).
30. V Yakutii na nefteprovode VSTO proizoshel razliv nefteproduktov [In Yakutia, a spill of petroleum products occurred on the ESPO oil pipeline]. (In Russ.). Available at: <https://newdaynews.ru/foreast / 266225.html> (accessed March 25, 2025).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

31. Nachalos' rassledovanie prichin vzryva na gazoprovode "Urengoi — Petrovsk" (Permskaya oblast') [An investigation has begun into the causes of the explosion on the Urengoy–Petrovsk gas pipeline (Perm region)]. (In Russ.). Available at: <https://regnum.ru/news/170120?ysclid=m8sjizly2j803667149> (accessed March 25, 2025).
32. Edinye normy i rastsenki na stroitel'nye, montazhnye i remontno-stroitel'nye raboty: Sbornik E5-22 [Uniform norms and prices for construction, installation and repair and construction work: Collection E5-22]. Moscow, ENiR. (In Russ.).
33. RD 39-00147105-006-97. Instruktsiya po rekul'tivatsii zemel', narushennykh i zagryznennykh pri avariinom i kapital'nom remonte magistral'nykh nefteprovodov [RD 39-00147105-006-97. Instructions for the reclamation of lands disturbed and polluted during emergency and major repairs of main oil pipelines]. Ufa, IPTER, 1997, 160 p. (In Russ.).
34. RD 153-39.4-114.01. Pravila likvidatsii avarii i povrezhdenii na magistral'nykh nefteprovodakh [RD 153-39.4-114.01. Rules for the elimination of accidents and damages on main oil pipelines]. Moscow, Ministry of Energy, 2001, 115 p. (In Russ.).
35. RD 51-4.2.-003-97. Metodicheskie rekomendatsii po raschetam konstruktivnoi nadezhnosti magistral'nykh gazoprovodov [RD 51-4.2.-003-97. Methodological recommendations on calculations of structural reliability of main gas pipelines]. Moscow, RAO Gazprom, 1997, 90 p. (In Russ.).

Об авторах:

А. М. Батыров — канд. техн. наук, доц. Высшей нефтяной школы;

А. А. Ильинский — докт. экон. наук, проф. Высшей школы производственного менеджмента;

А. А. Красников — ассистент кафедры транспорта и хранения нефти и газа.

About the authors:

A. M. Batyrov — PhD (Engineering), Associate Professor, Higher Oil School;

A. A. Ilyinsky — DSc (Economics), Professor in the Higher School of Production Management;

A. A. Krasnikov — Instructor in the Department of Oil and Gas Transportation and Storage.

Статья поступила в редакцию 31 мая 2025 года.

Статья принята к публикации 24 августа 2025 года.

The article was submitted on May 31, 2025.

Accepted for publication on August 24, 2025.

Научная статья

УДК 338.24

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.012

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АРКТИКИ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ АТРИБУТНЫХ ГРАФОВ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВНИМАНИЯ**Сергей Константинович Антипов¹, Алексей Васильевич Белошицкий², Алиса Сергеевна Дубгорн³, Игорь Васильевич Ильин⁴, Анастасия Ивановна Лёвина⁵**^{1, 3, 4, 5} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия² Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия¹ antipov_sk@spbstu.ru, ORCID 0000-0001-7593-9483² bel@bngf.ru, ORCID 0000-0001-6586-3884³ dubgorn@spbstu.ru, ORCID 0000-0002-5012-0831⁴ igor.ilin@spbstu.ru, ORCID 0000-0003-2981-0624⁵ levina_ai@spbstu.ru, ORCID 0000-0002-4822-6768

Аннотация. Технологическое развитие арктических регионов Российской Федерации является ключевым фактором обеспечения национальной безопасности, устойчивого освоения природных ресурсов и укрепления суверенитета в условиях экстремальных климатических и географических вызовов. Несмотря на значительные государственные инвестиции, эффективность реализуемых федеральных программ остается недостаточно просматриваемой, а их влияние на технологические результаты — слабо количественно обоснованным. Существующие подходы, основанные на агрегированных индексах и экспертных оценках, не позволяют выявить, какие именно инициативы формируют технологическую трансформацию и почему одни регионы демонстрируют высокую инновационную активность, а другие — нет. В данной работе перед авторами стояла цель разработки интерпретируемой модели, способной установить причинно-следственные связи между федеральными программами и технологическими индикаторами развития. Новизна исследования заключается в предложении новой модели MASGN-TT — семантического графового нейросетевого подхода с механизмом многокритериального внимания, впервые примененного в российском контексте для анализа технологического развития Арктики. Модель позволяет не только оценивать степень влияния программ, но и визуализировать их воздействие на конкретные технологические сферы — от цифровой инфраструктуры до экологического мониторинга. Результаты показывают, что два ключевых направления государственной политики — цифровая трансформация и экологический мониторинг — являются доминирующими драйверами технологического роста, тогда как другие программы, несмотря на высокие бюджетные вложения, демонстрируют ограниченную отдачу. Выявлен системный разрыв между подготовкой кадров и их практическим внедрением в технологические процессы. Эффективность технологического развития в Арктике определяется скорее не объемом финансирования, а структурой программно-воздействия. Предложенная модель предоставляет инструмент для доказательной оценки государственных программ, обеспечивающий прозрачность, воспроизводимость и адаптацию к управленческим решениям. Это открывает путь к целенаправленной политике технологического развития, ориентированной на максимальный системный эффект.

Ключевые слова: технологическое развитие, АЗРФ, федеральные программы, механизм внимания, интерпретируемое ИИ
Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-78-10190, <https://rscf.ru/project/23-78-10190/>.

Для цитирования: Анализ технологического развития Арктики на основе семантических атрибутивных графов и многокритериального внимания / С. К. Антипов [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 182–192. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.012.

Original article

ANALYSIS OF THE ARCTIC'S TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT BASED ON SEMANTIC ATTRIBUTE GRAPHS AND MULTI-CRITERIA ATTENTION**Sergey K. Antipov¹, Alexey V. Beloshitsky², Alissa S. Dubgorn³, Igor V. Ilyin⁴, Anastasia I. Levina⁵**^{1, 3, 4, 5} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia² Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia¹ antipov_sk@spbstu.ru, ORCID 0000-0001-7593-9483² bel@bngf.ru, ORCID 0000-0001-6586-3884³ dubgorn@spbstu.ru, ORCID 0000-0002-5012-0831

⁴igor.ilin@spbstu.ru, ORCID 0000-0003-2981-0624

⁵levina_ai@spbstu.ru, ORCID 0000-0002-4822-6768

Abstract. The technological development of the Russian Arctic is a key factor in ensuring national security, enabling the sustainable exploration of natural resources, and strengthening sovereignty in the face of extreme climatic and geographic challenges. Despite significant public investment, the effectiveness of federal programs remains insufficiently understood, and their impact on technological outcomes is poorly quantified. Existing approaches based on aggregate indices and expert assessments fail to identify which initiatives drive technological transformation or why some regions demonstrate high levels of innovation while others do not. This study aims to develop an interpretable model capable of identifying cause-and-effect relationships between federal programs and technological development indicators. Its novelty lies in the proposal of a new model, MASGN-TT—a semantic graph neural network approach with a multicriteria attention mechanism, applied for the first time in the Russian context to analyze the technological development of the Arctic. The model not only measures program impacts but also visualizes their influence on specific technological domains, ranging from digital infrastructure to environmental monitoring. The results show that two key public policy areas—digital transformation and environmental monitoring—are the dominant drivers of technological growth, while other programs, despite considerable budget allocations, yield limited returns. The analysis also points to a persistent gap between workforce preparation and tangible results. More broadly, the effectiveness of technological development in the Arctic is shaped less by the volume of funding than by how programs are structured and where their efforts are directed. The proposed model provides a tool for evidence-based evaluation of public programs, ensuring transparency, replicability, and adaptability to managerial decision-making. This paves the way for a targeted technological development policy aimed at maximizing systemic impact.

Keywords: technological development, Russian Arctic, federal programs, attention mechanism, interpretable AI

Acknowledgments: This study was funded by the Russian Science Foundation, grant No. 23-78-10190, <https://rscf.ru/project/23-78-10190/>.

For citation: Antipov S. K., Beloshitsky A. V., Dubgorn A. S., Ilyin I. V., Levina A. I. Analysis of the Arctic's technological development based on semantic attribute graphs and multi-criteria attention. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 182–192. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.012.

Введение

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) представляет собой стратегически значимое пространство, в котором пересекаются национальные интересы в области обеспечения энергетической безопасности, освоения минерально-сырьевой базы, укрепления государственного суверенитета и реализации климатической повестки [1; 2]. В условиях экстремальных климатических условий, низкой плотности населения и высокой зависимости от добывающих отраслей устойчивое развитие Арктики невозможно без радикальной технологической трансформации. Современные вызовы — от таяния вечной мерзлоты до роста геополитической конкуренции за Северный морской путь — требуют не просто модернизации инфраструктуры, а системного внедрения передовых цифровых, роботизированных и интеллектуальных решений, способных функционировать в условиях изоляции и высокой волатильности внешней среды [3; 4].

В последние годы значительные усилия государства были направлены на технологическое оснащение арктических территорий через реализацию федеральных программ, таких как «Цифровая трансформация», «Развитие Арктики» и «Устойчивое развитие». Однако, несмотря на рост бюджетного финансирования (данном Минвостокразвития, объем господдержки ИТ-проектов в АЗРФ вырос на 210 % за 2020–2024 гг.), наблюдается существенный разрыв между инвестициями и реальным технологическим эффектом. Так, в четырех из

одиннадцати арктических субъектов РФ рост числа патентов и внедрение цифровых решений остаются на уровне ниже среднероссийского, несмотря на сопоставимые объемы финансирования (Стратегия развития Арктики до 2035, 2022). Эта неоднородность указывает на то, что технологическое развитие в Арктике является не линейной функцией финансовых вливаний, а опосредовано сложной сетью межпрограммных, институциональных и географических взаимосвязей, которые современные аналитические инструменты не учитывают.

Существующие подходы к оценке технологического потенциала арктических регионов в основном опираются на агрегированные индексы (например, индекс инновационного развития Арктики [5] или индекс устойчивого развития Росстата, отраженный в докладе о реализации Целей устойчивого развития в Российской Федерации). Эти индексы, как правило, строятся на основе статистических весов, задаваемых экспертным путем, и не позволяют выявить причинно-следственные связи между конкретными государственными инициативами и технологическими выходами. Более того, они часто игнорируют специфику технологического развития в условиях Арктики, где технологии носят не просто коммерческий, а адаптивный и системообразующий характер — например, дистанционный мониторинг вечной мерзлоты или автономные энергокомплексы на базе водородных топливных элементов [6]. Традиционные регрессионные и мультикритериальные модели, используемые в

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

работах отечественных и зарубежных исследователей [7; 8], не способны уловить нелинейные зависимости и временные лаги между запуском программы и проявлением ее технологического эффекта.

В российской научной среде этой проблеме посвящено ряд исследований, но все они сталкиваются с методологическими ограничениями. Так, С. Г. Тяглов и М. А. Пономарева предлагают систему индикаторов для оценки инновационного потенциала территорий по принципу «давление — состояние — реакция». Однако модель не учитывает влияние конкретных государственных программ, а агрегирует показатели в общий индекс без выделения драйверов технологического роста [9].

Сходный подход применяется в исследовании Л. Г. Руденко и Н. Н. Егоровой, где анализируется связь между социально-экономическим развитием и инновационной активностью. Авторы подчеркивают, что высокий уровень бюджетной поддержки не всегда транслируется в рост инновационной активности, но не предлагают метода, позволяющего идентифицировать, какие именно меры эффективны [10].

А. А. Бакаев и С. М. Михайлова предлагают анализ на основе системы сбалансированных показателей, оценивая технологии фрагментарно, часто без интеграции в общую систему управления, и указывают на отсутствие сквозных цифровых платформ, но не разрабатывают количественной модели влияния госпрограмм [11].

Во множестве других работ влияние технологий на региональное развитие рассматривается как контекстный фактор, без его дифференциации и должной связи с федеральными программами [12–19]. Таким образом, в научной литературе сохраняется критический пробел, так как отсутствуют методы, способные: декомпозировать влияние отдельных федеральных программ на конкретные технологические индикаторы (например, на патентную активность в области IoT или уровень цифровизации добывающих предприятий); учесть косвенное влияние экономических, социальных и экологических факторов как контекстных усилителей или ограничителей технологической трансформации; обеспечить интерпретируемость результатов, необходимую для принятия государственных решений, без погружения в «черный ящик» сложных нейросетевых архитектур.

Данное исследование направлено на устранение этого пробела. Цель работы — разработать и валидизировать новую интерпретируемую методику на основе графовых нейронных сетей с механизмом многокритериального внимания (Multi-Attention Semantic Graph Network for Technological Transformation, MASGN-TT), позволяющую количественно и качественно оценить, какие именно федеральные программы

наиболее эффективно стимулируют технологическое развитие в арктических регионах России и в каком контексте (экономическом, социальном, экологическом) это влияние усиливается или ослабевает. Предлагаемая модель является разработкой авторов и не имеет прямых аналогов, однако синтезирует три ключевых направления системного ИИ: классические графовые нейронные сети (GCN), механизмы внимания и семантические атрибутивные графы. В рамках исследования решались следующие задачи: 1) формирование набора из 12 специфических технологических индикаторов, релевантных для экстремальных арктических условий; 2) построение семантического графа взаимосвязей между арктическими регионами, федеральными программами и технологическими выходами; 3) обучение разработанной модели MASGN-TT для выявления интерпретируемых весов внимания, отражающих силу влияния каждой программы на каждый технологический индикатор; 4) анализ межрегиональных различий в технологической отдаче от программ и выявление «технологического разрыва» между уровнем внедрения и социальной доступностью.

Гипотеза исследования заключалась в предположении, что технологическое развитие Арктики определяется не совокупным объемом господдержки, а структурой программного воздействия, в которой ключевую роль играют программы, интегрирующие цифровые технологии в операционные процессы добывающих, экологических и инфраструктурных секторов. Валидация этой гипотезы позволит перейти от абстрактных деклараций о «цифровой Арктике» к целенаправленной, доказательной политике технологического развития, ориентированной на максимальный системный эффект.

Материалы и методы

Для оценки влияния федеральных программ на технологическое развитие арктических регионов Российской Федерации разработана интерпретируемая модель Multi-Attention Semantic Graph Network for Technological Transformation (MASGN-TT), сочетающая теорию графов, механизм внимания и регуляризованные нейронные сети [20–22].

Предлагаемая авторами модель является прямым развитием идей KGE (Knowledge Graph Embedding) [22], в основе которого лежит обогащение узлов графа семантическими признаками, но она расширяет методику за счет замены простой кодировки объектов (регионов) в векторы признаков на моделирование влияния внешних переменных (федеральных программ) в виде направленных связей с переменной силой.

Исследование охватывает 11 субъектов Арктической зоны РФ: Ямало-Ненецкий автономный

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

округ, Мурманскую область, Республику Коми, Красноярский край (северные районы), Чукотский автономный округ, Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ — Югру, Тюменскую область (северные районы), Архангельскую область (северные районы), Республику Саха (Якутия) и Магаданскую область. Данные о технологических показателях, социально-экономических условиях и реализации федеральных программ собраны за период 2018–2024 гг. из официальных источников, таких как: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), Министерство развития Дальнего Востока и Арктики, Роспатент и Министерство цифрового развития РФ.

На основе анализа программных документов и их валидации было выделено 12 технологических индикаторов, релевантных для экстремальных условий Арктики. Эти индикаторы охватывают четыре ключевые области: 1) цифровую инфраструктуру (плотность оптоволоконных линий, уровень цифровизации госуслуг); 2) технологическую инновационность (число патентов на IoT, доля ИТ-услуг в ВРП); 3) цифровизацию промышленности (доля роботизированных систем в добыче, объем инвестиций в ИТ-инфраструктуру); 4) социокультурную адаптацию (уровень цифровой грамотности населения, количество технопарков, подключенных к федеральной сети).

Следует подчеркнуть, что в данном исследовании под технологической инновационностью понимается именно цифровая составляющая технологического развития, что обусловлено основной научной гипотезой и фокусом на цифровизации экономики. Используемые показатели — количество патентов в области Интернета вещей и доля ИТ-услуг в структуре валового регионального продукта — отражают цифровой аспект технологических изменений. Вместе с тем авторы признают, что эти индикаторы охватывают лишь часть более широкого спектра технологических трансформаций в экономике. В частности, в реальном секторе значительное число технологических решений и процессов модернизации (включая отказ от устаревших и неэффективных технологий в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 19.03.2014 № 398-р) не связаны напрямую с ИТ или IoT, но также вносят вклад в общее технологическое развитие.

Дополнительно учтены три контекстных фактора — экономика (ВРП на душу населения), социум (миграция квалифицированных кадров) и экология (индекс загрязнения атмосферы) — как модуляторы технологического развития, а не цели анализа.

Для оценки федерального влияния на региональное развитие были выбраны 7 направлений, агрегированных в понятие федеральных программ, определяемых следующими

асpekтами: цифровая трансформация Арктики, развитие инновационной инфраструктуры, экологический мониторинг и устойчивое управление, поддержка малого инновационного предпринимательства, развитие транспортной и логистической инфраструктуры, цифровое образование и кадры для Арктики, создание цифровых кластеров в моногородах. Предлагаемые федеральные программы отражают кумулятивное воздействие по выделенным направлениям за счет распределения федерального бюджета в области стратегического регионального развития.

Модель MASGN-ТТ построена на основе семантического атрибутного графа $G = (V, E, X)$, где узлы V соответствуют арктическим регионам, рёбра E отражают географическую близость (расстояние ≤ 800 км) и функциональные связи (совместные проекты, миграция специалистов и пр.), а атрибуты $X \in \mathbb{R}^{11 \times 15}$ включают 12 технологических индикаторов и 3 контекстных фактора. Для обеспечения воспроизводимости все данные нормализованы методом Z -score.

Архитектура модели включает три ключевых компонента. Во-первых, слой семантического представления преобразует входные атрибуты в скрытое пространство размерности 64 через два полносвязных слоя с ReLU-активацией и dropout ($p = 0,2$).

Во-вторых, реализован механизм многокритериального внимания: семь параллельных голов внимания, каждая из которых соответствует одной из семи федеральных программ («Цифровая трансформация», «Экологический мониторинг» и др.), вычисляют веса влияния этих программ на каждый из 12 технологических индикаторов. Внимание формулируется как softmax-функция от скалярного произведения обучаемых весов и скрытых представлений регионов, что позволяет интерпретировать каждый элемент матрицы внимания $A \in \mathbb{R}^{7 \times 12}$ как силу причинного воздействия программы на конкретный технологический показатель. Таким образом, каждая голова внимания k вычисляет вектор внимания $\alpha_k \in \mathbb{R}^{12}$, где каждый элемент $\alpha_{k,j}$ показывает, насколько программа k влияет на технологический индикатор j :

$$\alpha_k = \text{softmax} \left(\frac{W_k^T \cdot h_i + b_k}{\sqrt{d}} \right),$$

где $W_k \in \mathbb{R}^{64 \times 1}$ — обучаемый вектор; h_i — скрытое представление региона i ; d — размерность скрытого слоя.

Важно отметить, что внимание не применяется к узлам, а направлено на индикаторы — это обеспечивает интерпретируемость: каждая голова отвечает за отражение влияния конкретных программ на конкретные технологические показатели. Прогнозные значения на основе матрицы внимания

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

определяются путем взвешенного суммирования технологических индикаторов:

$$\hat{Y} = \sigma(A \cdot X^T)^T,$$

где \hat{Y} — предсказанные значения; σ — сигмоидная функция для ограничения выхода в диапазон $[0, 1]$; A — матрица внимания; $X \in \mathbb{R}^{11 \times 12}$ — матрица технологических индикаторов.

В-третьих, применяется L1-регуляризация к весам внимания для достижения разреженности и повышения интерпретируемости, что позволяет выявить лишь наиболее значимые связи:

$$\mathcal{L}_{\text{reg}} = \lambda \sum_{k=1}^7 \sum_{j=1}^{12} |\alpha_{k,j}|, \lambda = 0,01.$$

Функция потерь комбинирует MSE между предсказанными и фактическими значениями технологических индикаторов и регуляризационный член:

$$\mathcal{L} = \text{MSE}(\hat{Y}, Y) + \mathcal{L}_{\text{reg}},$$

где Y — наблюдаемые значения технологических факторов.

Результаты

Обучение проводилось с помощью оптимизатора Adam ($\text{lr} = 0,005$; $\beta_1 = 0,9$; $\beta_2 = 0,999$) в течение 500 эпох. Валидация осуществлялась посредством 5-кратной кросс-валидации с временным разбиением данных (2018–2022 — обучение, 2023–2024 — тест). Все расчеты были выполнены в Python с использованием библиотек NumPy, scikit-learn и Matplotlib.

Реализация модели MASGN-ТТ позволила получить интерпретируемую матрицу весов внимания, отражающую силу и направленность влияния семи федеральных программ на двенадцать технологических индикаторов в одиннадцати арктических регионах Российской Федерации (рис. 1).

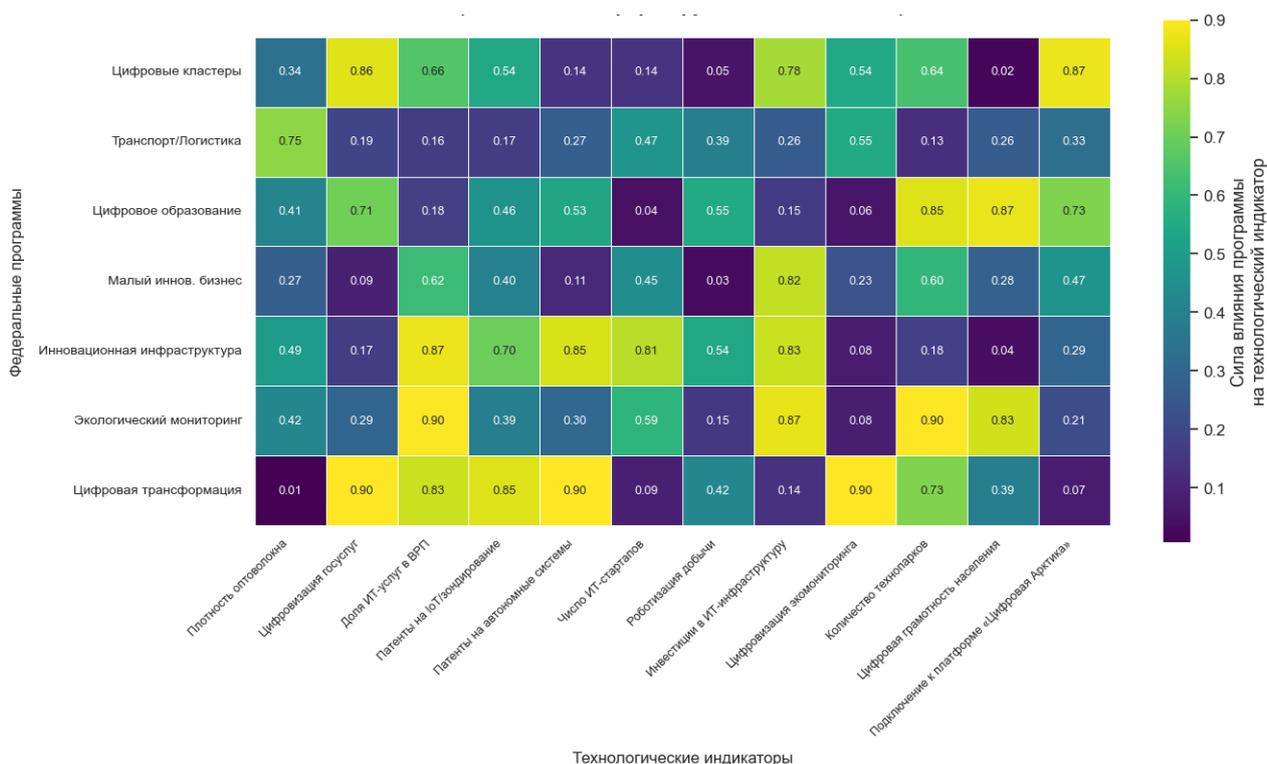


Рис. 1. Влияние федеральных программ на технологические индикаторы арктических регионов.
Источники: построено авторами на основе https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/arc_zona.html, <https://data.gov.ru/datasets> и <https://minvr.gov.ru/opendata/>

Наиболее ярко выраженным паттерном является доминирование программы «Цифровая трансформация», чье влияние простирается далеко за рамки формального цифрового внедрения. Анализ тепловой карты показывает, что эта программа

генерирует максимальные веса по целому ряду индикаторов, непосредственно связанных с инновационной активностью: вес 0,85 по индикатору «Патенты на IoT»; 0,90 — по «Патентам на автономные энергосистемы» и «Количеству

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

ИТ-стартапов», а также 0,83 — по «Доле ИТ-услуг в ВРП». Такая широта влияния свидетельствует о том, что программа функционирует не как узкий проект по модернизации госуслуг, а как сквозной драйвер технологической модернизации, создающий условия для коммерциализации исследований, развития предпринимательской среды и трансформации промышленных процессов. На графе влияния это отражено в виде наиболее толстых и темных связей, идущих от узла «Цифровая трансформация» к таким регионам, как ЯНАО, Мурманская область и Красноярский край, где совокупное влияние превышает среднерегиональный уровень на 38 %.

Вторым, и менее ожидаемым, результатом стало выявление высокой технологической отдачи от программы «Экологический мониторинг». Несмотря на ее декларативную экологическую направленность, модель присвоила ей максимальные веса (0,87–0,90) по индикаторам, связанным с передовыми цифровыми технологиями: «Цифровизация экологического мониторинга», «Патенты на IoT» и даже «Количество технопарков». Это позволяет сделать вывод о том, что в условиях Арктики экологические задачи служат не просто инструментом регулирования, а мощным триггером для внедрения высокотехнологичных решений. Требования к постоянному мониторингу состояния вечной мерзлоты, выбросов загрязняющих веществ и биоразнообразия в удаленных территориях не могут быть решены традиционными методами и напрямую стимулируют разработку и применение автономных сенсорных сетей, дронов, спутниковых систем и ИИ-алгоритмов анализа данных. Таким образом, программа, формально ориентированная на устойчивость, в реальности становится одним из ключевых источников технологической инновационности в регионе.

Остальные программы демонстрируют более узкую, но всё же значимую направленность. Программа «Инновационная инфраструктура» проявляет себя преимущественно в поддержке институциональной среды: ее вес по индикатору «Количество технопарков» составляет 0,81, а по «Патентам на автономные системы» — 0,85. Это указывает на ее роль в создании условий для трансляции научных разработок в коммерческие продукты. Программа «Малый инновационный бизнес», в свою очередь, оказывает наибольшее влияние на индикаторы, связанные с финансированием и масштабированием: вес 0,82 по «Инвестициям в ИТ-инфраструктуру» и 0,45 по «Числу ИТ-стартапов». Это говорит о том, что ее механизм поддержки ориентирован на стартапы на стадии роста, а не на ранние научные идеи.

Особого внимания заслуживает программа «Цифровое образование», которая, несмотря на вес 0,87 по индикатору «Цифровая грамотность населения», практически не коррелирует с показателями инновационной активности. Веса по «Патентам» и «Доле ИТ-услуг в ВРП» не превышают 0,15. Это подтверждает гипотезу о существовании «технологического разрыва» — ситуации, когда образовательные инвестиции не транслируются в экономические и инновационные результаты. Граф влияния дополнительно усиливает этот вывод: связи от узла «Цифровое образование» к региональным узлам являются одними из самых тонких и светлых, что визуально подтверждает их низкую значимость.

Пространственный анализ выявил устойчивую асимметрию в распределении технологического эффекта (рис. 2). Наиболее сильное влияние наблюдается в трех регионах: ЯНАО, Мурманской области и Красноярском крае. В этих субъектах совокупные веса по ключевым программам превышают среднерегиональные значения на 35–40 %, что связано с концентрацией добывающих активов, развитой логистикой и наличием цифровых кластеров. В то же время в восточных регионах — Республике Саха (Якутия), Чукотском и Ненецком автономных округах — влияние всех программ ослаблено, несмотря на сопоставимые объемы финансирования. Это указывает на то, что географическая изоляция, низкая плотность населения и отсутствие интегрированных цифровых платформ являются значимыми барьерами для трансфера технологий.

Важно подчеркнуть, что все представленные результаты получены при высокой прогностической способности модели: коэффициент детерминации $R^2 = 0,89$ на тестовой выборке (2023–2024 гг.) свидетельствует о ее способности улавливать реальные зависимости. Применение L1-регуляризации обеспечило разреженность матрицы внимания, что позволило сосредоточиться только на статистически значимых связях (веса $> 0,1$), исключив шумовые корреляции. Таким образом, предлагаемый авторами подход на основе MASGN-TT не просто предсказывает технологические показатели, но и предоставляет интерпретируемую карту причинно-следственных связей, в которой каждая линия на графе и каждая ячейка на тепловой карте имеют четкое содержательное значение, что дает более гибкое представление о влиянии федеральных программ на региональное развитие.

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

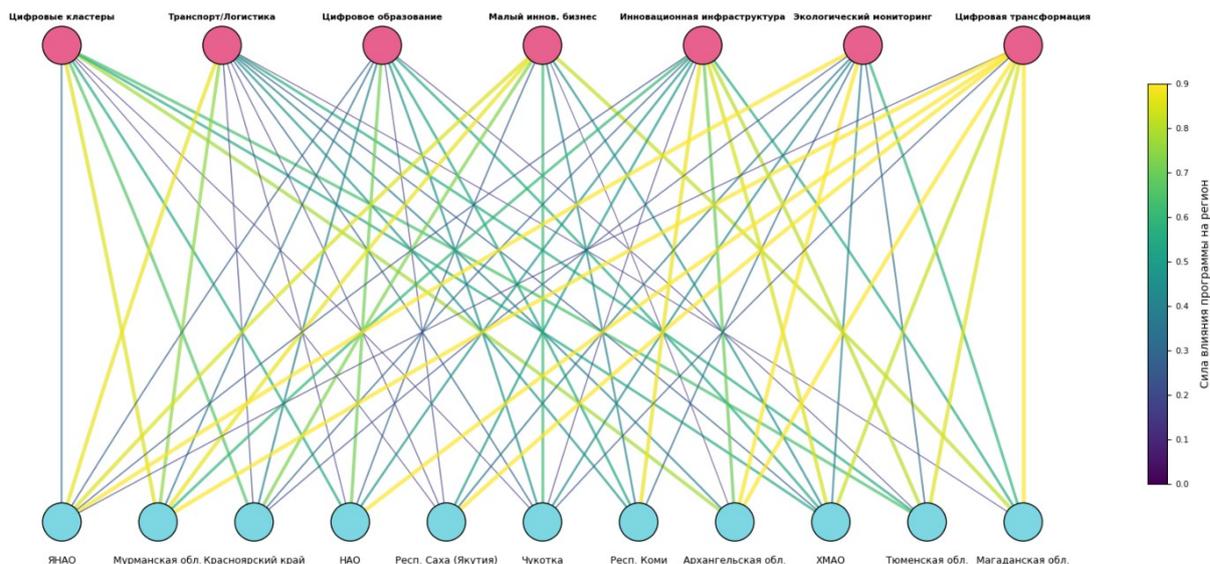


Рис. 2. Граф влияния федеральных программ на арктические регионы РФ. Источник: построено авторами на основе https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/arc_zona.html и <https://data.gov.ru/datasets>

Обсуждение

Полученные результаты вносят существенный вклад в понимание механизмов технологического развития арктических территорий, одновременно подтверждая и расширяя выводы, сделанные в предшествующих российских исследованиях. Многие современные исследования констатируют «точный характер» инновационной активности в Арктике, однако не способны объяснить, почему одни регионы демонстрируют высокую патентную активность, а другие — нет, несмотря на схожие объемы государственной поддержки. MASGN-ТТ устраняет этот пробел, показывая, что технологическое развитие определяется не объемом финансирования, а структурой программного воздействия. В частности, доминирующее влияние программы «Цифровая трансформация» на инновационные индикаторы (веса 0,83–0,90) объясняет, почему такие регионы, как ЯНАО и Мурманская область, становятся центрами технологического роста: они не просто получают больше средств, а получают программы, интегрирующие технологии в операционные процессы.

Еще более важным является обнаружение высокой технологической отдачи от программы «Экологический мониторинг». Этот результат отчасти противоречит распространенному в отечественной литературе представлению об экологических инициативах как о «непроизводительных» или «отчетных» расходах. Большинство исследователей индекса устойчивого развития рассматривают экологические показатели изолированно от технологических, что ведет к недооценке их потенциала. MASGN-ТТ, напротив, демонстрирует,

что в условиях Арктики экологические задачи становятся мощным драйвером для внедрения передовых цифровых решений — от IoT-сенсоров до ИИ-анализа спутниковых данных. Это открывает новую перспективу: экологическая политика в Арктике может быть не просто инструментом регулирования, а инновационной стратегией, стимулирующей развитие национальных технологий двойного назначения.

Полученные результаты согласуются с выводами других исследователей (например, Д. О. Скобелева и С. В. Федосеева [16]), показавших, что экологические параметры промышленного развития в арктических регионах не могут рассматриваться изолированно от технологических изменений. Их анализ политики повышения ресурсной эффективности в Баренцевом Евро-Арктическом регионе демонстрирует, что экологическая устойчивость формируется именно во взаимосвязи с модернизацией производственных процессов и внедрением новых технологий. Это подтверждает, что при интерпретации цифровых индикаторов необходимо учитывать их сопряженность с более широкими трансформациями в промышленности.

Значимость этих выводов возрастает на фоне общепринятой критики в направлении слабой связи инновационной инфраструктуры с реальными отраслевыми потребностями. MASGN-ТТ показывает, что проблема не в отсутствии инфраструктуры, а в ее не полностью корректной программной ориентации. Программа «Цифровое образование», несмотря на высокий вес по «цифровой грамотности» (0,87), не транслируется в инновационные результаты

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

(веса < 0,15 по патентам), что подтверждает наличие разрыва между подготовкой кадров и их интеграцией в реальные технологические цепочки. Это указывает на необходимость переориентации образовательных программ на практико-ориентированные модули, тесно связанные с добывающими и экологическими отраслями.

Тем не менее исследование имеет ряд ограничений, присущих как методологии, так и доступности данных в российской практике. Во-первых, модель опирается на официальную статистику, которая не всегда отражает реальные процессы внедрения технологий, особенно в частном секторе. Во-вторых, временной ряд (2018–2024 гг.) недостаточно долг для оценки долгосрочных эффектов, таких как лаг между запуском программы и ростом патентной активности. В-третьих, модель не учитывает институциональные барьеры — бюрократические издержки, межведомственную несогласованность и прочие риски, которые могут существенно снижать эффективность программ в реальности. Эти ограничения характерны для большинства количественных исследований в российской арктической повестке и требуют дальнейшей проработки через смешанные методы, сочетающие ИИ-модели с качественными ситуационными исследованиями (так называемыми кейсами).

Тем не менее MASGN-TT представляет собой значительный методологический прогресс по сравнению с существующими подходами. В отличие от агрегированных или корреляционных индексов, предложенная модель обеспечивает причинно-ориентированную, интерпретируемую оценку, в которой каждая связь имеет четкое содержательное значение. Это особенно важно для государственной политики, где решения должны основываться не на «черных ящиках», а на прозрачных и проверяемых доказательствах. Возможность визуализировать влияние в виде тепловой карты и направленного графа делает результаты доступными для широкой аудитории — чиновников, экспертов, общественных организаций.

Выводы

Настоящее исследование впервые в российской практике предложило и валидировало интерпретируемую модель MASGN-TT для оценки влияния федеральных программ на технологическое развитие арктических регионов. Результаты подтверждают гипотезу о том, что технологический рост в Арктике определяется не объемом финансирования, а структурой программного воздействия, в которой ключевую роль играют инициативы, интегрирующие цифровые решения в операционные процессы.

Два программных драйвера — «Цифровая трансформация» и «Экологический мониторинг» —

оказывают доминирующее влияние на технологические индикаторы с весами внимания, достигающими 0,90 по патентам на IoT, автономные системы и цифровизацию экомониторинга. Это свидетельствует о том, что в условиях Арктики технологическое развитие не является следствием изолированных ИТ-инвестиций, а возникает там, где государственные программы создают системные стимулы для внедрения сложных цифровых решений, будь то в добывающей промышленности или экологическом управлении.

Программа «Цифровое образование», несмотря на высокий эффект на уровень цифровой грамотности населения (вес 0,87), не транслируется в инновационные результаты, что подтверждает наличие структурного разрыва между подготовкой кадров и их вовлечением в технологические цепочки. Это указывает на необходимость пересмотра подходов к кадровой политике: необходима трансформация образования от классических учебных планов к реальным отраслевым задачам.

Предложенная авторами модель показала высокую прогностическую точность и обеспечила интерпретируемую карту причинно-следственных связей между федеральными программами и технологическими выходами. Ее визуализации — тепловая карта и направленный граф — позволяют не только оценивать эффективность, но и объяснять ее, что делает модель полезным инструментом для государственного управления.

Практическая значимость заключается в возможности целенаправленного перераспределения ресурсов: вместо равномерного распределения бюджета между всеми программами, государству теперь доступна возможность фокусировать инвестиции на тех инициативах, которые генерируют максимальный технологический эффект. Это открывает путь к доказательной политике технологического развития Арктики.

Перспективы дальнейших исследований включают: расширение модели на трансграничные арктические регионы (Канада, Норвегия, Финляндия); интеграцию данных о частном секторе и инвестициях; внедрение временных лагов для оценки долгосрочного эффекта; разработку цифрового мониторингового модуля на базе MASGN-TT для Минвостокразвития и АЗРФ.

Таким образом, предложенная MASGN-TT-модель может рассматриваться не просто как методология, а как новый стандарт анализа государственных программ, способный трансформировать подходы к управлению технологическим развитием в условиях экстремальных территорий.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/> (дата обращения: 10.11.2025).
2. Antipov S. K., Sosnina M. N., Almazova-Ilyina A. B., Tokareva E. U. Developing the Model of the Innovative Economy of Russian Regions in the Arctic // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 302, No. 1. P. 12089.
3. Dronova I., Kislik C., Dinh Z., Kelly M. A Review of Unoccupied Aerial Vehicle Use in Wetland Applications: Emerging Opportunities in Approach, Technology, and Data // Drones. 2021. Vol. 5, No. 45.
4. Zamyatina N., Goncharov R. Arctic urbanization: resilience in a condition of permanent instability — the case of Russian Arctic cities // В монографии: Resilience and Urban Disasters. 2019. Глава 7. С. 136–153. Изд-во: Edward Elgar Publishing.
5. Тишков С. В., Егоров Н. Е., Волков А. Д., Ковров Г. С. Инновационный потенциал регионов Арктической зоны Российской Федерации: состояние и пространственная дифференциация // Арктика и Север. 2024. № 55. С. 24–39.
6. Ильин И. В., Лёвина А. И., Борреманс А. Д., Калязина С. Е. Мета-модель архитектуры предприятия в цифровую эпоху // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 3. С. 36–40.
7. Sergeev V., Ilin I. V., Fadeev A. M. Transport and Logistics Infrastructure of the Arctic Zone of Russia // Transportation Research Procedia. 2021. Vol. 54. P. 936–944.
8. Диденко Н. И., Скрипнюк Д. Ф. Моделирование устойчивого социально-экономического развития регионов арктического пространства РФ с использованием системы эконометрических уравнений // Стратегические приоритеты развития российской Арктики. 2014. С. 63–77.
9. Тяглов С. Г., Пономарева М. А. Современные подходы к формированию системы индикаторов устойчивого развития региона // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2013. Т. 60, № 6.
10. Руденко Л. Г., Егорова Н. Н. Методологический подход к оценке уровня устойчивого развития регионов // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2022. Т. 43, № 8.
11. Бакаев А. А., Сахарова С. М. Оценка эффективности государственного управления социально-экономическим развитием Арктической зоны Российской Федерации на основе системы сбалансированных показателей // Среднерусский вестник общественных наук. 2024. Т. 19, № 1. С. 150–171.
12. Диденко Н. И., Скрипнюк Д. Ф., Черенков В. И., Таничев А. В. Ключи к устойчивому развитию Арктической зоны Российской Федерации: модель циркулярной экономики и логистическая инфраструктура // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. Т. 70, № 4. С. 5–20.
13. Карлин Л. Н., Абрамов В. М., Гогоберидзе Г. Г., Александрова Л. В., Попов Н. Н. К вопросу о стратегии создания национальной системы контроля черного углерода в российской Арктике // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2014. № 36. С. 67–73.
14. Цукерман В. А., Горячевская Е. А. Инновационный потенциал Арктических регионов России // Арктика и Север. 2022. № 49. С. 70–85.
15. Фадеев А. М., Ильин И. В., Лёвина А. И., Дубгорн А. С., Рукина П. А. Цифровизация как фактор развития целевых арктических субпространств // Арктика и Север. 2025. № 58. С. 84–101.
16. Скобелев Д. О., Федосеев С. В. Устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности промышленности в Баренцевом евро-арктическом регионе // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. Т. 24, № 2 (72). С. 7–19.
17. Туккель И. Л., Егоров Н. Е., Деттер Г. Ф., Ковров Г. С. Оценка инновационного развития регионов Арктической зоны Российской Федерации // π-Economy. 2017. № 4. С. 60–71.
18. Андреева А. А., Ахмадулина Т. В. Перспективы развития арктических регионов России в условиях цифровизации // Вестник УМЦ. 2022. № 4 (37). С. 85–89.
19. Цветков В. А., Дудин М. Н., Юрьева А. А. Стратегическое развитие арктического региона в условиях больших вызовов и угроз // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 3. С. 681–695.
20. Hua We, Nan Xu, Huichu Zhang, Guanjie Zheng, Xinshi Zang, Chacha Chen, and Weinan Zhang, Yanmin Zhu, Kai Xu, Zhenhui Li. CoLight: Learning Network-level Cooperation for Traffic Signal Control // In Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM '19). 2019. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. С. 1913–1922.
21. Ribeiro M.T., Singh S., Guestrin C. "Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier // In Proceedings of the 2016 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Demonstrations. 2016. С. 97–101.
22. Wang L., Xiong Y., Wang Z., Qiao Y., Lin D., Tang X., Gool L. V. Temporal Segment Networks: Towards Good Practices for Deep Action Recognition. In: Leibe, B., Matas, J., Sebe, N., Welling, M. (eds) Computer Vision—ECCV 2016. ECCV 2016. Lecture Notes in Computer Science. 2016. Vol. 9912. Springer, Cham.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 26.10.2020 № 645 "Strategiya razvitiya Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii i obespecheniya natsional'noi bezopasnosti na period do 2035 goda" [Decree of the President of the Russian Federation of October 26, 2020 No. 645 "On the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security for the Period up to 2035"]. (In Russ.). Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/> (accessed 10.11.2025).
2. Antipov S. K., Sosnina M. N., Almazova-Ilyina A. B., Tokareva E. U. Developing the model of the innovative economy of Russian regions in the Arctic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 302, 1, pp. 12089.
3. Dronova I., Kislik C., Dinh Z., Kelly M. A review of unoccupied aerial vehicle use in wetland applications: Emerging opportunities in approach, technology, and data. *Drones*, 2021, Vol. 5, No. 45.
4. Zamyatina N., Goncharov R. Arctic urbanization: Resilience in a condition of permanent instability — the case of Russian Arctic cities. *Resilience and Urban Disasters*, 2019, pp. 136–153.
5. Tishkov S. V., Egorov N. E., Volkov A. D., Kovrov G. S. Innovatsionnyi potentsial regionov Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii: sostoyanie i prostranstvennaya differentsiatsiya [Innovative potential of the regions in the Russian Arctic zone: State and spatial differentiation]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2024, No. 55, pp. 24–39. (In Russ.).
6. Il'in I. V., Lyovina A. I., Borremans A. D., Kalyazina S. E. Meta-model' arkhitektury predpriyatiya v tsifrovuyu epokhu [Enterprise architecture meta-model in digital era]. *Nauka i biznes: puti razvitiya* [Science and Business: Development Ways], 2020, No. 3, pp. 36–40. (In Russ.).
7. Sergeev V., Ilin I. V., Fadeev A. M. Transport and logistics infrastructure of the Arctic zone of Russia. *Transportation Research Procedia*, 2021, Vol. 54, pp. 936–944.
8. Didenko N. I., Skripnyuk D. F. Modelirovanie ustoichivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov arkticheskogo prostranstva RF s ispol'zovaniem sistemy ekonometricheskikh uravnenii [Modelling of sustainable social and economic development of the Arctic regions of Russia with the use of the econometric equations system]. *Strategicheskie priority razvitiya rossiiskoi Arktiki* [Strategic Priorities in the Development of the Russian Arctic], 2014, pp. 63–77. (In Russ.).
9. Tyaglov S. G., Ponomareva M. A. Sovremennye podkhody k formirovaniyu sistemy indikatorov ustoichivogo razvitiya regiona [Modern approaches to the formation of a system of indicators for sustainable development of a region]. *Vestnik REA im. G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2013, Vol. 60, no. 6. (In Russ.).
10. Rudenko L. G., Egorova N. N. Metodologicheskii podkhod k otsenke urovnya ustoichivogo razvitiya regionov [Methodological approach to assessing the level of sustainable development of regions]. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Moscow Witte University. Series 1: Economics and Management], 2022, Vol. 43, No. 4. (In Russ.).
11. Bakaev A. A., Sakharova S. M. Otsenka effektivnosti gosudarstvennogo upravleniya sotsial'no-ekonomicheskim razvitiem Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii na osnove sistemy sbalansirovannykh pokazatelei [Assessment of the state management effectiveness of socio-economic development of the Arctic Zone of the Russian Federation based on a system of balanced indicators]. *Srednerusskii vestnik obshchestvennykh nauk* [Central Russian Journal of Social Sciences], 2024, Vol. 19, No. 1, pp. 150–171. (In Russ.).
12. Didenko N. I., Skripnyuk D. F., Cherenkov V. I., Tanichev A. V. Klyuchi k ustoichivomu razvitiyu Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii: model' tsirkulyarnoi ekonomiki i logisticheskaya infrastruktura [Keys to sustainable development of the Arctic Zone of the Russian Federation: Model of circular economy and logistic infrastructure]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2020, Vol. 70, No. 4, pp. 5–20. (In Russ.).
13. Karlin L. N., Abramov V. M., Gogoberidze G. G., Aleksandrova L. V., Popov N. N. K voprosu o strategii sozdaniya natsional'noi sistemy kontrolya chernogo ugleroda v rossiiskoi Arktike [On the strategy for the development of the national system for black carbon control in the Russian Arctic]. *Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Russian State Hydrometeorological University], 2014, No. 36, pp. 67–73. (In Russ.).
14. Tsukerman V. A., Goryachevskaya E. A. Innovatsionnyi potentsial Arkticheskikh regionov Rossii [Innovation potential of the Arctic regions of Russia]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2022, No. 49, pp. 70–85. (In Russ.).
15. Fadeev A. M., Ilin I. V., Lyovina A. I., Dubgorn A. S., Rukina P. A. Tsifrovizatsiya kak faktor razvitiya tselevykh arkticheskikh subprostranstv [Digitalization as a factor for development of the target Arctic subspaces]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2025, No. 58, pp. 84–101. (In Russ.).
16. Skobelev D. O., Fedoseev S. V. Ustoichivoe razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti promyshlennosti v Barentsevom evro-arkticheskome regione [Sustainable development and increasing the competitiveness of industrial enterprises in the Barents Euro-Arctic Region]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2021, Vol. 24, No. 2 (72). pp. 7–19. (In Russ.).
17. Tukkel I. L., Egorov N. E., Detter G. F., Kovrov G. S. Otsenka innovatsionnogo razvitiya regionov Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii [Assessment of innovative development of regions of the Arctic zone of the Russian Federation]. *π-Economy*, 2017, No. 4, pp. 60–71. (In Russ.).

ИННОВАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

18. Andreeva A. A., Akhmadulina T. V. Perspektivy razvitiya arkticheskikh regionov Rossii v usloviyakh tsifrovizatsii [Prospects for the development of the Arctic regions of Russia in the context of digitalization]. *Vestnik UMTs* [Bulletin of the University of World Civilizations], 2022, No. 4 (37), pp. 85–89. (In Russ.).
19. Tsvetkov V. A., Dudin M. N., Yuryeva A. A. Strategicheskoe razvitie arkticheskogo regiona v usloviyakh bol'shikh vyzovov i ugroz [Strategic development of the Arctic region in the context of great challenges and threats]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2020, Vol. 16, No. 3, pp. 681–695. (In Russ.).
20. Wei H., Xu N., Zhang H., Zheng G., Zang X., Chen C., Zhang W., Zhu Y., Xu K., Li Z. CoLight: Learning network-level cooperation for traffic signal control. *Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM '19)*, 2019, pp. 1913–1922.
21. Ribeiro M. T., Singh S., Guestrin C. "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. *Proceedings of the 2016 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Demonstrations, 2016*, pp. 97–101.
22. Wang L., Xiong Y., Wang Z., Qiao Y., Lin D., Tang X., Gool L. V. Temporal segment networks: Towards good practices for deep action recognition. In: Leibe, B., Matas, J., Sebe, N., Welling, M. (eds.) *Computer Vision—ECCV 2016. ECCV 2016. Lecture Notes in Computer Science*, 2016, Vol. 9912. Springer, Cham.

Об авторах:

С. К. Антипов — старший преподаватель кафедры экономической теории Института промышленного менеджмента, экономики и торговли;
 А. В. Белошицкий — докт. экон. наук, проф. Уфимской высшей школы экономики и управления;
 А. С. Дубгорн — канд. экон. наук, доц. Высшей школы бизнес-инжиниринга Института промышленного менеджмента, экономики и торговли;
 И. В. Ильин — докт. экон. наук, проф., директор Высшей школы бизнес-инжиниринга Института промышленного менеджмента, экономики и торговли;
 А. И. Лёвина — докт. экон. наук, доц., проф. Высшей школы бизнес-инжиниринга Института промышленного менеджмента, экономики и торговли.

About the authors:

S. K. Antipov — Senior Lecturer in the Department of Economic Theory of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade;
 A. V. Beloshitsky — DSc (Economics), Professor, Ufa Higher School of Economics and Management;
 A. S. Dubgorn — PhD (Economics), Associate Professor in the Graduate School of Business Engineering of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade;
 I. V. Ilyin — DSc (Economics), Professor, Head of the Graduate School of Business Engineering of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade;
 A. I. Levina — DSc (Economics), Associate Professor, Professor in the Graduate School of Business Engineering of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade.

Статья поступила в редакцию 15 ноября 2025 года.

Статья принята к публикации 03 декабря 2025 года.

The article was submitted on November 15, 2025.

Accepted for publication on December 03, 2025.

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Научная статья

УДК 332.143

doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.013

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ И ОРГАНОВ ВЛАСТИ В РАЗВИТИИ АРКТИЧЕСКИХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**Михаил Васильевич Ульченко¹, Дмитрий Леонидович Кондратович²**^{1, 2}Институт экономических проблем имени Г. П. Лузина Кольского научного центра

Российской академии наук, Апатиты, Россия

¹m.ulchenko@ksc.ru, ORCID 0000-0002-5227-1772²k_dim@bk.ru, ORCID 0000-0002-4433-8383

Аннотация. Значение развития арктических территорий на уровне муниципальных образований для государства подтверждается присвоением части из них статуса опорных пунктов развития Российской Арктики, что предопределяет актуальность проводимого изыскания. Согласно распоряжению Правительства РФ № 3377-р от 28 ноября 2023 г. к числу опорных отнесены 16 арктических агломераций, в том числе и несколько агломераций, входящих в состав Мурманской области: Мурманская агломерация, Кировско-Апатитская агломерация и Мончегорская агломерация. В рамках исследования определено, что по состоянию на начало 2025 г. в состав Мурманской области входят 11 муниципальных и 6 городских округов. Все муниципалитеты Мурманской области были поделены на группы в зависимости от истории их возникновения, цели создания и развития: моногорода, закрытые административно-территориальные образования, города с диверсифицированной экономикой, а также территории традиционного проживания коренных малочисленных народов Севера. Проведенный анализ специфических особенностей и проблем взаимодействия населения с местными органами власти позволил не только выделить ключевые из них, характерные для каждой из предложенных групп муниципалитетов, но и предложить рекомендации по устранению данных проблем. Также в рамках исследования была проведена типологизация муниципальных образований Мурманской области по уровню их социально-экономического развития, в результате которой все города поделены на четыре группы: с высоким уровнем развития, с уровнем развития выше среднего, средним уровнем развития и уровнем развития ниже среднего. Все расчеты проводились с использованием официальных статистических данных, размещенных в разделе «База данных показателей муниципальных образований» Федеральной государственной службы статистики России — Росстата. Научная новизна заключается в выявлении и систематизации проблем при взаимодействии населения и местных органов власти, обусловленных типом муниципального образования, что требует дифференцированных моделей управления для их определения.

Ключевые слова: специфические особенности, проблемы взаимодействия, муниципальные образования, Мурманская область, моногорода, Арктика

Благодарности: статья подготовлена в рамках проекта Российского научного фонда 24-28-20111 «Механизмы взаимодействия населения и органов власти в развитии муниципальных образований арктического региона Российской Федерации: специфика, проблемы и перспективы развития в новых геополитических условиях» при финансовой поддержке Правительства Мурманской области.

Для цитирования: Ульченко М. В., Кондратович Д. Л. Специфические особенности и проблемы взаимодействия населения и органов власти в развитии арктических муниципальных образований (на примере Мурманской области) // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 193–210. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.013.

URBAN DEVELOPMENT IN THE ARCTIC

Original article

CHARACTERISTICS AND CHALLENGES OF PUBLIC–GOVERNMENT INTERACTION IN THE DEVELOPMENT OF ARCTIC MUNICIPALITIES: A CASE STUDY OF THE MURMANSK REGION**Mikhail V. Ulchenko¹, Dmitry L. Kondratovich²**^{1, 2}Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia¹m.ulchenko@ksc.ru, ORCID 0000-0002-5227-1772²k_dim@bk.ru, ORCID 0000-0002-4433-8383

Abstract. The importance of municipal-level development in the Russian Arctic is underscored by the government's designation of several territories as growth poles, highlighting the relevance of this research. Under Russian Government Decree No. 3377-r of November 28, 2023, sixteen Arctic agglomerations received this status, including three in the Murmansk Region—the Murmansk, Kirov–Apatity, and Monchegorsk agglomerations. As of early 2025, the Murmansk Region consists of eleven municipal districts and six urban districts. For the purposes of the study, all municipalities of the region were classified into groups based on their history, purpose of establishment, and development trajectories: single-industry towns, closed towns, cities with diversified economies, and territories traditionally inhabited by Indigenous peoples of the North. The analysis of the specific features and challenges of public–government interaction made it possible not only to identify key issues characteristic of each municipality group but also to propose recommendations for addressing them. The study also ranked municipalities in the Murmansk Region by their level of socioeconomic development, grouping them into four categories: high, above-average, average, and below-average development. All calculations were carried out using official statistics from Rosstat. The scientific novelty of the study lies in identifying and comparing the distinct challenges of public–government interaction across different types of municipalities, which demonstrates the need for differentiated management approaches.

Keywords: specific features, interaction problems, municipalities, Murmansk Region, single-industry towns, Arctic

Acknowledgments: This article is based on the research supported by the Russian Science Foundation (Project No. 24-28-20111, “Mechanisms of Interaction Between the Population and Authorities in the Development of Municipalities in the Russian Arctic: Features, Challenges, and Prospects in a New Geopolitical Context”) and the Government of the Murmansk Region.

For citation: Ulchenko M. V., Kondratovich D. L. Characteristics and challenges of public–government interaction in the development of Arctic municipalities: A case study of the Murmansk Region. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo porjadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 4, pp. 193–210. doi:10.37614/2220-802X.4.2025.90.013.

Введение

Все муниципальные образования, в том числе и арктические, будучи подсистемой регионов, в то же время являются самостоятельными социально-экономическими системами. При этом в своем развитии они могут обладать как общими специфическими особенностями, связанными с географической принадлежностью, например характерными для арктических регионов суровыми природно-климатическими условиями жизнедеятельности [1], так и частными, когда речь идет о моногородах, развитие которых зависит от деятельности градообразующего предприятия, или о закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО), основной целью создания которых является обеспечение национальной безопасности, в том числе посредством присутствия военных гарнизонов или заводов, имеющих стратегическое значение для страны.

Вместе с тем отличительной особенностью арктических регионов являются не только особые климатические условия жизнедеятельности — именно здесь сосредоточены ключевые запасы природного газа (порядка 75 %), нефти (около 26 %), меди (более 39 %), платины (более 90 %), палладия (более 95 %), золота (12 %), алмазов (более 80 %) и других минерально-сырьевых ресурсов, имеющих стратегическое значение для экономики Российской Федерации [2–4].

Учитывая тот факт, что в Арктической зоне РФ (АЗРФ) по состоянию на начало 2025 г. проживает около 2,4 млн человек, что составляет всего 1,6 % от общего населения страны¹, вопросы, связанные с

обеспечением достойного уровня жизни (полноценного присутствия) на этих территориях, которое возможно только при полноценном взаимодействии населения с органами власти, приобретают особое значение. По нашему мнению, такое взаимодействие может быть реализовано только на местном уровне, поскольку специфика в развитии городов, даже в пределах одного региона, может значительно различаться.

Актуальность выбранной темы исследования определяется наличием комплексных системных вызовов, которые стоят перед Российской Федерацией в арктическом регионе. При этом эффективное взаимодействие между населением и государственными институтами является не просто компонентом социальной политики, это ключевой фактор обеспечения устойчивого и безопасного развития этого макрорегиона. Существующие демографические проблемы в регионах АЗРФ, связанные с оттоком населения, снижением рождаемости и ростом смертности, в условиях реализации крупных инфраструктурных и промышленных проектов, таких как «Развитие Северного морского пути», «Северный широтный ход», «Ямал СПГ», «Арктик СПГ 2», «Мурманский СПГ», «Восток Ойл» и т. д., приобретают особое значение. Депопуляция, отсутствие доверия к региональным и местным органам власти, социальная апатия местных сообществ могут создавать такие условия, при которых любая инициатива со стороны государственных органов

¹ Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.08.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

власти будет заблокирована. В связи с этим развитие эффективного диалога между населением и органами власти переходит из разряда локальной социальной задачи в стратегическую необходимость, напрямую связанную с реализацией долгосрочных национальных интересов России в Арктике.

Значение развития арктических территорий на уровне муниципальных образований для государства подтверждается присвоением части из них статуса опорных пунктов развития Российской Арктики, что также предопределяет актуальность проводимого изыскания. Согласно распоряжению Правительства РФ № 3377-р от 28.11.2023 г. к числу опорных отнесены 16 арктических агломераций, в том числе и несколько агломераций, входящих в состав Мурманской области: Мурманская агломерация, Кировско-Апатитская агломерация и Мончегорская агломерация². Присвоение статуса опорного пункта развития, с одной стороны, подтверждает имеющийся потенциал, которым обладают выделенные муниципальные образования, и подчеркивает их значение в развитии самого субъекта Российской Федерации, Арктической зоны РФ, и страны в целом, с другой — предъявляет особые требования в части принятия управленческих решений для обеспечения достойного уровня социально-экономического развития этих агломераций. При этом нужно учитывать, что принятие таких решений возможно только при исключительном согласовании интересов всех сторон — местного населения, бизнеса и муниципальных органов власти.

Целью исследования является систематизация ключевых проблем, препятствующих эффективному диалогу между властью и местными сообществами в муниципальных образованиях Мурманской области, а также разработка рекомендаций по их устранению.

В ходе исследования для достижения поставленной цели планируется решить следующие задачи: 1) разделить муниципальные образования Мурманской области на группы в зависимости от истории, цели их создания и развития в настоящее время; 2) провести анализ и систематизировать специфические особенности и проблемы взаимодействия населения с местными органами власти; 3) провести типологизацию муниципальных образований Мурманской области по уровню их социально-экономического развития; 4) разработать рекомендации, направленные на устранение выявленных проблем во взаимодействии между населением и местными органами власти.

² Об утверждении перечня опорных населенных пунктов (муниципальных образований) Арктической зоны РФ, в том числе выполняющих функции по обеспечению национальной безопасности и (или) функции базы для развития минерально-сырьевых центров, реализации экономических и (или)

Материалы и методы

При анализе проблем взаимодействия населения и органов власти в муниципальных образованиях Мурманской области использован комплексный метод. Эмпирическую базу составили результаты мониторинга социально-экономического положения арктических муниципалитетов, данные Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области, а также нормативно-правовые документы регионального и местного уровней. Исследование проводилось также с применением методов сравнительного и структурно-функционального анализа, которые позволяют сопоставлять специфику различных типов муниципалитетов: моногородов, ЗАТО, городов с диверсифицированной экономикой и территорий проживания коренных малочисленных народов. Для выявления общественного мнения использовался контент-анализ материалов местных средств массовой информации и обращений граждан в органы власти. Данные методы позволили идентифицировать ключевые проблемы, такие как низкая эффективность коммуникативных площадок, недостаток механизмов общественного контроля и слабый учет этнокультурных особенностей при реализации муниципальной политики.

Также в рамках исследования проведена типологизация арктических муниципальных образований (Мурманской области) по уровню их социально-экономического развития с использованием метода локализации.

Расчет индекса локализации проводится по формуле (L):

$$L = N / N_{\text{ср}},$$

где N — частное значение индикатора для определенного муниципального образования; $N_{\text{ср}}$ — среднее значение индикатора по группе муниципальных образований.

Индивидуальные значения каждого индикатора нормируются по среднему, поэтому понижение или превышение индикатора фиксируется. Например, индикатор «Число родившихся» (ЧР) рассчитывался следующим образом: $\text{ЧР} = (\text{Число родившихся в муниципальном образовании} / \text{Численность населения муниципального образования}) / (\text{Число родившихся во всех муниципальных образованиях} / \text{Численность населения всех муниципальных образований}) * K$, где K — коэффициент значимости.

инфраструктурных проектов в Арктике: Распоряжение Правительства РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408019009/> (дата обращения: 10.08.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Значения всех коэффициентов были определены экспертным путем.

Аналогичным образом рассчитываются и другие индикаторы.

Все муниципальные образования после проведения оценки делятся на четыре группы: с высоким уровнем развития, при $L > 1$; с уровнем развития выше среднего, при L от 0,6 до 1; со средним уровнем развития, при L от 0,1, до 0,59; с уровнем развития ниже среднего, при $L < 0,1$.

Результаты и обсуждение

Поскольку объектом исследования выступают муниципальные образования Мурманской области, остановимся более подробно на основных направлениях развития региона. Согласно Указу Президента РФ № 296 от 2 мая 2014 г. вся территория Мурманской области отнесена к Арктической зоне Российской Федерации³.

Площадь Мурманской области почти 145 тыс. км², территория располагается на северо-западе Российской Федерации, граничит на юге с Республикой Карелия, Норвегией и Финляндией на западе, омывается водами Баренцева и Белого морей, климат морской, арктически-умеренный. По итогам 2023 г. объем ВРП на душу населения составил 1714,6 тысяч рублей — десятое место в стране и третье в Северо-Западном федеральном округе. Согласно данным официальных органов статистики, по состоянию на начало 2025 г. в регионе проживает 651 тысяча человек, плотность населения 4,5 человек на км². Для сравнения: плотность населения в Республике Карелия, которая занимает второе место среди всех регионов АЗРФ по данному показателю, — 2,87 человек на 1 км². При этом более 95 % составляет городское население, по данному показателю Мурманская область занимает четвертое место по стране, уступая только Москве, Санкт-Петербургу и Магаданской области. Тем не менее достаточно высокий уровень смертности (12,4 на 1000 человек), а также естественный отток населения значительно снижают трудовой потенциал и создают дефицит рабочей силы в регионе. Достаточно отметить, что общая численность населения Мурманской области за период с 1990 (1,19 тысяч человек) по 2025 г. сократилась более чем на 45 %⁴.

Мурманская область отличается развитой сетью железнодорожных и автомобильных путей сообщения, которые соединяют территорию субъекта с крупными

городами страны, такими как Санкт-Петербург и Москва. Порт Мурманск, расположенный на восточном берегу Кольского залива, является крупнейшим незамерзающим портом в АЗРФ, именно здесь берет свое начало трасса Северного морского пути, соединяющая западную часть России с Дальним Востоком. Еще один морской, но замерзающий порт расположен в городе Кандалакше на берегу Кандалакшского залива, способен принимать суда длиной до 200 метров, при этом возможна круглогодичная навигация с использованием для сопровождения ледоколов и/или судов ледового класса. Строительство новых городов в XX в. на территории региона было предопределено наличием значительных запасов минерально-сырьевых ресурсов, перспективностью развития морехозяйственной деятельности, ключевым звеном которого становилось освоение Северного морского пути, а также геостратегическое значение этих территорий благодаря наличию сухопутных и морских границ с другими государствами⁵.

Типологизация муниципальных образований Мурманской области по уровню социально-экономического развития

Поскольку одной из задач настоящего исследования является проведение типологизации муниципальных образований Мурманской области по уровню их социально-экономического развития, проведем такую оценку с использованием метода локализации. С помощью данного метода можно разделить муниципальные образования на группы в зависимости от уровня социально-экономического развития. На начало 2025 г. в состав Мурманской области входят 11 муниципальных и 6 городских округов⁶.

Для проведения оценки выбраны 8 индикаторов, которые отражают различные сферы жизнедеятельности муниципальных образований Мурманской области. При выборе перечня индикаторов главными условиями их использования стали доступность и сопоставимость. В настоящее время в базе данных муниципальных образований Росстата ограничен доступ к статистическим данным по закрытым административно-территориальным образованиям, в том числе и ЗАТО Мурманской области. Для определения перечня показателей был использован метод экспертной оценки, в результате для проведения типологизации муниципальных образований Мурманской области по уровню социально-экономического развития были

³ Указ Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377> (дата обращения: 03.07.2025).

⁴ Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.08.2025).

⁵ Там же.

⁶ Муниципальные образования Мурманской области // Официальный сайт Правительства Мурманской области [Электронный ресурс]. URL: <https://gov-murman.ru/region/omsu/> (дата обращения: 20.08.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

выделены следующие индикаторы: средняя заработная плата, рубли; инвестиции в основной капитал на душу населения, рубли; оборот розничной торговли на душу населения, рубли; уровень безработицы, %; число родившихся на 1000 человек; число умерших на 1000 человек; площадь жилых помещений на 1 человека, м²; число занимающихся в детско-юношеских спортивных школах на 1000 человек.

Для удобства в табл. 1 и 2 используются сокращения: ГО Мурманск — муниципальное образование городской округ город-герой Мурманск; ГО Александровск — муниципальное образование городской округ ЗАТО Александровск; ГО Видяево — муниципальное образование городской округ ЗАТО поселок Видяево; ГО Заозерск — муниципальное образование городской округ ЗАТО город Заозерск; ГО Островной — муниципальное образование городской округ ЗАТО город Островной; ГО Североморск — муниципальное образование городской округ ЗАТО город Североморск; МО Апатиты — муниципальное образование муниципальный округ город Апатиты с подведомственной территорией; МО Кировск — муниципальное образование муниципальный округ город Кировск с подведомственной территорией; МО Ковдорский — муниципальное образование Ковдорский муниципальный округ; МО Мончегорск — муниципальное образование муниципальный округ город Мончегорск с подведомственной территорией; МО Оленегорск — муниципальное образование муниципальный округ город Оленегорск с подведомственной территорией; МО Печенгский — муниципальное образование Печенгский муниципальный округ; МО Полярные Зори — муниципальное образование муниципальный округ город Полярные Зори с подведомственной территорией; Кандалакшский МР — муниципальное образование Кандалакшский муниципальный район; Кольский МР — муниципальное образование Кольский муниципальный район; Ловозерский МР — муниципальное образование Ловозерский муниципальный район; Терский МР — муниципальное образование Терский муниципальный район.

Расчеты производились с использованием официальных статистических данных Федеральной службы государственной статистики России за 2023 г.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что высоким уровнем социально-экономического развития обладает только МО Полярные Зори (1,049). Ко второй группе муниципальных образований, с уровнем развития

выше среднего, согласно произведенным расчетам, отнесены МО Кировск (0,83), ГО Мурманск (0,771), ГО Александровск (0,671), ГО Видяево (0,629), ГО Островной (0,628), МР Кольский (0,627) и ГО Североморск (0,602). К третьей группе муниципальных образований, со средним уровнем развития, отнесены МО Ковдорский (548), МО Печенгский район (0,531), ГО Заозерск (0,514), МО Апатиты (0,47), МО Оленегорск (467), МР Кандалакша (0,416), МО Мончегорск (0,414). В четвертую группу муниципалитетов по уровню социально-экономического развития попал МР Терский (0,059).

Согласно представленным в табл. 1 и 2 данным, общее лидерство МО Полярные Зори было обеспечено за счет высоких значений таких показателей, как: «Средняя заработная плата», «Инвестиции в основной капитал на душу населения» и «Оборот розничной торговли на душу населения». Примечательно, что именно эти показатели по результатам экспертного опроса обладают наибольшей значимостью среди всех выбранных для проведения оценки индикаторов — 0,25; 0,16 и 0,11 соответственно. Муниципальные образования, попавшие по результатам анализа во вторую и третью группы, в целом имеют средние значения по всем анализируемым показателям без значительных отклонений в ту или иную сторону.

По результатам проведенного анализа МР Терский был отнесен к четвертой группе муниципалитетов, характеризующихся уровнем социально-экономического развития ниже среднего (0,059). Последнее место МР Терский среди всех муниципальных образований Мурманской области обусловлено серьезными демографическими проблемами в районе, что подтверждается высокими значениями уровня смертности (0,153) и низким уровнем рождаемости (0,064). Кроме того, в муниципальном районе зарегистрирован самый высокий уровень безработицы (0,387), который почти вдвое превышает результат предпоследнего по данному значению показателя МО Кандалакша.

Вместе с тем стоит отметить, что проведенный в рамках исследования анализ позволил разделить муниципальные образования Мурманской области на группы в зависимости от их общего уровня социально-экономического развития, но не представил объективные данные для выявления специфических особенностей и проблем в развитии, на основании которых можно было бы выявить проблемы во взаимодействии населения с местными органами власти.

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Таблица 1

Значения показателей социально-экономического развития муниципальных образований Мурманской области*

Муниципальные образования	Средняя заработная плата, руб.	Инвестиции в основной капитал на душу населения, руб.	Оборот розничной торговли на душу населения, руб.	Уровень безработицы, %	Число родившихся на 1000 чел.	Число умерших на 1000 чел.	Площадь жилых помещений на 1 человека, м ²	Число занимающихся в детско-юношеских спортшколах, на 1000 чел.
ГО Мурманск	109287,200	908241	77907233,3	0,4	2135	3331	28	11128
ГО Александровск	78149,800	19443	4402454,8	0,44	408	206	27,9	3070
ГО Видяево	70592,900	15552	9167229,5	0,9	32	19	35,8	234
ГО Заозерск	70841,500	11428	925247,2	0,64	83	46	26	326
ГО Островной	85653,400	2446	9167229,0	0,64	6	10	70,9	45
ГО Североморск	72637,400	126016	6742306,7	0,14	633	370	23,2	1142
МО Апатиты	87323,000	42104	12651395,5	0,5	335	774	31,2	1109
МО Кировск	127682,000	134683	4767890,9	0,7	185	378	34	1216
МО Ковдор	97098,600	29482	3665490,6	0,71	124	220	32,5	557
МО Мончегорск	98750,000	41903	8374894,5	1,1	278	565	28,3	1275
МО Оленегорск	82524,500	44279	4824821,1	0,64	255	334	25,1	641
МО Печенгский	95301,200	109735	5234015,2	0,81	262	374	29,6	223
МО Полярные Зори	132930,500	154620	3936952,3	1,3	91	171	27,8	731
МО Кандалакса	80232,400	146391	8565602,8	1,5	273	822	32,3	1043
МО Кольский	120926,200	84339	6658893,8	0,9	279	519	33,3	1243
МО Ловозерский	72529,900	25308	1017581,7	2,6	54	135	30,7	657
МО Терский	78231,100	5847	607671	6,2	25	102	35,6	134

Примечание. Составлено авторами по материалам Федеральной службы государственной статистики — Росстат // Базы данных показателей муниципальных образований. URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/munst.htm> (дата обращения: 10.09.2025).

* Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.08.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Таблица 2

Расчет локального индекса социально-экономического развития муниципальных образований Мурманской области

Муниципальные образования	Средняя заработная плата, руб.	Инвестиции в основную капитал на душу населения, руб.	Оборот розничной торговли на душу населения, руб.	Уровень безработицы, %	Число родившихся на 1000 чел.	Число умерших на 1000 чел.	Площадь жилых помещений на 1 человека, м ²	Число занимающихся в детско-юношеских спортшколах, на 1000 чел.	Итоговое значение	Группа
ГО Мурманск	0,298	0,188	0,140	0,060	0,096	0,088	0,097	0,099	0,771	2
ГО Александровск	0,213	0,033	0,065	0,066	0,150	0,044	0,097	0,224	0,671	2
ГО Видяево	0,192	0,199	0,061	0,134	0,089	0,031	0,124	0,129	0,629	2
ГО Заозерск	0,193	0,081	0,057	0,095	0,129	0,042	0,090	0,100	0,514	3
ГО Островной	0,233	0,101	0,061	0,095	0,054	0,053	0,245	0,081	0,628	2
ГО Североморск	0,198	0,134	0,062	0,021	0,146	0,050	0,080	0,052	0,602	2
МО Апатиты	0,238	0,048	0,126	0,074	0,083	0,113	0,108	0,055	0,470	3
МО Кировск	0,348	0,286	0,088	0,104	0,086	0,103	0,118	0,112	0,830	2
МО Ковдор	0,264	0,097	0,105	0,106	0,089	0,092	0,112	0,079	0,548	3
МО Мончегорск	0,269	0,056	0,097	0,164	0,081	0,096	0,098	0,073	0,414	3
МО Оленегорск	0,225	0,088	0,083	0,095	0,110	0,085	0,087	0,055	0,467	3
МО Печенгский	0,225	0,204	0,085	0,121	0,106	0,089	0,102	0,018	0,531	3
МО Полярные Зори	0,362	0,556	0,123	0,194	0,071	0,078	0,096	0,113	1,049	1
МО Кандалакша	0,218	0,205	0,105	0,223	0,083	0,147	0,112	0,063	0,416	3
МО Кольский	0,329	0,140	0,096	0,134	0,101	0,110	0,115	0,089	0,627	2
МО Ловозерский	0,198	0,159	0,056	0,134	0,074	0,109	0,106	0,179	0,529	3
МО Терский	0,213	0,069	0,062	0,387	0,064	0,153	0,123	0,068	0,059	4
К — коэффициент значимости	0,25	0,16	0,11	0,1	0,1	0,09	0,1	0,09		

Примечание. Рассчитано авторами с использованием данных табл. 1.

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Исходя из вышеизложенного, считаем целесообразным провести еще одну типологизацию и разделить муниципальные образования Мурманской области на группы в зависимости от истории, цели их создания и развития в настоящее время.

1. Муниципальное образование, бюджет, а также доходы основной части населения которого зависят от деятельности одного предприятия или группы предприятий одной отрасли, называют моногородом. В Мурманской области к таким муниципальным образованиям относятся:

— муниципальное образование муниципальный округ город Кировск с подведомственной территорией (градообразующее предприятие Кировский филиал АО «Апатит», численность сотрудников около 13 тыс. человек при общей численности населения 24,5 тыс. человек);

— муниципальное образование Ковдорский муниципальный округ (градообразующее предприятие АО «Ковдорский ГОК», численность сотрудников около 4 тыс. человек при общей численности населения 16,5 тыс. человек);

— муниципальное образование муниципальный округ город Мончегорск с подведомственной территорией (градообразующее предприятие АО «Кольская горно-металлургическая компания», численность сотрудников около 13 тыс. человек при общей численности населения 38,5 тыс. человек);

— муниципальное образование муниципальный округ город Оленегорск с подведомственной территорией (градообразующее предприятие горно-обогатительный комбинат АО «Олкон», численность сотрудников более 2,5 тыс. человек при общей численности населения 27,8 тыс. человек);

— муниципальное образование муниципальный округ город Оленегорск с подведомственной территорией (градообразующее предприятие горно-обогатительный комбинат АО «Олкон», численность сотрудников более 2,5 тыс. человек при общей численности населения 27,8 тыс. человек);

— муниципальное образование муниципальный округ город Оленегорск с подведомственной территорией (градообразующее предприятие горно-обогатительный комбинат АО «Олкон», численность сотрудников более 2,5 тыс. человек при общей численности населения 27,8 тыс. человек);

2. Закрытые административно-территориальные образования (ЗАТО), решение о их создании, преобразовании или упразднении принимается лично президентом Российской Федерации. В Мурманской области к ЗАТО отнесены следующие муниципальные образования: муниципальное образование городской округ ЗАТО Александровск, муниципальное образование городской округ ЗАТО поселок Видяево, муниципальное образование

городской округ ЗАТО город Заозерск, муниципальное образование городской округ ЗАТО город Островной, муниципальное образование городской округ ЗАТО город Североморск.

3. Муниципальные образования, бюджет, а также доходы основной части населения которого не зависят от деятельности одного предприятия или группы предприятий одной отрасли, называют городами с диверсифицированной экономикой:

— муниципальное образование городской округ город-герой Мурманск. По состоянию на начало 2025 г. в Мурманске зарегистрировано более 8,5 тысяч организаций, в том числе и крупные предприятия, относящиеся к различным отраслям экономики: ПАО «Мурманский траловый флот», «Мурманскводоканал», ФГУП «Атомфлот», «Мурманская ТЭЦ», «Мурманский судоремонтный завод Морского флота», «Мурманэнергосбыт», «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция», «Мурманский универсальный завод» и др.;

— муниципальное образование муниципальный округ город Апатиты с подведомственной территорией. По состоянию на начало 2025 г. в Апатитах зарегистрировано более 400 различных организаций, в том числе крупные предприятия: АО «АпатитыЭнерго», АО «АЭРОПОРТ», АО «МГРЭ». Кроме того, в самом городе располагается Кольский научный центр, в состав которого входят 11 научных институтов, при этом часть населения трудится в Кировском филиале АО «Апатит» и АО «Северо-Западная Фосфорная Компания», которые располагаются в Кировске;

— муниципальное образование Кандалакшский муниципальный округ. По состоянию на начало 2025 г. в Кандалакше зарегистрировано более 450 организаций, в том числе крупные предприятия, относящиеся к различным отраслям экономики: «Кандалакшский алюминиевый завод», «Опытный машиностроительный завод», Кандалакшский рыбоперерабатывающий завод», «Кандалакшский хлебозавод», Кандалакшский филиал ОАО «Мурманоблгаз», компания по добыче и реализации торфа «Каскад-Агро». Город является крупным узловым центром с портом, а также вагоноремонтным и локомотиворемонтным депо ТЧЭ-5.

4. Места проживания коренных народов Севера. Согласно Распоряжению Правительства РФ «Об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации и перечня видов традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации»

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Федерации» от 08 мая 2009 г. № 631-р, в Мурманской области к числу таких муниципальных образований отнесены: муниципальное образование Кольский муниципальный округ, муниципальное образование Ловозерский муниципальный округ, муниципальное образование Терский муниципальный округ.

Моногорода. В советские годы наличие градообразующего предприятия местным населением воспринималось однозначно положительно по нескольким причинам: во-первых, это рабочие места и стабильная заработная плата; во-вторых, наличие социальной инфраструктуры — детских садов, школ, больниц, кинотеатров, санаториев и т. д.; в-третьих, это чувство общности, когда формировался рабочий коллектив, стремящийся к общей цели; в-четвертых, это чувство значимости, наличие крупного предприятия выделяло город среди других в масштабах страны, что положительно влияло на его финансирование. В современной российской истории, особенно если это касается арктических моногородов, все не так однозначно.

Для муниципальных образований Мурманской области, которые относятся к числу моногородов, характерны как общие особенности в их развитии (наличие градообразующего предприятия, высокий уровень зависимости местного бюджета от налоговых отчислений, непростая экологическая обстановка, узкая специализация на рынке труда), так и специфические для каждого из арктических муниципалитетов. В-первую очередь, это отток населения, причем не только пенсионеров и молодежи после окончания средней школы, но и людей, уже имеющих специальное образование и опыт работы. Это обусловлено суровыми природно-климатическими условиями жизнедеятельности, более высокой стоимостью жизни, спросом на специфические профессии и отсутствием альтернативных рабочих мест. При этом серьезная нагрузка на экосистему Арктики, связанная с увеличением деятельности человека, приводит к загрязнению окружающей среды, росту заболеваемости [5–7].

В такой ситуации ожидаемо, что у местной власти могут возникать проблемы при взаимодействии не только с градообразующими предприятиями, но и с местным населением [8–12].

К числу проблем, которые возникают при взаимодействии населения и местной власти следует отнести:

— конфликт интересов. Муниципальные органы власти в моногородах находятся в непростом положении: с одной стороны, они должны отстаивать интересы населения, с другой — во многом зависят от градообразующего предприятия, которое берет на

себя многие вопросы по обеспечению безопасности и стабильности развития города;

— слабая конкуренция. Наличие градообразующего предприятия может создавать неблагоприятные условия для развития среднего и малого бизнеса. Это обусловлено тем, что экономическое пространство уже занято крупным предприятием, которое имеет возможности для искусственного подавления конкуренции, а местные органы власти не обладают потенциалом для диверсификации экономики;

— патерналистские настроения. Так называемое «кураторство», которое берет свое начало еще с советского периода, когда градообразующие предприятия брали «шефство» над городами, привело к снижению гражданской активности и практически полному отсутствию инициативы со стороны местного населения;

— экологическая напряженность — это главная проблема моногородов, особенно арктических, из-за уязвимости арктической экосистемы. Неблагоприятная экологическая обстановка связана, в-первую очередь, с деятельностью промышленного предприятия или комплекса предприятий, а также тем ущербом, который был нанесен экосистеме от их деятельности в прошлом. При этом нужно понимать, что арктическая экосистема характеризуется низкой продуктивностью, нестабильностью и медленным восстановлением, что делает ее более чувствительной к деятельности человека;

— непрозрачность принятия решений. Местное население ощущает себя исключенным из процессов принятия решений, вполне обоснованно полагая, что отсутствует прозрачность при их принятии, например, по вопросам благоустройства города, планирования возведения объектов местной инфраструктуры, экологии. Стоит признать, что реальное принятие таких решений происходит не в самих моногородах, а в местах расположения головных офисов компаний: Москве, Красноярске, Череповце и т. д.;

— ограниченный кадровый состав. В небольших городах, к числу которых относятся и моногорода Мурманской области (самый крупный моногород — Мончегорск, около 38,5 тысяч жителей), существует проблема кадрового состава власти, когда в выборах участвуют одни и те же люди, что может приводить к застою и невосприимчивости к новым идеям;

— социальное расслоение. Серьезной проблемой, которая создает социальную напряженность в моногородах, является значительный разрыв в доходах между сотрудниками градообразующих предприятий и работниками бюджетной сферы.

Решение обозначенных проблем возможно только при комплексном подходе и должно включать:

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

— создание так называемых общественных советов, которые должны обладать реальными полномочиями и состоять из представителей администрации муниципального образования и градообразующего предприятия, независимых экспертов, экологов, активистов;

— обязательную имплементацию публичных слушаний по ключевым проектам, связанным с реализацией инфраструктурных проектов и использованием экологических нормативов;

— создание и использование общедоступных интернет-платформ, предназначенных для сбора предложений и жалоб с обязательной официальной ответной реакцией со стороны органов местного самоуправления и представителей градообразующего предприятия;

— разработку и финансирование муниципальных программ, направленных на поддержание и развитие малого и среднего бизнеса, деятельность которого не будет связана с функционированием градообразующего предприятия;

— закупку и установку системы независимого автоматического экологического мониторинга, которая должна осуществляться в открытом доступе онлайн-трансляцию данных;

— проведение регулярных экологических экспертиз с привлечением независимых экспертов;

— для снижения социальной напряженности целесообразна организация работ по повышению качества городской среды, которая должна включать благоустройство придомовых территорий, создание новых парков, скверов, игровых площадок.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что решение проблем взаимодействия местных органов власти с населением моногородов лежит в переходе от патерналистской модели «предприятие-куратор» к модели так называемого «социального партнерства». Данная модель предполагает, что решение о будущем муниципалитета на равноправных условиях принимают все заинтересованные стороны — население, бизнес и местные органы власти. При этом нужно понимать, что без открытого диалога и солидарной ответственности все локальные меры будут оказывать лишь временный эффект.

Города с диверсифицированной экономикой. Муниципальные образования Мурманской области, отнесенные к группе городов с диверсифицированной экономикой, обладают специфическими особенностями в развитии, а местные органы власти сталкиваются с проблемами при взаимодействии с населением [13; 14].

Преимущество, которое дает наличие нескольких крупных хозяйствующих субъектов на территории отдельного муниципального образования, заключается в отсутствии зависимости от

деятельности одного градообразующего предприятия, но возникает проблема организации взаимодействия власти с десятками крупных и средних компаний, которые к тому же работают в разных сферах. Это может создавать трудности при разработке стратегии развития муниципалитета и распределении ответственности между сторонами [15; 16]. Кроме того, в таких условиях ответственность бизнеса перед местным сообществом «размывается», бизнес-структуры полагают, что уплата налогов является их первоочередной задачей, в результате снижается уровень безвозмездной помощи, которую принято называть спонсорской и/или «шефской». Еще одной особенностью является разнородность интересов населения, задействованного в разных секторах экономики и завышенные ожидания от качества жизни, поскольку в представлении людей экономика таких муниципальных образований разнообразна и стабильна. При этом давление со стороны населения на местные власти может быть вызвано и неправильным, по их мнению, распределением имеющихся ресурсов, например, когда средства идут на развитие туристского кластера, а не на реновацию жилого фонда или ремонт тротуаров и дорог. В такой ситуации местная власть должна постоянно балансировать, чтобы учитывать интересы и запросы не только крупного, среднего и малого бизнеса, но и работников бюджетной сферы, пенсионеров, молодежи [17; 18].

К числу проблем, которые возникают при взаимодействии населения и местной власти можно отнести:

— экологическую напряженность. Население Мурманска, Апатитов, Кандалакши, с одной стороны, во многом зависимо от деятельности промышленных предприятий, но с другой — деятельность таких предприятий оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду и вызывает постоянное напряжение и недовольство жителей. В качестве примеров можно привести проблему угольной пыли в Мурманске, что на протяжении многих лет приводит к конфликтам между населением, представителями бизнеса и местной власти, проблему пыления хвостов апатит-нефелиновых руд в Апатитах, осадков из сажи, пепла и угольной пыли из-за действия Кандалакшского алюминиевого завода в Кандалакше;

— работу коммунальных служб и инфраструктурные вызовы. Длительный зимний период, низкие температуры и износ коммунальной инфраструктуры требуют значительных ресурсов для обеспечения нормальной работы. При этом любая авария в таких условиях — отключение отопления, прорыв водоснабжения — создает серьезную угрозу

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

для обеспечения нормальной жизнедеятельности и воспринимается населением как чрезвычайная ситуация вследствие неэффективной работы местных органов власти и коммунальных служб;

— дефицит современного городского пространства. Современная молодежь ориентируется в своих желаниях и потребностях на жизнь сверстников, которые проживают в больших городах, причем зачастую не только российских. Запрос на новые комфортные общественные пространства, культурные центры, велоинфраструктуру, парки развлечений и др. опережает реальные возможности, а иногда и готовность местных органов власти эти желания удовлетворять. При этом суровые природно-климатические условия жизнедеятельности не позволяют реализовывать все возможные варианты обустройства городского пространства. Так, например, экономически не целесообразно строить парки аттракционов и развлечений под открытым небом из-за возможности их использования только в непродолжительный летний период;

— низкий уровень доверия к официальным информационным каналам. Население зачастую больше доверяет местным информационным сообществам, группам в мессенджерах и социальных сетях, чем официальным информационным каналам. Это объясняется тем, что информация доводится до жителей не всегда оперативно, а иногда и не в полном объеме, поэтому любое невыполнение реализуемых проектов на местах вызывает недовольство и жаркое обсуждение в соцсетях и группах мессенджеров. Например, решение о проведении ремонтных работ на автодороге Апатиты — Кировск было озвучено еще в декабре 2023 г., однако по состоянию на середину 2025 г. никакие работы еще не проведены. Это широко обсуждается местным населением и воспринимается как невыполнение озвученных обязательств. При этом само решение подтверждено, и летом 2025 г. была озвучена информация о том, что ремонт начнется в 2026 г. и закончится в 2027 г.⁷. Можно было бы избежать недовольства граждан и не доводить до негативного обсуждения в местных пабликах, если бы эта информация была оперативно доведена до населения через официальные информационные каналы.

Решение обозначенных проблем должно быть не просто системным, оно должно содержать в себе элементы реального соуправления.

1. Прозрачность выполнения взятых на себя обязательств по реализации основных функций

местного самоуправления и конкретных проектов посредством внедрения и развития цифровых платформ:

— создание единого портала для каждого муниципалитета с выводом информации в режиме реального времени по бюджетным расходам;

— создание интерактивных карт с этапами реализации конкретных проектов, в том числе и инфраструктурных, с возможностью оставлять комментарии.

2. Вовлечение местных жителей в процесс развития и благоустройства города:

— привлечение граждан к семинарам, на которых обсуждаются вопросы по ключевым инфраструктурным проектам;

— проведение постоянных онлайн-компаний по сбору предложений от населения: например, как благоустроить ту или иную территорию Мурманска, Кандалакши, Апатитов;

— создание местными органами власти общественных советов при главах городов с привлечением населения и наделением его реальными полномочиями.

3. Поддержание местных инициатив посредством выделения грантов для реализации социально значимых проектов: например, мониторинг экологической обстановки или развитие муниципальной среды.

4. Обязательный учет специфических особенностей в развитии муниципалитетов за счет создания специализированных рабочих групп:

— Апатиты. Организация платформы для взаимодействия местной власти, представителей Кольского научного центра, горнодобывающих компаний, малого и среднего бизнеса, экологов. Сосредоточение на вопросах поддержки инновационного бизнеса, туристской отрасли, рекультивации земель, развитию научно-технологического парка;

— Мурманск. Организация постоянно действующей площадки с представителями администрации, судоремонтных заводов, экологами, портом, рыболовецкими предприятиями по вопросам развития города, транспортной логистики, экологического аудита и безопасности;

— Кандалакша. Создание координационного совета с привлечением представителей местной администрации, Кандалакшского алюминиевого завода, энергетиков Князегубской ГЭС, Кандалакшского заповедника для обсуждения вопросов достижения баланса между

⁷ Ремонтировать трассу будут до 2027 года, заявил губернатор Андрей Чибис // Информационное агентство «Би-порт»

[Электронный ресурс]. URL: <https://b-port.com/news/338328> (дата обращения: 07.09.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

промышленным развитием, охраной природы и развитием экотуризма.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что решение проблем при взаимодействии местных органов власти с населением городов с диверсифицированной экономикой возможно посредством внедрения модели «совместного управления развитием города», которая представляет собой пусть и сложный, но единственно возможный путь для обеспечения условий устойчивого социально-экономического развития таких городов, как Апатиты, Мурманск и Кандалакша.

Закрытые административно-территориальные образования. Режим секретности, который регулируется в закрытых административно-территориальных образованиях Законом Российской Федерации № 3297-1 от 14 июля 1992 г. «О закрытом административно-территориальном образовании»⁸ создает значительные искусственные препоны для развития предпринимательской деятельности на этих территориях. Это проявляется, в-первую очередь, в существующих ограничениях привлечения крупных инвесторов, например, для развития туристской отрасли, которая активно и успешно развивается в Мурманской области в последние годы, и/или строительства торговых центров, гостиниц и другой необходимой инфраструктуры. Причем, когда речь идет о ЗАТО, нужно понимать, что существуют не только определенного рода юридические барьеры для ведения коммерческой деятельности, но и физические — это прямое ограничение въезда и выезда с этих территорий, что ограничивает возможности притока не только туристов из других регионов, но и местных жителей, то есть населения региона. В такой ситуации муниципальные органы власти должны не только действовать в рамках действующего законодательства, но и учитывать интересы Министерства обороны РФ. Не ставя под сомнение первоочередную цель создания таких городов, все же необходимо признать, что власть местных органов значительно ограничена. Именно в ведении военного командования находятся основные объекты инфраструктуры, в том числе и жилищного фонда, при этом оно обладает значительно большими финансовыми возможностями, а также полномочиями и административными ресурсами. В такой ситуации местные органы власти отвечают только за социальную сферу, при этом не обладая доходной базой, да и потенциалом для ее увеличения и развития «подведомственных» территорий. Недовольство населения, например наличием ветхого жилья, напрямую связывают с деятельностью

местных органов власти, которые, к слову, не обладают правовой возможностью для осуществления его сноса и финансовыми возможностями для ремонта. В ситуации, когда население десятилетиями привыкало к тому, что все вопросы по благоустройству и развитию небольшого муниципалитета решаются «командованием», полностью отсутствует инициатива, которая должна идти снизу, от граждан. В результате население со своими вопросами и проблемами обращается не к местным органам власти, а напрямую к командующему воинской части или флотилии.

Еще одной проблемой, которая характерна для ЗАТО, является отток молодежи и ограниченность человеческих ресурсов. Это приводит к тому, что на выборах местного совета депутатов участвуют бывшие военные отставники и/или члены их семей. С одной стороны, эти люди не понаслышке знают о существующих проблемах, с другой — отсутствуют «свежая кровь» и новые идеи.

Когда речь идет о ЗАТО, говорить о проблеме информационной непрозрачности не совсем корректно, тем не менее местное население живет в ситуации, когда информация о возможном развитии инфраструктуры или, что более актуально, об экологической обстановке и других возможных инцидентах может доводиться в урезанном виде и с опозданием, что порождает слухи и недоверие к местной власти.

Решение обозначенных проблем должно быть не просто системным, необходимо учитывать то, что ключевым партнером является Министерство обороны России:

— местные власти должны выступить с инициативой создания действующей на постоянной основе координационной группы, в состав которой должны войти представители Министерства обороны, администрации города, депутатов и общественников, основной целью которых станет проработка решений по вопросам решения проблем жилищно-коммунального хозяйства, благоустройству городской среды, созданию и поддержанию социальных объектов;

— с целью диверсификации экономики местным органам власти необходимо разрабатывать программы, направленные на поддержание и развитие малого и среднего бизнеса, деятельность которого не будет нарушать режима секретности и противоречить интересам Министерства обороны. Это могут быть различные ремонтные мастерские, кондитерские, парикмахерские, изготовление сувенирной продукции, репетиторство и т. д.;

⁸ Закон РФ «О закрытом административно-территориальном образовании» от 14.07.1992 № 3297-1 [Электронный ресурс]. URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_734/ (дата обращения: 01.09.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

— для удовлетворения потребностей местного населения, решения локальных вопросов по благоустройству и созданию условий для реального участия в жизни города возможно внедрение механизма функционального бюджетирования, суть которого сводится к тому, что часть бюджетных средств муниципалитета может распределяться по решению местного населения;

— активное участие в федеральных программах, например в программе «Арктический гектар», рассмотрение возможности строительства современного жилья с привлечением Агентства ипотечного жилищного кредитования;

— с целью повышения информационной открытости необходимо максимально быстро и полно представлять любую информацию, не являющуюся государственной тайной, для формирования у жителей ЗАТО доверия к местной власти и борьбы со слухами;

— перспективным направлением представляется развитие детских кружков, которые связаны с морским делом и робототехникой, особенно если их организовывать с привлечением военнослужащих российской армии. Главной целью является создание условий, при которых молодежь увидит перспективность и уникальность жизни в закрытых городах и не захочет их покидать.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что ключевой задачей местных органов власти ЗАТО является создание условий, при которых они становятся не просто «придатком» военного гарнизона, а ключевым посредником в выстраивании конструктивного диалога по формуле «население — администрация — командование», без которого невозможно решение существующих системных задач.

Места проживания коренных народов. Согласно Распоряжению Правительства РФ № 536-р «О едином перечне коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ»⁹, а также в соответствии со статьей 21 Устава Мурманской области, саамы являются коренным малочисленным народом Мурманской области. При этом согласно Распоряжению Правительства РФ № 631-р от 8 мая 2009 г. в Мурманской области официально признанными районами проживания коренного населения Севера являются Терский, Ловозерский и Кольский¹⁰. Именно

эта специфическая особенность и позволяет нам объединить эти районы в отдельную группу муниципальных образований при рассмотрении проблем взаимодействия населения и местных органов власти.

Для экономики Ловозерского и Терского районов характерно выделение рыболовства и охоты, причем как промыслового, так и для личного пользования. В Терском районе преобладает вылов семги, трески, наваги, развито не только рыболовство, но и рыбоводство. Из-за относительно благоприятного климата осуществляется разведение крупного скота. Особое место занимает туризм, можно сплавиться по рекам Варзуге и Умбе, рыбачить, познакомиться с уникальной деревянной архитектурой, хорошо сохранившейся до наших дней. В экономике Ловозерского района важное место занимает оленеводство как реально действующая отрасль сельского хозяйства, поставляющая мясо оленей. Крупнейшими сельскохозяйственными потребительскими кооперативами (СХПК), на долю которых приходится более 80 % поголовья оленей, являются «Оленевод» и «Тундра». При этом общее поголовье оленей в Мурманской области составляет порядка 58 тыс. голов¹¹. Сфера туризма также развита, можно покататься на оленьих упряжках, посетить саамские праздники и познакомиться с культурой этого народа. В отличие от Терского района, Ловозерский отличается отсутствием железнодорожного сообщения и развитой системы автодорог.

Кольский район территориально наиболее близко расположен к Мурманску, здесь проходит железная дорога и федеральная трасса Р-21, которая связывает мурманский порт с Карелией, Ленинградской областью и остальной Россией. Кольский район представляет собой транспортно-логистический узел, в рамках развития которого в ближайшей перспективе запланировано строительство терминала и двух глубоководных причалов.

Еще одной особенностью в развитии данных районов является действующая форма самоорганизации коренных малочисленных народов Севера (КМНС) через родовые и семейные общины. Данные общины имеют статус юридического лица и представляют свои интересы в вопросах, которые связаны с традиционными формами ведения

⁹ Распоряжение Правительства РФ «О едином перечне коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ» от 17 апреля 2016 года № 536-р [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/6198896/> (дата обращения: 02.09.2025).

¹⁰ Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации и перечня видов традиционной хозяйственной

деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации» от 08 мая 2009 года № 631-р [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/195535/> (дата обращения: 04.09.2025).

¹¹ Ферменный стиль. Как сохранить оленеводство на Севере? // Аргументы и факты [Электронный ресурс]. URL: <https://murmansk.aif.ru/society/fermennyy-stil-kak-sohranit-olenevodstvo-na-severe> (дата обращения: 01.09.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

хозяйства — рыболовством, охотой и оленеводством. В настоящее время в Мурманской области официально зарегистрировано 40 саамских общин, 9 из которых имеют участки под выпас оленей и 5 рыболовные участки на озерах и в Белом море общей площадью 1,47 тыс. га¹².

К числу проблем, которые возникают при взаимодействии населения и местной власти можно отнести:

— земельные разногласия. Несмотря на то, что сам механизм выделения земли для традиционного природопользования прописан в Федеральном законе № 49 от 7 мая 2001 г.¹³, его реализация на практике весьма затруднена. Во-первых, официально общины не всегда имеют угодья, которые закреплены за ними. Во-вторых, территории имеющихся угодий часто совпадают с военными полигонами или участками, на которых осуществляется добыча полезных ископаемых. В-третьих, масштабная деятельность горнодобывающих предприятий может приводить к загрязнению рек и пастбищ, тем самым нанося прямой или косвенный ущерб рыболовству и оленеводству. Стоит признать, что местные органы власти не имеют реальной возможности оказывать помощь общинам в решении таких вопросов. В качестве примера можно привести ситуацию, которая произошла в 2018–2019 гг., когда в Ловозерском районе на 30 лет в аренду Белгородскому охотничьему клубу был передан участок № 7. Дело дошло до того, что саамское сообщество обратилось в Организацию Объединенных Наций с жалобой на действия представителей правительства области;

— социально-экономические проблемы. Ключевой проблемой остается безработица, выбор у местного населения невелик: либо трудоустройство в бюджетной сфере с относительно низким уровнем заработной платы, либо традиционный промысел, который ограничен квотами на забой оленя и вылов рыбы. Можно вспомнить ситуацию, когда из-за крайнего срока подачи заявок на лов рыбы и формального подхода со стороны представителей рыбохозяйственного комплекса многие из саамов оставались без квот на целый год. Также стоит отметить проблемы, связанные с низким уровнем доступа к медицинским услугам и цифровым технологиям. При этом местные власти не имеют возможностей для привлечения инвестиций и формирования инфраструктуры для развития малого и среднего бизнеса;

— проблемы культуры и образования. В настоящее время существующие программы по сохранению саамского языка и культурного наследия «Культура и быт кольских саамов», «Чудеса саамского рукоделия» носят факультативный характер и реализуются для детей среднего и старшего школьных звеньев, при этом сам язык находится на грани исчезновения;

— отдельно стоит отметить проблему отъезда молодежи, которая, получив образование, не спешит возвращаться в родные места, в результате теряется связь с традиционным укладом, что ослабляет потенциал самих саамских общин. В такой ситуации местные власти [19; 20] объективно не обладают возможностями для создания условий, которые отвечали бы ожиданиям саамской молодежи и способствовали бы их возвращению в местные сообщества;

— формализм взаимодействия. В настоящее время на территории Мурманской области действует сразу несколько общественных объединений КМНС Мурманской области — «Ассоциация кольских саамов», «Голос памяти», «Чепесь сама», однако их мнение не всегда весомо для региональной и местной властей. Можно вспомнить примеры не столь отдаленного прошлого, когда по решению Роскомрыболовства были внесены изменения в правила лова рыбы и саамы фактически лишились возможности осуществлять лов традиционным способом, то есть сетями; или ситуацию, когда коренным народам было отказано в поднятии саамского флага.

Пути решения обозначенных проблем:

— юридическое закрепление территорий традиционного пользования за КМНС;

— разработка четкого механизма компенсаций в случае нанесения ущерба угодьям саамских общин от деятельности промышленных предприятий;

— включение представителей общин в группы, осуществляющие экологический мониторинг в рамках работы промышленных предприятий;

— включение представителей общин на постоянной основе в консультативные советы при администрациях Кольского, Терского и Ловозерского районов для учета мнения саамов при принятии решений, затрагивающих их интересы;

— оказание грантовой поддержки для стимулирования развития этнотуризма как одного из возможных источников доходов для саамских общин;

¹² Государственная поддержка // Правительство Мурманской области [Электронный ресурс]. URL: <https://gov-murman.ru/region/saami/statussupport/> (дата обращения: 05.09. 2025).

¹³ Федеральный закон «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири

и Дальнего Востока Российской Федерации» от 07.05.2001 № 49-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_31497/ (дата обращения: 06.09.2025).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

— целесообразна разработка специализированных программ обучения и дальнейшего трудоустройства для представителей молодежи саамских общин, связанных с современными (это могут быть экологи, работники туристской отрасли, IT-сферы) или традиционными профессиями;

— включение в программы обучения средних школ и других учебных заведений Мурманской области курса по истории и культуре КМНС.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что решение проблем взаимодействия местных органов власти с населением КМНС лежит в выстраивании равноправных партнерских отношений. При этом местное население, обладающее уникальными знаниями, должно быть наделено и соответствующими правами, которые гарантируют не просто получение помощи от государства, а полноценное соуправление соответствующими территориями. Без налаженного взаимодействия населения с местными органами власти и представителями крупного бизнеса конфликты и противоречия будут только усугубляться [21–23].

Заключение

В рамках проведенного исследования были решены следующие задачи:

— определено, что по состоянию на начало 2025 г. в состав Мурманской области входят 11 муниципальных и шесть городских округов. При этом все муниципальные образования были разделены на группы в зависимости от истории, цели их создания и развития в настоящее время: моногорода — МО Ковдор, МО Мончегорск, МО Оленегорск, МО Кировск, МО Печенга; закрытые административно-территориальные образования — ГО Александровск, ГО Видяево, ГО Заозерск, ГО Островной, ГО Североморск; города, обладающие диверсифицированной экономикой, — МО Апатиты, ГО Мурманск, МР Кандалакшский; места проживания коренных народов Севера — МР Кольский, МО Ловозерский, МО Терский;

— анализ специфических особенностей и проблем взаимодействия населения с местными органами власти позволил выделить ключевые из них, характерные для каждой из предложенных групп муниципалитетов. Так, для моногородов характерны: конфликт интересов; слабая конкуренция на внутреннем рынке; экологическая напряженность; патерналистские настроения;

Список источников

1. Гущина И. А. Кондратович Д. Л., Положенцева О. А. Актуальные проблемы социально-экономического развития муниципальных образований Крайнего Севера и Арктики: социологические оценки // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 6, № 11. С. 179–187.
2. Плисецкий Е. Е., Малицкая Е. А. Специфика государственного и муниципального управления развитием монопрофильных муниципальных образований в Арктической зоне Российской Федерации // Арктика и Север. 2017. № 26. С. 85–97.

социальное расслоение; непрозрачность принятия решений на местах; ограниченный кадровый состав. Для городов с диверсифицированной экономикой характерны: низкий уровень доверия к официальным информационным каналам; экологическая напряженность; работа коммунальных служб и инфраструктурные вызовы; повышенные требования к современному городскому пространству. Для городов, где проживают КМНС, характерны: земельные разногласия; формализм взаимодействия; социально-экономические проблемы, ключевой из которых остается безработица; отток молодежи; проблема культурного наследия. Для ЗАТО характерны: существующие препятствия для развития малого и среднего бизнеса; низкий уровень доверия к официальным информационным каналам; патерналистские настроения; отток молодежи и ограниченность человеческих ресурсов;

— в рамках исследования была проведена типологизация муниципальных образований Мурманской области по уровню их социально-экономического развития с использованием метода локализации. В первую группу, характеризующуюся высоким уровнем социально-экономического развития, попал МО Полярные Зори. Во вторую группу муниципалитетов, с уровнем развития выше среднего, попали МО Кировск, ГО Мурманск, ГО Александровск, ГО Видяево, ГО Островной, МР Кольский и ГО Североморск. К третьей группе муниципальных образований, со средним уровнем развития, отнесены МО Ковдорский, МО Печенгский район, ГО Заозерск, МО Апатиты, МО Оленегорск, МР Кандалакша, МО Мончегорск. В четвертую группу муниципалитетов, с уровнем развития ниже среднего, попал МР Терский.

Научная и практическая значимость проведенного исследования заключается не только в выделении проблем при взаимодействии местных органов власти и населения, но и в разработке предложений по их решению, причем для каждой выделенной группы муниципальных образований в отдельности.

Изучение перспективных направлений для повышения эффективности взаимодействия населения и органов власти в развитии арктических муниципальных образований предопределяет тематику будущих исследований.

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

3. Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов российской Арктики. Часть I. Тенденции экономического развития российской Арктики / под ред. С. А. Агаркова, В. И. Богоявленского, С. Ю. Козьменко, В. А. Маслобоева. Апатиты: КНЦ РАН, 2019. 170 с.
4. Ульченко М. В., Башмакова Е. П. Проблемы развития транспортной инфраструктуры в регионах Арктической зоны Российской Федерации // *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2018. Т. 7, № 11. С. 45–52.
5. Пилясов А. Н. Алгоритм одоления монопрофильности арктического города: случай Норильска // *Арктика и Север*. 2023. № 53. С. 101–134.
6. Коньшев В. Н., Лагутина М. Л. Безопасность человека в Арктике: угрозы сквозь призму «северного менталитета» // *Арктика и Север*. 2021. № 45. С. 85–112. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.45.85.
7. Дидык В. В., Рябова Л. А. Моногорода российской Арктики: стратегии развития (на примере Мурманской области) // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2014. № 4 (34). С. 84–97.
8. Barry L. Town born: the political economy of New England from its founding to the Revolution. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2009. P. 5–15.
9. Barnett J. P., Lueck E. W. Sawmill towns: work, community life, and industrial development in the pineywoods of Louisiana and the New South. General Technical Report. SRS-257. Asheville, NC: US Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station; 2020. 68 p. <https://doi.org/10.2737/SRS-GTR-257>.
10. Green H. Company towns in the United States. In: Gilfoyle T. J. (ed.) *Oxford Encyclopedia of American Urban History*. UK: Oxford University Press; 2018. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199329175.013.569>.
11. Ashmead Ch. P. In-flux: economic and community adaptations of former timber mill-towns in the American West. Cal Poly Humboldt theses and projects. 2021; 501. <https://digitalcommons.humboldt.edu/etd/501>.
12. Monama E. Governing mining towns: the case of Lephalale // *Transformation: Critical Perspectives on Southern Africa*. 2020. 103. 103–126. <https://doi.org/10.1353/trn.2020.0015>.
13. Шеломенцев А. Г., Ковров Д. Ю. Стратегии развития арктических муниципалитетов: методология и практика // *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*. № 3 (59). Номер статьи: 5923 [Электронный ресурс]. URL: <https://eee-region.ru/article/5923/> (дата обращения: 05.07.2025).
14. Баддылевич Р. В., Ульченко М. В., Кондратович Д. Л. Практика правового регулирования обеспечения экономической безопасности на федеральном и региональном уровнях // *Фундаментальные исследования*. 2019. № 7. С. 13–20.
15. David O., Bar-Tal D. A sociopsychological conception of collective identity: The case of national identity as an example // *Personality and Social Psychology Review*. 2009. 13 (4). P. 354–379. DOI:10.1177/1088868309344412.
16. Шохрина М. С., Медведева Н. В. Механизмы взаимодействия органов муниципальной власти с местным сообществом в малых городах // *Социальная политика и социология*. 2023. Т. 22, № 1 (146). С. 160–168. DOI: 10.17922/2071-3665-2023-22-1-160-168.
17. Медведева Н. В., Ламок А. А. Взаимодействие местных органов власти и населения в городском округе: социологическая оценка // *Социальная политика и социология*. 2022. Т. 21, № 3 (144). С. 105–114. DOI: 10.17922/2071-3665-2022-21-3-105-114.
18. Mendez C., Batchler J. European Identity and Citizen Attitudes to Cohesion Policy: What do we know? // *COHESIFY*, Glasgow, Research paper. 2017). 1. 43 p. <https://doi.org/10.4324/9781315580630>.
19. Ворошилов Н. В. Развитие городских агломераций на территории Европейского Севера России // *Федерализм*. 2021. 26 (4). С. 54–74. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2021-4-54-74>.
20. Фролова Е. В. Взаимодействие населения и местной власти: проблемы и новые возможности // *Социологические исследования*. 2016. № 4 (384). С. 59–64. EDN: VZSLMR.
21. Кузьмичева А. А. Информационная политика органов местного самоуправления как фактор формирования гражданского общества в РФ // *Этносоциум и межнациональная культура*. 2020. № 2 (140). С. 9–17. EDN: MDNBHT.
22. Муродова Н. С. Специфические взаимодействия институтов гражданского общества и социального государства в процессе модернизации // *Успехи современной науки*. 2017. Т. 5, № 4. С. 233–235. EDN: YRORBB.
23. Дробышев Д. М. Оценка взаимодействия органов местного самоуправления с населением в Г. О. Самара // *Актуальные вопросы современной экономики*. 2022. № 8. С. 206–213. EDN: NKCKFS.

References

1. Gushchina I. A., Kondratovich D. L., Polozhentseva O. A. Aktual'nye problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy Krainego Severa i Arktiki: sotsiologicheskie otsenki [Topical issues in the socioeconomic development of municipalities in the Far North and the Arctic: Sociological assessments]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions], 2023, No. 11, Vol. 6, pp. 179–187. (In Russ.).
2. Pliseckij E. E., Malitskaya E. A. Spetsifika gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya razvitiem monoprofil'nykh munitsipal'nykh obrazovaniy v Arkticheskoi zone Rossiiskoi Federatsii [The features of state and municipal management of the development of single-industry settlements in the Arctic zone of the Russian Federation]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2017, No. 26, pp. 85–97. (In Russ.).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

3. Agarkov S. A., Bogoyavlensky V. I., Koz'menko S. Yu., Masloboev V. A., Ul'chenko M. V. *Global'nye tendentsii osvoeniya energeticheskikh resursov rossiiskoi Arktiki. Chast' I. Tendentsii ekonomicheskogo razvitiya rossiiskoi Arktiki* [Global trends in the development of energy resources in the Russian Arctic. Part I. Economic development trends in the Russian Arctic]. Apatity, KSC RAS, 2019, 170 p. (In Russ.).
4. Ulchenko M. V., Bashmakova E. P. Problemy razvitiya transportnoi infrastruktury v regionakh Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii [Problems of development of transport infrastructure in regions of the Arctic zone of the Russian Federation]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions], 2018, Vol. 7, No. 11, pp. 45–52. (In Russ.).
5. Pilyasov A. N. Algoritm odoleniya monoprofil'nosti arkticheskogo goroda: sluchai Noril'ska [Algorithm for overcoming the monoprotile of the Arctic city: The case of Norilsk]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, No. 53, pp. 101–134. (In Russ.).
6. Konyshev V. N., Lagutina M. L. Bezopasnost' cheloveka v Arktike: ugrozy skvoz' prizmu "severnogo mentaliteta" [Human security in the Arctic: Threats through the prism of the "northern mentality"]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2021, No. 45, pp. 85–112. (In Russ.). DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.45.85.
7. Didyk V. V., Ryabova L. A. Monogoroda rossiiskoi Arktiki: strategii razvitiya (na primere Murmanskoi oblasti) [Single-industry towns of the Russian Arctic: Development strategy on the case study of the cities/towns in the Murmansk Oblast]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: Facts, trends, forecast], 2014, No. 4 (34), pp. 84–97. (In Russ.).
8. Barry L. *Town born: The political economy of New England from its founding to the Revolution*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 2009, pp. 5–15.
9. Barnett J. P., Lueck E. W. *Sawmill towns: Work, community life, and industrial development in the pineywoods of Louisiana and the New South. General Technical Report. SRS-257*. Asheville, NC: US Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station, 2020, 68 p. <https://doi.org/10.2737/SRS-GTR-257>.
10. Green H. Company towns in the United States. In: Gilfoyle T. J. (ed.) *The Oxford encyclopedia of American urban history*. UK, Oxford University Press; 2018. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199329175.013.569>.
11. Ashmead Ch. P. *In-flux: Economic and community adaptations of former timber mill-towns in the American West*. Cal Poly Humboldt theses and projects. 2021; 501. <https://digitalcommons.humboldt.edu/etd/501>.
12. Monama E. Governing mining towns: The case of Lephalale. *Transformation: Critical Perspectives on Southern Africa*, 2020, 103, pp. 103–126. <https://doi.org/10.1353/trn.2020.0015>.
13. Shelomentsev A. G., Kovrov D. Y. Strategii razvitiya arkticheskikh munitsipalitetov: metodologiya i praktika [Development strategies of arctic municipalities: Methodology and practice]. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal], No. 3 (59), Article number: 5923. <https://eee-region.ru/article/5923/> (accessed 05.08.2025). (In Russ.).
14. Badylevich R. V., Ulchenko M. V., Kondratovich D. L. Praktika pravovogo regulirovaniya obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti na federal'nom i regional'nom urovnyakh [Practice of legal regulation of economic security at the federal and regional levels]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2019, No. 7, pp. 13–20. (In Russ.).
15. David O., Bar-Tal D. A sociopsychological conception of collective identity: The case of national identity as an example. *Personality and Social Psychology Review*, 2009, 13 (4), pp. 354–379. DOI: 10.1177/1088868309344412.
16. Shokhrina M. S., Medvedeva N. V. Mekhanizmy vzaimodeistviya organov munitsipal'noi vlasti s mestnym soobshchestvom v malykh gorodakh [Mechanisms of interaction between municipal authorities and the local community in small towns]. *Sotsial'naya politika i sotsiologiya* [Social Policy and Sociology], 2023, Vol. 22, No. 1 (146), pp. 160–168. DOI: 10.17922/2071-3665-2023-22-1-160-168. (In Russ.).
17. Medvedeva N. V., Lamok A. A. Vzaimodeistvie mestnykh organov vlasti i naseleniya v gorodskom okruge: sotsiologicheskaya otsenka [Interaction between local authorities and the population in the urban district: A sociological assessment]. *Sotsial'naya politika i sotsiologiya* [Social Policy and Sociology], 2022, Vol. 21, No. 3 (144), pp. 105–114. DOI: 10.17922/2071-3665-2022-21-3-105-114. (In Russ.).
18. Mendez C., Batchler J. European identity and citizen attitudes to cohesion policy: What do we know? *COHESIFY, Glasgow, Research paper*, 2017, 1, 43 p. <https://doi.org/10.4324/9781315580630>.
19. Voroshilov N. V. Razvitie gorodskikh aglomeratsii na territorii Evropeiskogo Severa Rossii [Development of urban agglomerations in the European North of Russia]. *Federalizm* [Federalism], 2021, 26 (4), pp. 54–74. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2021-4-54-74>. (In Russ.).
20. Frolova E. V. Vzaimodeistvie naseleniya i mestnoi vlasti: problemy i novye vozmozhnosti [Interaction of the population and local government: Problems and new opportunities]. *Sotsiologicheskie issledovaniya* [Sociological Research], 2016, no. 4 (384), pp. 59–64. EDN: VZSLMR. (In Russ.).
21. Kuzmicheva A. A. Informatsionnaya politika organov mestnogo samoupravleniya kak faktor formirovaniya grazhdanskogo obshchestva v RF [Information policy of local governments as a factor in the formation of civil society in the Russian Federation]. *Etnosotsium i mezhnatsional'naya kul'tura* [Ethnosocium and Interethnic Culture], 2020, No. 2 (140), pp. 9–17. EDN: MDNBHT. (In Russ.).

РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

22. Murodova N. S. Spetsificheskie vzaimodeistviya institutov grazhdanskogo obshchestva i sotsial'nogo gosudarstva v protsesse modernizatsii [Specific interactions of civil society institutions and the welfare state in the process of modernization]. *Uspekhi sovremennoi nauki* [Successes of Modern Science], 2017, Vol. 5, No. 4, pp. 233–235. EDN: YRORBB. (In Russ.).
23. Drobyshev D. M. Otsenka vzaimodeistviya organov mestnogo samoupravleniya s naseleniem v g. o. Samara [Assessment of the interaction of local self-government bodies with the population in the city of Samara]. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki* [Topical Issues of Modern Economics], 2022, No. 8, pp. 206–213. EDN: NKCKFS. (In Russ.).

Об авторах:

М. В. Ульченко — канд. экон. наук, доц., ведущий научный сотрудник;

Д. Л. Кондратович — канд. экон. наук, доц., старший научный сотрудник.

About the authors:

M. V. Ulchenko — PhD (Economics), Lead Researcher;

D. L. Kondratovich — PhD (Economics), Senior Researcher.

Статья поступила в редакцию 6 ноября 2025 года.

Статья принята к публикации 3 декабря 2025 года.

The article was submitted on November 6, 2025.

Accepted for publication on December 3, 2025.

Свидетельство о регистрации СМИ

ПИ № ФС77-73721 от 21.09.2018

**выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций.**

Адрес редакции:

184209, г. Апатиты Мурманской обл., ул. Ферсмана, 24а.

Тел.: 8 (815-55) 79-257.

E-mail: pavlova@ier.kolasc.net.ru.

Адрес учредителя, издателя и типографии:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Федеральный исследовательский центр

«Кольский научный центр Российской академии наук».

184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Ферсмана, 14.

<https://rio.ksc.ru>.

Фото на обложке В. Ю. Жиганова

Дизайн обложки Л. И. Ческидовой

Научное издание

Редактор и корректор Е. Н. Еремеева

Редактор-переводчик — канд. филол. наук О. В. Токарева

Технический редактор В. Ю. Жиганов

Подписано в печать 22.12.2025. Формат 60×84 1/8.

Дата выхода в свет 24.12.2025.

Усл. печ. л. 24,4. Тираж 300 экз. Заказ № 70.

Цена свободная



ИНСТИТУТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24а

INSTITUTE FOR ECONOMIC STUDIES
24a, Fersman str., Apatity, Murmansk reg., 184209, RUSSIA

